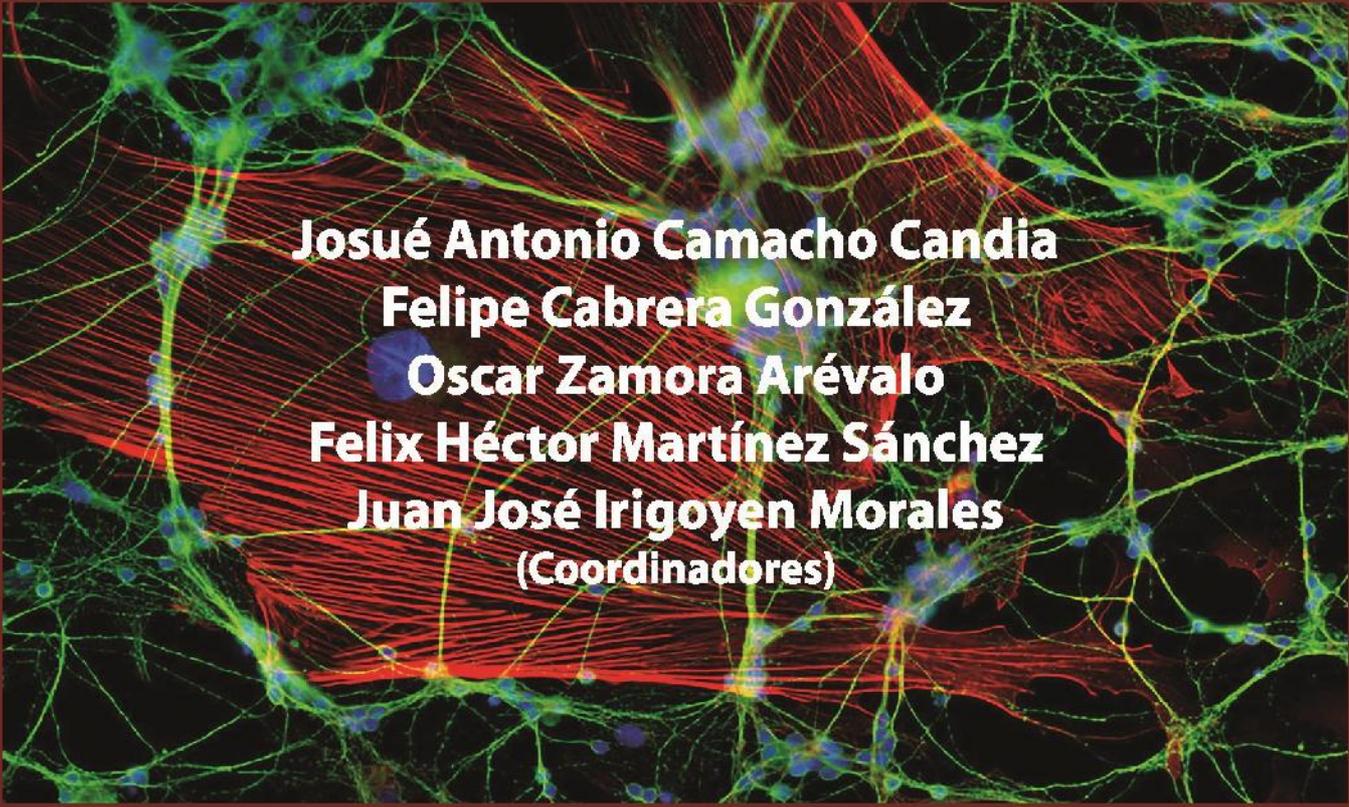


# Aproximaciones al estudio del comportamiento y sus aplicaciones

**Volumen I**



**Josué Antonio Camacho Candia  
Felipe Cabrera González  
Oscar Zamora Arévalo  
Felix Héctor Martínez Sánchez  
Juan José Irigoyen Morales  
(Coordinadores)**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA**

Aproximaciones al estudio  
del comportamiento  
y sus aplicaciones

*Volumen I*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA  
Tlaxcala, México, 2017

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA

## DIRECTORIO

Mtro. Rubén Reyes Córdoba  
*Rector*

Dr. Luis Armando González Placencia  
*Secretario Académico*

Mtra. María Samantha Viñas Landa  
*Secretaria de Investigación Científica y Posgrado*

Lic. Edilberto Sánchez Delgadillo  
*Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural*

M. C. Antonio Durante Murillo  
*Secretario Técnico*

Lic. Germán Yañez Vázquez  
*Secretario Administrativo*

Dr. Ernesto Meza Sierra  
*Secretario de Autorrealización*

Mtro. Hugo Pérez Olivares  
*Coordinador de la División de Ciencias y Humanidades*

Mtra. Lorena Alonso Rodríguez  
*Directora de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo Humano*

# Aproximaciones al estudio del comportamiento y sus aplicaciones

*Volumen I*

JOSUÉ ANTONIO CAMACHO CANDIA  
FELIPE CABRERA GONZÁLEZ  
OSCAR ZAMORA ARÉVALO  
FELIX HÉCTOR MARTÍNEZ SÁNCHEZ  
JUAN JOSÉ IRIGROYEN MORALES  
*(Coordinadores)*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA



© **Universidad Autónoma de Tlaxcala**

Calle del Bosque s/No.

Col. Tlaxcala Centro

Tlaxcala, Tlax.

Código postal: 90000

Primera edición: 2017

ISBN: 978-607-8432-98-1

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

# Índice

Prólogo.....	7
I. Adaptación a Propiedades Estadísticas de Sucesos Biológicamente Importantes .....	13
<i>Arturo Bouzas Riaño</i>	
II. Alrededor del control temporal de la conducta .....	37
<i>Florente López Rodríguez</i>	
III. The pebble in the shoe .....	51
<i>Armando Domingos Batista Machado</i>	
IV. The trajectory of my life, so far .....	59
<i>Peter Richard Killeen</i>	
V. Sustrato, regulación y alteración del comportamiento.....	69
<i>Josué Antonio Camacho Candia</i>	
VI. Prevención de Recuperación de Respuestas: Los Recordatorios de Extinción Reducen la Reparación de Conductas Voluntarias .....	83
<i>Javier Nieto Gutiérrez y Rodolfo Bernal Gamboa</i>	
VII. La tarea de Bisección Dual. Una adaptación centrada en la configuración de opciones de respuesta .....	93
<i>Oscar Zamora Arévalo y Marisol Espinoza Monroy</i>	
VIII. Teorías de Discriminación Temporal, su Relación con Otras Formas de Discriminación y la Teoría de Detección de Señales: Algunas Similitudes, Problemas Empíricos y Conceptuales.....	115
<i>Jonathan Javier Buriticá Buriticá</i>	
IX. Apercebimiento de Consecuencias: Proposición alternativa para el concepto de retroalimentación como reforzador secundario .....	133
<i>Julio Agustín Varela Barraza</i>	

X. Verbalización concurrente, generación de reglas y control instruccional en tareas de discriminación condicional . . . . .	167
<i>Diana Idaly Núñez Esparza, Félix Héctor Martínez Sánchez y Vicente Pérez Fernández</i>	
XI. Influencia de las características espaciales de la secuencia y la correspondencia estímulo-respuesta sobre la ejecución de una Tarea de Tiempo de Reacción Serial . . . . .	197
<i>Saira Mayte García Reynoso, Priscila Berriel Saez, Mónica Itzel Navarro Padilla, Nayamin Esther Aceves Ortega, Humberto Madera Carrillo y Daniel Zarabozo Enriquez de Rivera</i>	
XII. El estudio de la variabilidad conductual: implicaciones para escenarios aplicados. . . . .	209
<i>Idania Zepeda Riveros</i>	
XIII. Algunas derivaciones empíricas del análisis de las interacciones didácticas. . . . .	225
<i>Karla Fabiola Acuña Meléndrez, Juan José Irigoyen Morales y Miriam Yerith Jiménez</i>	
XIV. El Estudio del Comportamiento en el Ámbito Urbano: Las Áreas de Juego al Aire Libre. . . . .	247
<i>Felipe Cabrera González e Idania Zepeda Riveros</i>	
XV. Relación del comportamiento impulsivo con la recaída en el consumo de sustancias . . . . .	263
<i>Hugo Eduardo Reyes Huerta, Kalina Isela Martínez Martínez y Cristiano Valerio dos Santos</i>	
XVI. Evaluación de la personalidad en adolescentes con distinto orden de nacimiento y número de hermanos . . . . .	281
<i>Karla Cruz Sánchez, Verónica Reyes Meza, Robyn Elizabeth Hudson, Margarita Martínez Gómez y Amando Bautista Ortega</i>	
XVII. Función de la inhibición en la memoria de trabajo visoespacial. . . . .	297
<i>Gregorio García Aguilar y Héctor Alejandro Cepeda Freyre</i>	

## Prólogo

El Seminario Internacional Sobre Comportamiento y Aplicaciones (SINCA) es un espacio que busca promover la interacción científica entre profesionales, alumnos, docentes e investigadores interesados en el estudio, la experimentación y la reflexión del comportamiento. En el SINCA consideramos que la ciencia de la conducta y su divulgación hoy en día, deben replantearse para evitar convertir a la primera en un producto más de fácil deshecho y poca utilidad y la segunda en un asunto de mercadotecnia y publicidad sin efectos formativos. El primer volumen de "Aproximaciones al estudio del comportamiento y sus aplicaciones" es la continuidad del volumen IV de "Estudios sobre comportamiento y aplicaciones" y se publica, como ya es tradición, a partir de una selección de contribuciones que tienen lugar en el VI SINCA, tratando de conjuntar trabajos de diferentes orientaciones y con diversas perspectivas. Esto a razón de que el estudio científico del comportamiento requiere de la diversidad de propuestas tanto como de unificación de criterios, consolidación y replanteamiento de paradigmas y teorías que fortalezcan el desarrollo científico del estudio de la conducta.

Teniendo presente lo anterior, es que ponemos a su disposición 17 capítulos que van desde la reflexión teórica guiada desde la amplia experiencia científica, hasta propuestas metodológicas y hallazgos experimentales, llegando a la aplicación de postulados teóricos para la interpretación de fenómenos sociales.

El libro inicia con el capítulo que escribe Arturo Bouzas como presidente honorario del VI SINCA. En su aportación describe los cambios que han ocurrido en el Análisis Experimental de la Conducta en sus contextos empíricos y conceptuales, identificando la necesidad de abordar el estudio de la conducta como una adaptación a la estructura estadística del entorno en el que vive y ha evolucionado, ya que estas propiedades estadísticas constituyen las restricciones que dirigen la evolución y adaptabilidad del comportamiento.

El capítulo de Florente López, presidente honorario de la cuarta edición del SINCA, describe sucintamente pero con ilustraciones empíricas, la evolución de los análisis y aproximaciones al control temporal de la conducta. Desde su perspectiva el ajuste de la conducta a regularidades temporales es diferente de los estudios de estimación temporal. Los argumentos los sustenta con evidencia empírica, por lo que su lectura resulta muy enriquecedora para los interesados en el control temporal de la conducta.

Por su parte, Armando Machado, quien fuera presidente honorario del V SINCA, plantea que en ocasiones el investigador tiene una mayor preocupación por presentar y difundir sus trabajos que por formar científicos. Señala que lo anterior ocurre principalmente por dos razones, la primera es porque están muy preocupados por hacer ciencia y la segunda es porque tal vez no sepan cómo formar científicos, asumiendo que ellos se desarrollarán como tales con la práctica científica cotidiana. El autor señala que la “piedra en el zapato” de quienes se forman en psicología sigue siendo el razonamiento cuantitativo, las matemáticas, la probabilidad y la estadística, situación que lamentablemente no se resuelve en los posgrados.

En su aportación, Peter Killeen, quien fue presidente honorario de la tercera edición del SINCA, en su aportación nos comparte una vívida narración de la trayectoria de su vida académica, señalando las aficiones y circunstancias que lo llevaron a generar ciertas ideas que derivaron en propuestas de gran impacto en el campo de la psicología conductual. Su historia, que inicia con la afición por las librerías y la lectura, culmina con sus aportaciones originales, tanto teóricas como empíricas, que se han convertido en hitos decisivos para el curso de las ciencias de la conducta.

En el quinto capítulo, Josué Camacho, describe la necesidad de diferenciar los tipos de fenómenos que se estudian, así como el nivel de análisis de cada uno, ya que esta clasificación permitirá unificar estudios que aportan sobre el mismo fenómeno sin que éstos entren en conflicto teórico o metodológico, al mismo tiempo que también facilitará la delimitación de las conclusiones y alcances de aquellos que son abordados por una ciencia particular.

Javier Nieto y Rodolfo Bernal-Gamboa describen hallazgos experimentales obtenidos recientemente respecto a la recuperación de respuestas en renovación contextual, restablecimiento y la recuperación espontánea, en los que un mecanismo puede subyacer a los tres fenómenos a pesar de sus diferencias metodológicas. De manera muy relevante son las posibles aplicaciones clínicas a

comportamientos no saludables que los autores señalan que pueden derivarse de dichos hallazgos experimentales.

En el séptimo capítulo Zamora y Espinoza emplearon un análogo de la tarea de bisección temporal para confirmar si hallazgos previos con palomas como sujetos son consistentes cuando ratas son expuestas al procedimiento en un intento por contrastar la generalidad del modelo Learning to Time (LeT) con el modelo de la Scalar Expectancy Theory (SET). Sus resultados probaron la posibilidad de utilizar la tarea de bisección dual en ratas, tarea que comúnmente ha utilizado palomas como sujetos experimentales. Los resultados se asemejan a las predicciones de LeT para las bisecciones simples y las funciones psicométricas individuales no se superponen cuando se representan gráficamente contra las duraciones relativas del estímulo.

Posteriormente Jonathan Buriticá, enfatizando la importancia evolutiva y adaptativa de la conducta de discriminación, hace un comparativo entre distintas teorías de discriminación temporal, retomando la Teoría de Detección de Señales para la interpretación de algunos problemas teóricos y empíricos.

Julio Varela aborda el concepto de retroalimentación, señalando ciertos aspectos conceptuales del término, sus usos y aplicaciones en disciplinas diferentes a la psicología, para después hacer una revisión detallada desde el análisis de la conducta, con estos antecedentes el autor propone un cambio en el término que implica su utilización tanto en investigación con organismos humanos y no humanos y propone el *Apercibimiento de Consecuencias (AdC)* como un concepto emergente a utilizar. El autor recurre a la tarea tradicional de igualación a la muestra en situaciones de comportamiento complejo donde presenta evidencia empírica de la existencia y papel de la respuesta implícita en el AdC.

Por su parte, Héctor Martínez, Diana Nuñez y Vicente Pérez exploraron los efectos de la verbalización concurrente y la anticipación de la finalidad del reporte verbal como instrucción sobre la generación de reglas y la transmisión mediante instrucciones entre participantes. Los datos reflejaron la diversidad y complejidad de relaciones entre el reporte verbal, la situación experimental, el control instruccional y las consecuencias para otro individuo en una condición similar, emulando en cierta medida lo que podríamos denominar transmisión de conocimiento. Los resultados obtenidos sugieren que la verbalización concurrente a la tarea puede afectar la ejecución de una tarea de igualación de la muestra y la pertinencia, especificidad y funcionalidad del reporte verbal como

instrucción debido a un efecto de interferencia entre el control del estímulo verbal concurrente y el ejercido por el reforzamiento.

En el décimo primer capítulo, Saira García, Priscila Berriel, Mónica Navarro, Nayamin Aceves, Humberto Madera y Daniel Zarabozo investigaron el papel que juegan las características espaciales de una secuencia y la correspondencia estímulo–respuesta sobre el desempeño de participantes universitarios en una tarea de tiempo de reacción serial y reportan que el aprendizaje fue mayor ante secuencias espaciales, siendo irrelevante la correspondencia con la respuesta y cuando las secuencias carecieron de características espaciales, el aprendizaje fue prácticamente nulo. Sus hallazgos revelan la importancia de las características espaciales para el aprendizaje secuencial.

En su aportación, Idania Zepeda aborda el tema de la variabilidad conductual, señalando que ésta puede ser reforzada, para ello describe algunos trabajos relacionados y se centra en la relación que existe entre ésta y algunos trastornos como el autismo y el TDAH. Buscando mostrar que desde la perspectiva experimental del AEC pueden estudiarse psicopatologías y otras condiciones en las que el diagnóstico se basa en la conducta. También el estudio de la variabilidad puede tener aplicaciones en el campo educativo para el diseño de estrategias didácticas que sean diferentes a la repetición.

Los autores Juan José Irigoyen, Karla Fabiola Acuña, Miriam Yerith Jiménez abordan la temática educativa exponiendo sus consideraciones sobre la planeación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y formas de evaluación más apropiadas y eficaces de las trayectorias escolares. En ese contexto proponen una definición del concepto de Interacción Didáctica que funciona como eje rector de su modelo de evaluación, además de incluir resultados de investigación que dan soporte empírico a la viabilidad de su propuesta.

Desde una perspectiva ecológica Felipe Cabrera e Idania Zepeda abordan el tema en las instalaciones de juegos infantiles al aire libre en contextos urbanos. En dicho enfoque más que centrarse en la estructura se propone hacer énfasis en la función de dichos espacios, lo que proporciona un análisis conceptual y empírico más transdisciplinar que vincula campos como psicología ambiental, diseño y planeación urbana. Los autores plantean algunos principios, “affordances” e incentivos conductuales como principios fundamentales para el análisis funcional dentro de la psicología ambiental. El capítulo concluye señalando la importancia de los escenarios de juego al aire libre para el desarrollo del niño.

En el siguiente capítulo, Hugo Reyes, Kalina Martínez y Cristiano dos Santos señalan que las metas en el tratamiento del abuso de sustancias suele ser la abstinencia, y en algunos casos el consumo controlado, es decir, el consumo por debajo de cierto nivel. Los autores señalan que si el comportamiento impulsivo tiene un rol en la recaída, como los datos citados sugieren, lograr la abstinencia implicaría brindar estrategias o generar condiciones que faciliten inhibir respuestas y/o ser sensibles a consecuencias demoradas. Hasta hora, los resultados sugieren que elegir ante alternativas que implican secuencia facilita elegir la recompensa demorada.

En el décimo cuarto capítulo Margarita Martínez, Karla Cruz, Verónica Reyes, Robyn Hudson y Amando Bautista evalúan la personalidad en adolescentes con diferente orden de nacimiento y número de hermanos en una comunidad con nivel de ingresos económicos por debajo del promedio nacional. Utilizando la versión en español del Big Five Questionnaire (BFQ) evalúan la personalidad a hombres y mujeres, estudiantes de secundaria. Sus resultados muestran un efecto en el orden de nacimiento y número de hermanos en responsabilidad en hombres y en mujeres, apertura a nuevas experiencias y afabilidad, así como el número de hermanos tiene efecto sobre la extroversión y la apertura a la experiencia. Plantea que sus hallazgos no son contundentes ya que a pesar de que en familias con bajos ingresos algunos rasgos conductuales están asociados con el orden de nacimiento. Finalmente los autores recomiendan evaluar la personalidad utilizando otros métodos de registro conductual adicionales.

Finalmente, Gregorio García y Héctor Cepeda analizan la influencia de la inhibición sobre la memoria de trabajo. Para ello se utilizaron los componentes de los potenciales relacionados con eventos (PRE) como una alternativa de estudio, porque otras investigaciones han sugerido o demostrado que esta relación es falsa. La hipótesis del estudio suponía que esta relación bien podría ser observada: i) como una actividad cognitiva reflejada en distintas zonas cerebrales, y; ii) como procesos que se afectaban mutuamente ya fuera en sus latencias o en sus voltajes.

Con todas las contribuciones anteriores se deja de manifiesto el amplio campo que abarca el estudio del comportamiento, esperando que su lectura propicie el planteamiento de nuevas preguntas e intrépidas respuestas que favorezcan la consolidación científica del estudio de la conducta, tanto en modelos animales como humanos, desde la aproximación experimental hasta los campos aplicados.

Agradecemos a los autores y revisores de los capítulos el tiempo destinado a mejorar la presentación del volumen que hoy ponemos a su disposición. Asimismo, las facilidades brindadas por la Universidad Autónoma de Tlaxcala, a través de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo Humano para la realización del VI SINCA, deseamos que para Tlaxcala la divulgación y la práctica científica cobren mayor fuerza.

Josué Antonio Camacho Candia  
Felipe Cabrera González  
Oscar Zamora Arévalo  
Felix Héctor Martínez Sánchez  
Juan José Irigoyen Morales

Tlaxcala, Tlax., noviembre de 2017

# I

## Adaptación a Propiedades Estadísticas de Sucesos Biológicamente Importantes

*Arturo Bouzas Riaño<sup>1</sup>*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

### **Resumen**

El presente capítulo presenta algunos de los cambios conceptuales en el Análisis Experimental del Comportamiento (AEC) que se dieron a partir de los años 70s del siglo pasado. Se revisarán algunos de los cambios en la Filosofía de la Ciencia que subyacen al uso, cada vez más frecuente, de modelos matemáticos y la pluralidad en el tipo de explicaciones en el AEC. La perspectiva del capítulo enfatiza la evolución de mecanismos de adaptación que permiten resolver los retos metabólicos y reproductivos que enfrentan los organismos. Estos retos sugen de las propiedades estadísticas que describen la disponibilidad de sucesos biológicamente importantes (SBI) para un organismo. Se ilustra el enfoque analizando el desarrollo de un integrador con fuga, un algoritmo de aprendizaje por refuerzo, para resolver el problema de la asignación de crédito. El capítulo concluye con una discusión de algunos de los problemas de los modelos de refuerzo para dar cuenta de la adaptación del comportamiento a entornos volátiles.

En 1968 George Reynolds publicó el libro “A primer of operant conditioning”, cuyo propósito era presentar de una forma concisa lo que hasta ese momento se

---

<sup>1</sup> La escritura del presente capítulo fue apoyada por el Proyecto PAPIME PE310016 y constituye un resumen extenso de la primera parte de un libro de notas sobre comportamiento adaptable en proceso de elaboración. El autor desea agradecer los comentarios al presente trabajo y su colaboración en la enseñanza del presente material a Adriana F. Chávez De la Peña, Uriel Omar González Bravo, José Manuel Niño García y Carlos A. Velázquez Vargas. Correspondencia con el autor [arbouria@unam.mx](mailto:arbouria@unam.mx).

consideraba eran los principios básicos del análisis experimental del comportamiento (AEC). El propósito del presente capítulo es presentar un bosquejo del contenido que tendría dicho libro si se escribiera en la actualidad: ¿Cuáles serían considerados los principios básicos de nuestra disciplina? y ¿qué preguntas, aún sin responder, sería importante atender?. Como cualquier disciplina, la nuestra se transforma en respuesta a la nueva evidencia, a la disponibilidad de nuevas metodologías y análisis de datos y al contacto con esquemas conceptuales de disciplinas cercanas. El mensaje principal es que -contrario a lo que se piensa en ámbitos tanto dentro como fuera del AEC- el estudio del comportamiento es un área de investigación madura, con una vitalidad que alienta su constante transformación. El esquema conceptual que Reynolds (1968) resumió tiene hoy un aspecto muy diferente (Killeen, 2014; Baum 2012; Staddon, 2016).

El presente capítulo está organizado de la siguiente forma: Primero, se revisará los cambios en el contexto filosófico que han facilitado un pluralismo en las formas de explicar el comportamiento. En el segundo apartado presentará argumentos a favor del estudio del comportamiento como una adaptación a la estructura estadística de su entorno. Para el tercer y cuarto apartado se abordarán los principales elementos de los modelos de integradores que subyacen a los modelos de reforzamiento de asignación de crédito que serán el tema del último apartado.

### **1. Cambios en el contexto empírico y conceptual del AEC.**

A fines de los 60's, cuando se publicó el libro de Reynolds se describieron un gran número de fenómenos empíricos que cuestionaban algunos de los principios más centrales del AEC, entre los que destacaron por su impacto sobre el desarrollo del área los resultados encontrados en programas concurrentes de refuerzo (Herrnstein, 1970), los de bloqueo en protocolos de condicionamiento clásico (Kamin, 1969), los del protocolo "aleatorio" (Rescorla, 1972) los de automoldeamiento (Brown y Jenkins, 1968), los de refuerzo de Premack (1965), los de psicofísica del tiempo (Gibbon, 1977), y los obtenidos en protocolos de evitación desarrollados por Herrnstein (Herrnstein, 1969). Esta literatura empírica concretó en dos grandes modelos matemáticos, a través de los cuales ha girado buena parte de la investigación empírica y conceptual del comportamiento adaptable hasta la fecha (Herrnstein, 1970; Rescorla y Wagner, 1969). A este respecto, se destacan dos artículos teóricos (Bolles, 1972 y Bindra, 1974) que desde diferentes perspectivas cuestionaron la ley del efecto y que pueden verse como antecedentes de los modelos recientemente propuestos por Baum (2012)

y Killeen, (2014) y de la literatura sobre aprendizaje por refuerzo basado en modelos (Dayan, P., & Nakahara, H., en prensa)..

Otro conjunto de desarrollos que impactaron al AEC se dieron en la Filosofía de la Ciencia y la consecuente apertura a esquemas conceptuales en otras disciplinas. La teoría psicológica surge de la mano de la filosofía de la ciencia, que antes de los años 60's entendía las teorías como entidades lingüísticas (proposiciones) cuya relación con el mundo empírico se sostenía mediante un conjunto de reglas de correspondencia entre el lenguaje teórico y el lenguaje observacional. En esta perspectiva, los problemas de la "verdad" y la "referencia" fueron los principales puntos de discusión. Artículos sobre el "operacionalismo" y los argumentos sobre "variables interventoras" y "constructos hipotéticos" poblaron las revistas psicológicas.

La atención a la práctica cotidiana de los científicos, también, llevó a los filósofos a atender otras formas de expresar las teorías y su relación con el mundo empírico. Los científicos cada vez más frecuentemente emplean "vehículos representaciones" distintos a los lingüísticos. Estos 'vehículos' se conocen como modelos y los hay de una gran variedad; en un extremo se tienen estructuras físicas como una maqueta y en el otro, estructuras matemáticas abstractas. Las nociones de referencia y verdad no parecen aplicables a los modelos y en su lugar, la discusión la ocupan las nociones de representación y similitud (Frigg y Hoffman, 2017).

Una característica importante de los modelos es que no tienen que ser una réplica perfecta de todo lo que ocurre en el mundo empírico. Considere el caso del mapa de una ciudad que puede tener diferentes usos, dependiendo de los cuales incluirá -o no- ciertos detalles. Un mapa útil para orientarse en la ciudad elimina la mayoría de los detalles (por ejemplo, el color de las casas), pero mantiene la relación espacial entre las calles. Sin embargo, ese mismo mapa no sería útil para capturar la belleza y detalles arquitectónicos de la ciudad.

Al igual que los mapas, los modelos matemáticos muestran la flexibilidad necesaria para representar los diferentes intereses de un científico. Hay modelos que simplemente permiten predecir relaciones de entrada-salida entre variables (como por ejemplo los modelos psicofísicos tradicionales), mientras que otros buscan una representación precisa de lo que ocurre entre la entrada y salida (como los modelos de acumuladores en tareas de decisión perceptual).

La Filosofía de la Ciencia contemporánea ha hecho de la elucidación del concepto de representación uno de sus principales objetos de estudio (Van Fraassen, 2008). Detrás de casi todas las teorías de representación está la noción de morfismo, esto es la idea de que una "buena" representación mantiene en el sistema

representacional las relaciones que son ciertas en el mundo empírico. Bajo este esquema, la evaluación de los modelos es una actividad pragmática alejada de la noción de “verdad”. Note que la representación no es la teoría, siendo que esta última especifica qué aspectos del mundo (dominio) pueden ser representados dentro de una estructura de representaciones particular.

Dentro de la Filosofía de las matemáticas, el enfoque dominante para entender los modelos matemáticos es similar y se le conoce como Teoría del mapeo (Pincok, 2011). Recientemente, dentro de las matemáticas -y en general en filosofía de la ciencia- hubo un movimiento hacia la interpretación de la representación en términos de “similitud” (van Fraassen, 2008). Dicho enfoque permite hacer sentido de modelos que se sabe son ficticios, pero que representan fenómenos empíricos y resultan muy útiles en el trabajo de la ciencia (para una completa reseña de la literatura filosófica contemporánea sobre modelos ver Frigg and Hoffman, 2017).

Finalmente, el modelo representacional no debe interpretarse como el supuesto de que hay una estructura matemática y esperar que se encuentre una estructura empírica de la cual sea un morfismo. Una parte fundamental del trabajo científico es precisamente el establecimiento de dichas estructuras empíricas.

Por último, se destaca el papel que las simulaciones computacionales juegan en la actualidad en el desarrollo y evaluación de los modelos científicos (Weisberg, 2012), así como las nuevas formas de analizar estadísticamente los modelos (McElreath, 2015).

En el último tercio del siglo pasado, el segundo tema que dominó la discusión en la Filosofía de la Ciencia fue la naturaleza de las explicaciones, debido en gran parte a la creciente atención que recibió el trabajo de biólogos, psicólogos y economistas. Hasta ese momento, la interpretación dominante de una explicación era la teoría “nomológica deductiva (ND)”, suponía que explicar era deducir lógicamente a partir de leyes generales los fenómenos de interés. Su principal problema resulta fácil de entender con el siguiente ejemplo paradigmático: La sombra de un asta bandera puede derivarse de su altura pero igualmente, bajo los mismos principios, puede estimarse a partir del largo de su sombra. Dicho problema de “simetría” fue devastador para la teoría ND y obligó a considerar el papel que juega la “causalidad” en las explicaciones.

Hay tres interpretaciones de causalidad que dominan la literatura: 1) El papel de los contrafactuales, con la pregunta ¿qué hubiese pasado en la ausencia del factor explicativo?, tema muy común en el trabajo empírico de las ciencias sociales. 2) El papel de las intervenciones para explicar causalmente la ocurrencia de un suceso o

fenómeno, (dentro de la Psicología, el AEC ejemplificado por Reynolds es uno de los mejores ejemplos de este tipo de explicación) y 3) La interpretación causal más elaborada que integra contrafactuales e intervenciones (Strevens 2008). Dicha interpretación asume que las explicaciones buscan encontrar aquellos factores dentro de un mundo de relaciones causales que “hacen una diferencia” y consiste en “hacer el modelo causal tan abstracto como sea posible, substituyendo las descripciones de las influencias específicas por descripciones cada vez más abstractas de las mismas” (Strevens, 2008), en consideración del hecho ampliamente aceptado de que muchas explicaciones son idealizaciones en las que la historia causal es incorrecta. De acuerdo a Strevens (2008), estas explicaciones son aceptadas precisamente porque omiten aquello que no hace una diferencia.

Algunos filósofos no se sienten cómodos con la noción de causalidad, entre los cuales Kitcher (1989) propone la teoría de explicación alternativa de mayor influencia. La teoría de la unificación plantea que las teorías explican a través de la unificación de un conjunto de observaciones que quedan subsumidas bajo un conjunto de principios básicos. De acuerdo a él, la ciencia busca “esquemas explicativos” que puedan ser aplicados tan ampliamente como sea posible. La teoría de la selección natural es el mejor ejemplo de un esquema explicativo.

Otros filósofos, que aceptan explicaciones de tipo causal, argumentan que hay otras explicaciones. Batterman y Rice (2014) presentan sucintamente esta posición. De acuerdo a ellos, las diferentes variantes de las explicaciones causales se pueden identificar porque incluyen como característica fundamental todos los rasgos causales relevantes. Argumentan que hay una clase de explicaciones que abandonan la pretensión de exactitud que implica considerar todos los rasgos relevantes y proponen modelos mínimos que explican por qué un número de rasgos son irrelevantes. Los mejores ejemplos de estas explicaciones se encuentran dentro de la biología y la economía, en particular en los modelos de optimización de equilibrio. Dichos modelos mínimos se aplican a un rango enorme de instancias con rasgos heterogéneos que pueden ser omitidos y que, sin embargo, dan cuenta de patrones muy generales de comportamiento. Estos modelos son comunes en el AEC, sin embargo, su estructura no siempre es comprendida y suelen verse como modelos provisionales que eventualmente serán substituidos por modelos “verdaderamente” causales. Por el contrario, los modelos mínimos son robustos en su explicación del comportamiento de sistemas a gran escala, a pesar de los cambios en los detalles del sistema. Note que estas explicaciones dependen de que se encuentren patrones muy generales en el comportamiento de sistemas muy

diversos (y en ocasiones, se requiere del genio de alguien como Darwin o Nash para encontrarlos).

Para el inicio del siglo XXI vio el resurgimiento de otra teoría causal de la explicación, conocida como “nuevo mecanicismo” (Craver y Tabery, 2017), que está muy relacionada con la Psicología y las neurociencias. En breve, sostiene que “el mecanismo para un fenómeno consiste de entidades cuyas actividades e interacciones están organizadas de tal forma que producen el fenómeno”.

Cuando a los científicos se les toma desprevenidos y se les pregunta cuál es el propósito de su actividad, muchos de ellos dirán que es “explicar” o “modelar” cierto fenómeno. Sin embargo, cuando se les cuestiona acerca de qué entienden por explicar y modelar, encontraremos tantas respuestas como científicos, y más aún, frecuentemente hablarán de que la ventaja y calidad de su trabajo radica precisamente en el “tipo” de explicación o modelo que proporcionan. Sin embargo, esta forma monolítica de entender la ciencia del comportamiento (ya resumida por Reynolds), fue substituida por el pluralismo y una riqueza de visiones que hoy caracteriza la actividad científica.

Dicho pluralismo se manifiesta de manera más clara en el reconocimiento de que la explicación constituye una actividad pragmática donde diferentes demandas de respuesta requieren diferentes tipos de explicaciones (Killeen, 2001; Tinbergen, 1963). Un ejemplo del mismo, relevante al propósito del presente capítulo, es la distinción propuesta originalmente por Marr (1982) entre diferentes niveles de análisis.

## **2. Adaptabilidad del comportamiento**

Los psicólogos, a lo largo de buena parte de su historia, han debatido acerca de cuál es la “clase natural” que conforma su objeto de estudio. Respuestas tales como ‘la mente’, ‘la cognición’ o ‘el comportamiento’ son tan generales y ambiguas que no sorprende que en la práctica la ciencia del comportamiento estuviese definida por los protocolos experimentales y sus resultados. El capítulo argumenta que los procesos evolutivos generan una clase natural: el comportamiento adaptable como objeto propio del estudio de la ciencia del comportamiento.

La adaptabilidad del comportamiento no es una construcción social, sino que surge naturalmente de dos características de la vida de los organismos: metabolismo y reproducción (Godfrey-Smith, 2017 ). Los sistemas biológicos gastan energía y requieren de un constante reabastecimiento. Y los procesos evolutivos van moldeando distintas formas exitosas de reabastecimiento y reproducción (comportamiento adaptable) a través del éxito reproductivo diferencial de la instancia metabólica (el organismo).

La adaptabilidad define un sistema empírico (un objeto de estudio), que surge tanto de las propiedades físicas asociadas a la necesidad de reabastecimiento, como al proceso evolutivo asociado a la reproducción. Una condición limitante sobre el reabastecimiento y la reproducción es que los comportamientos que las definen no sólo consumen energía sino que toman tiempo. Dado que el tiempo disponible es finito, se crea una restricción lineal bajo la cual los diferentes comportamientos compiten por el tiempo disponible.

$$T=t_1+t_2+t_3+\dots+t_n \quad (1)$$

Los comportamientos y mecanismos adaptables que resultan de los procesos evolutivos son resultado de las restricciones del organismo y de las propiedades de su entorno asociadas con el éxito reproductivo diferencial. Metafóricamente, podemos hablar de estas restricciones como un problema de adaptación que resulta en soluciones óptimas (o cuasi óptimas). Sin embargo, no hay que perder de vista que no se trata de un agente “adaptándose”, sino de un proceso sin agencia ni intención que debe verse (y modelarse) como el producto de la operación de restricciones asociadas con diferencias en los éxitos reproductivos.

En este nivel de análisis los modelos pueden ser de dos tipos. En el primer caso, el trabajo de un modelo psicológico es operar como ingeniería en reversa: a partir del comportamiento observado se busca identificar qué restricciones del entorno permitirían entender la evolución (selección) de ese comportamiento (esto constituye básicamente el programa de trabajo de la Psicología Evolutiva con todas las dificultades que supone). El segundo tipo de modelos inicia con un análisis detallado de las restricciones del entorno ligadas al éxito reproductivo diferencial (el problema de adaptación) y de las restricciones históricas del organismo para encontrar una solución óptima (o cuasi óptima). Las restricciones del entorno se refieren a las propiedades estadísticas de los sucesos relevantes para el éxito reproductivo, que identificaremos como ‘sucesos biológicamente importantes’ (SBI). Note que en muchos casos puede haber más de una solución óptima o puede que las restricciones históricas no permitan una solución óptima pero sí una solución ‘mejor’ en relación a las otras. La segunda forma de modelar optimalidad es más razonable y ha dominado tanto el AEC como en general a la psicología experimental (Baum, 1981 ; Gallistel, 2012).

La siguiente pregunta que nos podemos hacer es si se seleccionan comportamientos o “mecanismos”. Desde luego, si el mecanismo no resulta en comporta-

miento con éxito reproductivo, no será seleccionado. Sin embargo, el mecanismo que subyace a un comportamiento con éxito reproductivo sí seleccionado puede ser secuestrado para generar soluciones bajo un conjunto de restricciones diferentes. Adicionalmente la estructura biológica metabólica y neuronal puede ser también una restricción importante sobre cuáles pueden ser los posibles comportamientos y mecanismos.

El análisis anterior sobre la evolución de comportamiento adaptable ha tenido una gran influencia sobre el tipo de explicaciones y modelos que se pueden desarrollar e ilustra la importancia de los desarrollos recientes en la Filosofía de la Ciencia presentados en la introducción. En particular, Marr (1982) propuso que las explicaciones en Psicología pueden tomar tres formas que se complementan mutuamente. La primera -conocida como explicación racional- consiste en un análisis detallado del problema de adaptación y sus posibles soluciones e implica que para entender un comportamiento es necesario contar con un modelo acabado del problema del que puede ser una solución. El segundo nivel de explicación -al que se conoce como algorítmico- hace referencia a los posibles mecanismos que pueden instrumentar las soluciones óptimas. Finalmente, un tercer nivel -substrato físico- se refiere a la forma en que los algoritmos (mecanismos) se pueden instrumentar en un sustrato generalmente neuronal. Estos niveles de explicación no compiten entre sí y son un ejemplo de respuestas discretas a preguntas diferentes. Sin embargo, Marr y otros asumen que el nivel racional es prioritario porque impone restricciones acerca de lo que un mecanismo debe lograr y qué sustrato es necesario.

Las explicaciones racionales sostienen que la detección y aprendizaje de las propiedades estadísticas de los sucesos biológicamente importantes no pueden separarse de su uso en la distribución óptima de los comportamientos en competencia (acción); por ejemplo, implica que las propiedades de los sistemas de la memoria están afinados a las propiedades estadísticas del uso de los sucesos a recordar posteriormente (Anderson, 1990)

Los organismos están inmersos en un mundo de observaciones en entornos que pueden estar en constante cambio, por ello las explicaciones racionales requieren como un primer paso especificar las propiedades estadísticas de las características del entorno que pueden ser relevantes para el éxito reproductivo. Cuatro propiedades estadísticas de los sucesos biológicamente importantes han dominado el estudio del comportamiento adaptable: tiempo y lugar de ocurrencia, su covarianza con otras características del entorno y con el comportamiento de un organismo.

El supuesto más importante que haremos es que si las consecuencias relevantes en el entorno se distribuyen en ciertos tiempos, lugares y asociadas con ciertas señales y con el comportamiento, un organismo que pueda detectar estas propiedades estadísticas y ajustar su comportamiento a ellas, podrá asignar más óptimamente su comportamiento a las metas en competencia.

Los libros de texto le asignan uno o dos capítulos a cada una de estas restricciones y las abordan como problemas separados. Sin embargo la historia de la Psicología del Aprendizaje se ha dividido en la importancia teórica asignada a estas restricciones. El enfoque asociativo dominante considera las restricciones de covarianza como los elementos básicos del aprendizaje, del cual puede derivarse las adaptaciones a las restricciones temporales y espaciales. Un enfoque alternativo (conocido como representacional y no bien representado en los libros de texto), asume que estas dos últimas restricciones son básicas y deriva de ellas la adaptación a las covarianzas (Gallistel & Gibbon, 2001), en el presente capítulo ejemplificaremos el primer enfoque.

Hasta el momento hemos supuesto, al igual que la gran mayoría de los teóricos, que los organismos solo detectan sucesos individuales. Existe evidencia de que, en adición, los organismos detectan y se adaptan a una característica de segundo orden: la tasa de ocurrencia de sucesos individuales en su entorno (Herrnstein, 1969). Por ejemplo seleccionan su tiempo de estancia en diferentes lugares en función de la tasa de ocurrencia de fuentes de reabastecimiento. Finalmente, podemos considerar una propiedad de los entornos que puede considerarse de tercer nivel. La incertidumbre acerca del tiempo, lugar, covarianzas, y tasas puede ser esperada o inesperada. La incertidumbre esperada es la que se estudia en los protocolos tradicionales de condicionamiento. La tarea del organismo es detectar las relaciones estables en su entorno. Su estudio define el campo de las adaptaciones que deben encontrar la mejor forma de extraer recursos (explotar) dado cierto conocimiento de la estructura del entorno. La segunda propiedad se ha estudiado solo más recientemente y se refiere a cambios frecuentes e inesperados en los tiempos, lugares, covarianzas y tasas que definen la estructura de un entorno (Baum, 2010; Gallistel, Mark, King & Lattam, 2001). Su estudio define un campo diferente de adaptaciones, que consiste en el estudio de los determinantes de la búsqueda de información (exploración) que indique que el entorno cambió. Bajo estas condiciones no se espera la evolución de un único mecanismo de comportamiento adaptable, por el contrario las diferentes restricciones que definen a los problemas de re abastecimiento y reproducción generan soluciones específicas

que pueden lograrse por medio de mecanismos de diversa índole. En este sentido, el estudio del comportamiento adaptable se asemeja más al estudio de la inteligencia artificial y aprendizaje en máquinas.

Una condición necesaria para que el comportamiento se adapte a las propiedades estadísticas de los sucesos biológicamente importantes es que pueda reconocerlos y actuar ante ellos de una forma que pueda incrementar su éxito reproductivo, aún cuando su frecuencia de ocurrencia no pueda ser predicha. Desde luego, hay un componente perceptual y de categorización cuya discusión está fuera del dominio del presente capítulo, la tarea a la que nos referimos es determinar entre un mundo poblado de sucesos aquellos que pueden estar ligados al éxito reproductivo. A esos estímulos en la literatura del AEC se les conoce como refuerzos y en el presente capítulo los llamaremos sucesos biológicamente importantes SBI. Para nuestros propósitos estos no están limitados a aquellos que son consecuencias de un comportamiento. Por varias décadas del siglo pasado, mucha investigación giró en torno a identificar la característica común a ellos con resultados infructuosos. En un mundo teórico de estímulos y respuestas discretas era comprensible que la atención se centrará en refuerzos como estímulos discretos con propiedades inherentes a ellos y solo modulados por factores motivaciones (comida, privación de ella). Sin embargo, desde una perspectiva evolutiva lo que hace a un suceso un SBI no es su presencia sino lo que un organismo hace en relación a ellos. La comida es un SBI solo si se le come, e igualmente un depredador es un SBI solo si se escapa exitosamente de él.

En una muy importante contribución Premack (1965) retomó las consideraciones anteriores y propuso que los refuerzos son comportamientos y no estímulos; mientras el proceso de modificación del comportamiento que se conoce como reforzamiento era la transición entre comportamientos de diferentes valor: reforzamiento y castigo, distinguiéndose por la dirección de la transición en valor.

Las transiciones además de ser entre comportamientos, también pueden ser entre situaciones definidas en un tiempo extendido. Lo que implica que entre los mecanismos sobre los que puede operar la selección natural se incluye no tan solo uno que permita detectar un estímulo discreto como un alimento, sino aun en su forma más simple, detectar transiciones entre condiciones que difieren en valor. Un mecanismo de esa forma le permitiría a los organismos moverse en un espacio de diferencias en valores.

Para un mecanismo de detección de diferencias en el tiempo subyace la forma de como la bacteria *Escherichia coli* resuelve su problema metabólico de re-abastecimiento, por lo que resulta un buen ejemplo de las herramientas que pueden re-

resolver este problema. Sin receptores a distancia, esta bacteria resuelve su problema de re-abastecimiento con un sistema que cuenta con a) un mecanismo que les permite detectar un pulso o un cambio en la concentración de alimento presente; b) una memoria de corto plazo que registra el nivel de concentración un instante anterior; c) un mecanismo que permite comparar el nivel de concentración en la memoria de corto plazo con el registrado en la actualidad; d) dos comportamientos, uno de exploración (maromas aleatorias) y otro de explotación (nado directo); e) una regla de elección que incluye un umbral para la comparación, arriba de él el comportamiento cambia de exploración (maromas aleatorias) a explotación (nado directo) y f) un proceso de adaptación que hace que el resultado de la comparación baje del umbral y retorne el comportamiento al de maromas aleatorias. Este es un sencillo modelo de un integrador que permite la adaptación bajo ensayo y error y en el caso de *Escherichia coli* está bien establecido su sustrato bioquímico (Berg, 2008).

Es importante enfatizar que este modelo no surge del conocimiento de la bioquímica, sino de un análisis de los posibles mecanismos que podrían conformar una estrategia de ensayo y error, que define un algoritmo de ascenso de colina muy común en la matemática computacional y puede instrumentarse (modelarse) como la sumersión de una cubeta con un orificio en su base en una tina con agua, como un capacitor respondiendo a una carga, como un algoritmo computacional o simplemente dejar sin especificar cómo se instrumenta. El valor de este modelo radica precisamente en su generalidad para dar cuenta de un sin número de fenómenos sin tener que especificar los detalles de instrumentación. El integrador con fuga puede verse también como un sencillo ejemplo de un modelo de elección compuesto por una variable de decisión (el resultado del proceso de comparación) y una regla de elección, que en este caso incluye un umbral. Estos modelos computacionales de decisión subyacentes una buena parte de la Psicología contemporánea aunque su uso se remonta a la Psicofísica tradicional que inicia en el siglo XIX.

Formalmente un integrador con fuga puede representarse en tiempo discreto con una ecuación muy sencilla:

$$VD_{k+1} = (1-\alpha)VD_k + \alpha R_k \quad (2)$$

donde:  $0 < \alpha < 1$

$VD_{k+1}$  es la carga del integrador después de un pulso R (presentación de comida o cambio en su concentración) que nosotros identificamos como la variable de

decisión. La ecuación nos dice que la variable de decisión en un momento  $k+1$  es una suma ponderada de su valor en el momento anterior  $k$  y del impacto de un pulso.  $\alpha$  es el parámetro que representa el valor de ponderación de los dos factores. En la ausencia de un pulso  $R$ , solo observaremos el proceso de adaptación; el valor de decisión decrece como una función del valor de  $\alpha$ , si este es cercano a cero,  $(1 - \alpha)$  será muy grande y la adaptación en el tiempo será muy lenta, por el contrario valores de  $\alpha$  cercanos a uno generarán una rápida adaptación. El valor de  $\alpha$  también determina la importancia relativa de un pulso. Valores altos de  $\alpha$  implican simultáneamente un impacto grande del pulso y una rápida adaptación y justo lo inverso para valores pequeños. En ocasiones a  $(1 - \alpha)$  se le llama beta, pero es importante recordar que aunque alfa y beta pueden interpretarse como dos parámetros diferentes, uno asociado a la adaptación y el otro al impacto del pulso, de hecho no son dos parámetros independientes. El modelo requiere una ecuación adicional que especifica la respuesta que se observara (exploración o explotación) dependiendo de si  $VD$  es mayor o menor que el valor de un umbral.

Vale la pena resaltar tres aspectos del modelo del integrador: 1) un modelo de integrador que asume que el organismo está siempre actuando y que el impacto de un pulso no es provocar una respuesta en un organismo inerte, sino cambiar de un tipo de comportamiento a otro si el valor de la  $VD$  que se genera es mayor o no de cierto umbral; 2) en este modelo los organismos no aprenden acerca de dónde, cuándo y qué estímulos predicen los cambios en las concentraciones; simplemente da cuenta del desplazamiento en el tiempo y en el espacio de un organismo como una función de un gradiente de valor en una variable asociada al éxito reproductivo y 3) el sistema de integrador que presentamos es el más simple para modelar comportamiento de orientación. Otras restricciones necesitan de sistemas que combinan más de un integrador con parámetros alfas y umbrales diferentes; estos sistemas son comunes en la neurociencia, en el estudio de la percepción y en la discriminación temporal y la memoria (Dayan y Abbott, 2001; Usher y McClelland, 2001; Staddon, 2016 ).

En el caso de la bacteria *Escherichia coli* dar maromas era el comportamiento base que aleatoriamente lo podía mover hacia una mejor concentración de comida, comportamiento que metafóricamente llamamos de exploración. En el caso de otras especies, en entornos más ricos se requieren de múltiples y variadas respuestas para moverse en la dirección de un cambio positivo. Killeen (Killeen, Hanson, & Osborne 1978) propuso un principio general que genera comportamiento exploratorio y del que puede seleccionarse las respuestas exitosas que mueven al

organismo en la dirección de una mejora. En varios experimentos encontró que un SBI induce un incremento en la actividad general de los organismos que al igual que en el caso del integrador decrementa exponencialmente en el tiempo. Esta activación que puede verse también como un elemento de exploración, lleva al organismo a interactuar con su entorno para acercarse o alejarse del SBI y le permite detectar si alguna situación o respuesta permite predecirlo.

Sin embargo, el manejo y el exitoso acercamiento o alejamiento a un SBI en un entorno variable requiere que la detección del suceso active un conjunto de respuestas organizadas jerárquicamente y sostenidas por variantes circunstancias del entorno. Hogan (2015) y Timberlake (1993) proponen un sistema justo con estas propiedades y Killeen (2014) argumenta que el refuerzo consiste en el desplazamiento a lo largo de esa organización jerárquica de sistemas de comportamiento que define un gradiente de valor. Estos principios le permiten al organismo navegar situaciones donde los FE se presentan en forma impredecible o cuando ocurren por primera vez en situaciones novedosas.

### **3. Asignación de Crédito**

Sin embargo para distribuir óptimamente el comportamiento entre las diferentes demandas relacionadas a SBI es ventajoso contar con mecanismos de adaptabilidad del comportamiento que permitan la posibilidad de predecirlos y generan un espacio representacional que modela las propiedades estadísticas de la ocurrencia de SBI en el entorno. Son estas propiedades estadísticas las restricciones o filtros que dirigen la evolución del comportamiento y mecanismos de adaptabilidad. La detección y adaptación a las propiedades estadísticas depende a su vez de restricciones genéticas sobre mecanismos previamente seleccionados.

Los organismos no detectan cada posible propiedad física de sus entornos creando una copia fiel de ellos, por el contrario, solo detectan aquellas relacionadas con el éxito reproductivo de sus ancestros o con el éxito en su pasado ontogenético. El entorno de los organismos puede verse como una estructura estadística de SBI definida en el tiempo y en el espacio que cambia evolutivamente conforme los organismos se adaptan a ellas. Los procesos evolutivos han operado para seleccionar mecanismos que detectan justo esa estructura estadística de SBI. Diferentes aspectos de esa estructura estadística requieren de soluciones diferentes y por ello no debe sorprender que en lugar de un mecanismo general de aprendizaje se observen soluciones específicas a cada propiedad estadística relevante.

Los procesos evolutivos no tan solo operan en la adquisición de una representación de las propiedades estadísticas del entorno, operan también sobre su uso. Otra forma de decirlo es que son precisamente las demandas de la acción las que determinan las propiedades del conocimiento requerido. Un buen ejemplo son los estudios de evolución experimental de Dunlap y Stephens (2016) con *Drosophila melanogaster*, en los que se observa la evolución del aprendizaje bajo entornos que difieren en su variabilidad (incertidumbre) y confiabilidad del éxito de una acción en un entorno predicho.

En lo que resta del capítulo revisaré principalmente las soluciones al problema de detectar predictores de un SBI discreto. A este problema se le conoce como el de la asignación de crédito y se mantiene independencia de que el posible predictor sea un estímulo o una respuesta.

La complejidad computacional de una solución al problema de la asignación de crédito es enorme; incluye que ante una nueva experiencia un organismo pueda; a) identificar el suceso, b) asignarlo a una clase de consecuencias comunes (categorización); c) determinar si la clase de consecuencias es un SBI y d) determinar si existe alguna variable a la que se le pueda atribuir el crédito de su ocurrencia, en otras palabras, reducir la incertidumbre acerca de su ocurrencia. El principal problema es que el espacio de posibles candidatos a la asignación de crédito es potencialmente infinito.

Los modelos de refuerzo son una propuesta de solución computacional a la asignación de crédito. La solución incluye dos pasos: el primero es la reducción del tamaño inicial del espacio de candidatos incluyendo solo sucesos que son contiguos, similares, novedosos y o evolutivamente relevantes a los SBI. El segundo es un mecanismo que permita ir reduciendo a través de la experiencia el espacio de candidatos hasta terminar con uno solo. El modelo de refuerzo canónico combina un algoritmo de ascenso de colina con el sesgo de contigüidad. Bush y Mosteller (1951) formalizaron esta clase de modelos que, en diferentes variantes, han dominado la literatura teórica y experimental en el estudio del aprendizaje a partir de la década de los 70s del siglo pasado.

Los modelos de refuerzo son una instancia de modelos de integradores y nuestro propósito en lo que sigue es resaltar como modelos matemáticos similares, pueden usarse para entender fenómenos variados, narrar su evolución y señalar problemas que han llevado a su modificación (Dayan & Nakahara, en prensa).

Los organismos enfrentan estímulos que se despliegan en el tiempo, en algunas ocasiones aparecen solos, en otras acompañados (contiguo) de un SBI. En el pro-

toloco estándar de un procedimiento de condicionamiento clásico solo se observa un candidato a la asignación de crédito y cada presentación de él se le conoce como un ensayo. Cada ocurrencia de un ensayo puede estar acompañado o no de un SBI. El modelo de refuerzo tiene una forma similar a la del integrador:

$$VP_{x(n+1)} = (1-\alpha)VP_{xn} + \alpha R_n \quad (3)$$

donde:  $0 < \alpha < 1$  excepto que en este caso el modelo describe el valor predictivo  $VP_{n+1}$  de un estímulo  $X$  en el ensayo  $n+1$  como una suma ponderada de dos variables, el  $VP_n$  del ensayo  $n$  y de si el estímulo fue acompañado o no de un SBI ( $R_n$ ) en el ensayo anterior.  $R$  puede tener el valor de 1 o 0 dependiendo de si se presentó o no el refuerzo.

El parámetro  $\alpha$  determina la importancia de la experiencia acumulada hasta el momento  $n$ , relativa a la ocurrencia o no del SBI. Valores cercanos a cero sugieren que la experiencia acumulada es más importante que una nueva experiencia y valores cercanos a uno sugieren que la presentación de un refuerzo acompañando al predictor  $X$ , minimizan el impacto de la experiencia acumulada hasta ese momento. El parámetro  $\alpha$  puede interpretarse como una ventana temporal que determina que tan atrás contempla un organismo su experiencia para predecir el futuro.

Una forma alternativa de ver el protocolo experimental es como una serie temporal del estímulo  $X$  que tiene el valor de 0 o 1 en cada oportunidad (ensayo) dependiendo de si se presenta o no el SBI. La tarea para el organismo es predecir a partir de la experiencia de la serie temporal, el valor que tendrá en la siguiente instancia. Puede comprobarse que la ecuación  $n$  representa un filtro que alisa la serie temporal como una media corrida exponencial, donde la importancia de la presentación o no del SBI en una instancia decae exponencialmente como una función de su distancia del presente.

Al igual que para el caso del integrador original, una pequeña manipulación algebraica de la ecuación  $n$  genera una forma equivalente del modelo de refuerzo que es el más común hoy en día.

$$\begin{aligned} VP_{n+1} &= (1-\alpha)VP_n + \alpha R_n \\ VP_{n+1} &= VP_n - (\alpha)VP_n + \alpha R_n \\ VP_{n+1} &= VP_n - \alpha(R_n - VP_n) \end{aligned} \quad (4)$$

Si dejamos que:  $\delta = \alpha(R_n - VP_n)$  sea el error de predicción entonces tenemos la expresión que más comúnmente se usa en la literatura:

$$VP_{n+1} = VP_n - \alpha\delta \quad (5)$$

A esta forma equivalente de la ecuación se le conoce como regla delta (Niv & Schoenbaum, 2008). En esta forma es más claro que el valor predictivo de un estímulo va cambiando como una función de la magnitud del error de predicción y que el motor del aprendizaje es la reducción de este error, la solución en equilibrio se obtiene cuando el error de predicción es igual a cero.

En ambas interpretaciones el objetivo computacional es buscar la mejor predicción posible, en un caso vista como una serie temporal, en la otra como un algoritmo que reduce error en la predicción. La evidencia de neuronas dopaminérgicas que disparan cuando hay un error en predicción le dio un enorme apoyo a estos modelos de refuerzo (Schultz, W. & Dickinson, 2000). Sin embargo, no da cuenta de los resultados de protocolos experimentales donde potencialmente hay más de un estímulo en el espacio de candidatos, como es el caso en los experimentos de bloqueo (Kamin, 1969).

Hasta antes de los años sesenta, los investigadores limitaban sus experimentos a protocolos que presentaban un solo estímulo como posible predictor. Sin embargo, el entorno de los organismos incluye dos o más estímulos presentes en forma simultánea y contigua con un reforzador, múltiples experiencias con esos estímulos y al reforzador por separado. Rescorla y Wagner (1972) proponen un modelo que da cuenta de la asignación de crédito en este tipo de entornos.

La contribución de Rescorla y Wagner fue modificar el modelo clásico de refuerzo añadiéndole un mecanismo de competencia entre estímulos por la predicción del SBI. Los siguientes supuestos definen al modelo de RyW:

1. Los estímulos en compuesto están conformados por elementos (estímulos) separables.
2. La ecuación computa para cada uno de los elementos de un compuesto, un valor predictivo (VP). Si el compuesto incluye dos estímulos A y B, se computan dos valores: VPA y VPB. El valor de la predicción del compuesto es la suma del valor predictivo de los elementos individuales que integran el estímulo compuesto. Si son dos estímulos, entonces

$$VP_{total} = VP_A + VP_B \quad (6)$$

3. Los dos principios anteriores describen un proceso de competencia entre elementos separables de un compuesto por convertirse en el mejor predictor de un SBI. La ecuación de Rescorla y Wagner captura tanto el principio de competencia entre estímulos como la noción de que el motor del aprendizaje es la reducción de error, excepto que en este caso delta es la discrepancia entre lo que se obtiene (R) y lo que se espera obtener dado la suma de los valores de predicción de todos los estímulos presentes simultáneamente ( $VP_{total}$ ), obteniendo la siguiente ecuación para cada estímulo X

$$VP_{xn+1} = VP_{xn} + \alpha(R - VP_{Total\ n}) \quad (7)$$

El modelo de Rescorla y Wagner es muy exitoso para dar cuenta de la multiplicidad de fenómenos asociados a los problemas de la contigüidad (Miller, Barnet & Grahame 1995), y su simplicidad y amplia cobertura en relación a modelos alternativos lo hacen un modelo ampliamente aceptado a pesar de las dificultades para dar cuenta de importantes fenómenos, en particular, el de la recuperación espontánea después de un protocolo de extinción.

Un segundo problema con los modelos de refuerzo, incluyendo el de Rescorla y Wagner, tiene que ver precisamente con su dificultad para modelar la adaptación del comportamiento a cambios abruptos en la presentación de SBI. La rapidez de la adaptación a un cambio en una serie temporal de SBI puede considerarse una función de dos variables, la volatilidad de la serie antes del cambio y la magnitud de este. Hasta hace relativamente pocos años los protocolos experimentales solo consideraban cambios abruptos como en el caso de la extinción y la única volatilidad considerada se le conoce como refuerzo parcial. Esta literatura ha crecido substancialmente e ilustra un problema fundamental con los modelos de refuerzo (Baum, 2012, Gallistel, 2012; Nevin, 2012).

Veamos el problema, en la ecuación (7)  $\alpha$  es un parámetro fijo que empíricamente representa la rapidez del aprendizaje. Sin embargo, vimos que teóricamente representa el peso de la experiencia con la serie de SBI relativo al de una nueva experiencia. Vimos que puede verse también como una media corrida exponencial que alisa la serie de SBI experimentada. Considere dos casos extremos, en uno alfa tiene un valor cercano a 1, en este caso un cambio abrupto generaría un error de predicción grande que tendría un efecto importante en el nuevo valor actualizado  $VP_x$ . Con este valor de  $\alpha$  los organismos serían sensibles a cambios bruscos después de la exposición a una secuencia con poca variabilidad, sin embargo, si la

serie es volátil un valor de alfa cercano a 1 haría que los organismos respondieran a ruido como si fueran cambios verdaderos en los valores que generan la serie. En el caso que  $\alpha$  sea cercana a 0, el pasado es más importante y el organismo es poco sensible a los errores en predicción. Este valor de  $\alpha$  es muy ventajoso cuando la serie es muy volátil, pues no se ajusta ante ruido pero es desventajosa ante un cambio abrupto en una serie con poca variabilidad en la que le tomará mucho tiempo ajustar su comportamiento al nuevo valor. La evidencia experimental indica que los organismos pueden ajustarse con gran rapidez a cambios abruptos en SBI y que la velocidad del cambio depende de la volatilidad de la presentación de SBI (Gallistel, Mark, King & Lattam, 2001).

La adaptación del comportamiento a cambios abruptos en sus consecuencias ocupa cada vez un papel más importante en la investigación en AEC y se han presentado dos posibles clases de soluciones a las dificultades de la ecuación de Rescorla y Wagner. Una desde la perspectiva de modelos de refuerzo propone que  $\alpha$  cambia su valor adaptativamente como una función de las propiedades de la serie y lo hace también a través de un mecanismo de reducción de error (Wilson, Nassar & Gold, 2013; Behrens, Woolrich, Walton & Rushworth, 2007). El segundo enfoque es computacional y asume que la adaptación del comportamiento ante cambios abruptos es el resultado de un algoritmo de detección de cambios; un enfoque común en la literatura de análisis estadístico de series temporales (Gallistel, Mark, King & Lattam, 2001).

El modelo de Rescorla y Wagner en su forma más completa incluye para cada estímulo predictor un parámetro adicional beta que multiplica también el error de predicción y que afecta consecuentemente la rapidez del aprendizaje. Este parámetro le permite a un organismo reducir el espacio de candidatos a la asignación de crédito a lo largo del tiempo, considerando primero aquellos que son más sobresalientes o que atraen más atención. Sin embargo fijar el valor de beta para cada estímulo genera para el modelo un problema similar al que le representa fijar el valor del parámetro  $\alpha$ , imposibilita cambios adaptativos en los valores del parámetro como una función de su experiencia con los estímulos como predictores. Como consecuencia de esto no podría haber una reducción en el espacio de candidatos lo que haría al problema de la asignación de crédito un problema poco tratable. El ejemplo más ilustrativo se encuentra en los experimentos de inhibición latente, en los que se encuentra que la experiencia con un estímulo en forma aislada retrasa su capacidad para adquirir valor predictivo. Pearce y Hall (1980) proponen que el valor de beta disminuye conforme el estímulo es un mejor predictor de

un SBI y consecuentemente, su valor en el espacio de candidatos incrementa si es seguido por un SIB inesperado. Computacionalmente los resultados pueden modelarse también como un proceso Bayesiano, donde siempre se inicia con priors que hacen manejable el espacio de candidatos cuyos valores cambian como una función de sus consecuencias (Courville, Daw & Touretzky, 2006).

Finalmente el modelo de Rescorla y Wagner no incluye entre sus argumentos las propiedades temporales del entorno (duración de los estímulos, tiempos entre ocurrencias) que se ha encontrado son factores importantes en la asignación de crédito (Balsam, Drew & Gallistel, 2010). En particular es un modelo que asume un entorno de sucesos discretos y no un flujo continuo de sucesos en el tiempo, que le presentan al organismo la tarea de predecir no un SBI después de un ensayo, sino su flujo de momento a momento. En el área de la robótica se desarrolló un algoritmo similar al modelo delta pero diseñado para resolver los problemas de modelar entornos en tiempo real en donde la función busca predecir el curso de acción que maximiza una función de valor agregada sobre SBI que ocurren en diferentes tiempos en el futuro. Al algoritmo se le conoce como “diferencias temporales” (Niv & Shoenbaum, 2008) y es una de las áreas de investigación más activas en la actualidad.

En resumen, mucho ha cambiado desde que Reynolds escribió su libro. Los desarrollos en la Filosofía de la Ciencia permitieron un pluralismo en el tipo de explicaciones y un énfasis en el modelamiento como forma de representación de fenómenos empíricos. Estos desarrollos alentaron un acercamiento a la Biología Evolutiva, a la neurociencia, al aprendizaje en máquinas y a la microeconomía y resultó en un esquema conceptual que gira alrededor de la evolución del comportamiento adaptable, de explicaciones que describen soluciones a problemas de adaptación y de mecanismos que conforman una caja de herramientas que implementan soluciones óptimas. El capítulo ilustró las ventajas de especificar el problema de la asignación de crédito y su solución con un sencillo algoritmo basado en un integrador con fuga.

Adicionalmente un análisis cuidadoso de los problemas de adaptación que enfrentan los organismos ante entornos volátiles ilustra las dificultades que enfrentan modelos como los de un integrador y abre varias alternativas de investigación empírica y teórica. Sin duda la siguiente edición del libro de Reynolds demostraría el enorme avance de nuestra disciplina y su promisorio futuro.

## Referencias

- Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Psychology Press.
- Balsam, P., Drew, M., & Gallistel, C. (2010). Time and associative learning. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 5, 1-22. doi:10.3819/ccbr.2010.5000
- Batterman, R. W. & Rice, C. C. (2014). Minimal model explanations. *Philosophy of Science*, 81(3), 349-376.
- Baum, W. M. (2012). Rethinking reinforcement: Allocation, induction, and contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 97(1), 101-24. doi:10.1901/jeab.2012.97-10
- Baum, W. M. (2010). Dynamics of choice: A tutorial. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(2), 161-74. doi:10.1901/jeab.2010.94-16
- Baum, W. M. (2012). Extinction as discrimination: The molar view. *Behavioural Processes*, 90(1), 101-10. doi:10.1016/j.beproc.2012.02.01
- Baum, W. M. (2012). Rethinking reinforcement: Allocation, induction, and contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 97(1), 101-124. ???
- Baum, W. M. (1981). Optimization and the matching law as accounts of instrumental behavior. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 36(3), 387-403.
- Behrens, T. E., Woolrich, M. W., Walton, M. E. & Rushworth, M. F. (2007). Learning the value of information in an uncertain world. *Nature neuroscience*, 10(9), 1214-1221.
- Berg, H. C. (2008). *E. coli in Motion*. Springer Science & Business Media.
- Bindra, D. (1974). A motivational view of learning, performance, and behavior modification. *Psychological review*, 81(3), 199.
- Bolles, R. C. (1972). Reinforcement, expectancy, and learning. *Psychological Review*, 79(5), 394.
- Brown, P. L. & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 11(1), 1-8.
- Bush, R. R. & Mosteller, F. (1951). A mathematical model for simple learning. *Psychological review*, 58(5), 313.
- Courville, A. C., Daw, N. D. & Touretzky, D. S. (2006). Bayesian theories of conditioning in a changing world. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(7), 294-300. doi:10.1016/j.tics.2006.05.00

- Craver, C. & Tabery, J. “Mechanisms in Science”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/science-mechanisms/>>
- Dayan, P. & Abbott, L. F. (2001). *Theoretical neuroscience (Vol. 806)*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dayan, P., & Nakahara, H. (en prensa). Models and methods for reinforcement learning. Wixted, J., (Ed), The Stevens’ Handbook of experimental psychology and computational neuroscience, Fourth edition.
- Dunlap, A. S. & Stephens, D. W. (2016). Reliability, uncertainty, and costs in the evolution of animal learning. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 12, 73-79.
- Frigg, Roman and Hartmann, Stephan, “Models in Science”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/models-science/>>
- Gallistel, C. R., Mark, T. A., King, A. P. & Latham, P. E. (2001). The rat approximates an ideal detector of changes in rates of reward: implications for the law of effect. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27(4), 354.
- Gallistel, C. R. & Gibbon, J. (2001). Computational versus associative models of simple conditioning. *Current Directions in Psychological Science*, 10(4), 146-150.
- Gallistel, C. R. (2012). On rationalism and optimality: Responses to the Miller and Nevin Commentaries. *Behavioural processes*, 90(1), 87-88.
- Gershman, S. J., Horvitz, E. J. & Tenenbaum, J. B. (2015). Computational rationality: A converging paradigm for intelligence in brains, minds, and machines. *Science (New York, N.Y.)*, 349(6245), 273-8. doi:10.1126/science.aac607
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber’s law in animal timing. *Psychological review*, 84(3), 279.
- Godfrey-Smith, P. (2006), “The Strategy of Model-based Science”, *Biology and Philosophy*, 21: 725–740.
- Godfrey-Smith, P. (2009). Theory and reality: *An introduction to the philosophy of science*. University of Chicago Press.
- Godfrey-Smith, P. (2017). Other Minds: The Octopus and the *Evolution of Intelligent Life*. HarperCollins UK.
- Herrnstein, R. J. (1969). Method and theory in the study of avoidance. *Psychological review*, 76(1), 49.

- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 13(2), 243-266.
- Hogan, J. A. (2015). A framework for the study of behavior. *Behavioural processes*, 117, 105-113.
- Kamin, L. J. (1969). Selective association and conditioning. *Fundamental issues in associative learning*, 42-64.
- Killeen, P. R., Hanson, S. J. & Osborne, S. R. (1978). Arousal: Its genesis and manifestation as response rate. *Psychological Review*, 85(6), 571.
- Killeen, P. R. (2001). The four causes of behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 10(4), 136-140.
- Killeen, P. R. (2014). Pavlov + Skinner = Premack. *International journal of comparative psychology*, 27(4), 544-568.
- Kitcher, P. (1989). Explanatory unification and the causal structure of the world. In Philip Kitcher & Wesley Salmon (eds.). *Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press. pp. 410-505.
- Marr, D. & Vision, A. (1982). A computational investigation into the human representation and processing of visual information. *WH San Francisco: Freeman and Company*, 1(2).
- Miller, R. R., Barnet, R. C. & Grahame, N. J. (1995). Assessment of the Rescorla-Wagner model. *Psychological bulletin*, 117(3), 363.
- McElreath, R. 2015. *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Nevin, J. A. (2012). Resistance to extinction and behavioral momentum. *Behavioural processes*, 90(1), 89-97.
- Niv, Y. & Schoenbaum, G. (2008). Dialogues on prediction errors. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(7), 265-72. doi:10.1016/j.tics.2008.03.00
- Pearce, J. M. & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological review*, 87(6), 532.
- Pincock, C. (2011). *Mathematics and scientific representation*. Oxford University Press.
- Premack, D. (1965). Reinforcement theory. In *Nebraska symposium on motivation* (Vol. 13, pp. 123-180).
- Rescorla, R. A. (1972). Informational variables in Pavlovian conditioning. *Psychology of learning and motivation*, 6, 1-46.
- Rescorla, R.A. & Wagner, A.R. (1972) A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement, *Classical*

- Conditioning II*, A.H. Black & W.F. Prokasy, Eds., pp. 64–99. Appleton-Century-Crofts
- Reynolds, G. (1968). *A primer of operant conditioning*. Scott, Foresman and Company.
- Schultz, W. & Dickinson, A. (2000). Neuronal coding of prediction errors. *Annual review of neuroscience*, 23(1), 473-500.
- Strevens, M. (2008). *Depth: An account of scientific explanation*. Harvard University Press.
- Staddon, J. E. (2016). *Adaptive behavior and learning*. Cambridge University Press.
- Timberlake, W. (1993). Behavior systems and reinforcement: An integrative approach. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 60(1), 105-128.
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of ethology. *Ethology*, 20(4), 410-433.
- van Fraassen, Bas C. (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, Oxford: Oxford University Press.
- Usher, M. & McClelland, J. L. (2001). The time course of perceptual choice: the leaky, competing accumulator model. *Psychological review*, 108(3), 550.
- Weisberg, M. (2012). *Simulation and similarity: Using models to understand the world*. Oxford University Press.
- Wilson, R. C., Nassar, M. R. & Gold, J. I. (2013). A mixture of delta-rules approximation to Bayesian inference in change-point problems. *PLoS computational biology*, 9(7), e1003150.



## II

# Alrededor del control temporal de la conducta

*Florente López Rodríguez*

Facultad de Psicología  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

### **Resumen<sup>1</sup>**

En este ensayo se propone un tratamiento del control temporal de la conducta desde una perspectiva del ajuste conductual a regularidades temporales. Se arguye que esta perspectiva difiere del estudio de la estimación temporal en cuanto a: (1) se limita a programas de reforzamiento periódico y no a otras preparaciones de carácter psicofísico; (2) Subraya el análisis de adquisición y no tanto al comportamiento en estado estable; (3) Se considera que este tratamiento genera información sobre los mecanismos involucrados en la adquisición, que no se puede obtener en los datos de estado estable y; (4) que dicha información constituye la base empírica del estudio del control temporal como una forma de aprendizaje, el aprendizaje de tareas temporales, y los mecanismos que le subyacen. Esta perspectiva se ilustra con varios estudios en programas de reforzamiento periódico.

Usualmente se concibe al condicionamiento operante como una forma de aprendizaje. Para identificar los mecanismos que actúan en este aprendizaje se idearon los programas de reforzamiento como regularidades del ambiente que, procedimentalmente definidas, consisten en reglas que relacionan propiedades de estímulo, conducta y consecuencia. El propósito de este ensayo consiste en sugerir el estudio de la adquisición del control temporal de la conducta como una forma de evaluar el ajuste de los organismos a regularidades temporales del ambiente. Se

<sup>1</sup> Proyecto financiado por DGAPA (PAPIIT-IN3215)

asume que la adquisición es un proceso dinámico y que una forma de estudiarlo es analizando los cambios que ocurren en la relación conducta/ambiente conforme transcurre la exposición a un programa particular. En congruencia con lo anterior, se subraya que su objeto de estudio es el proceso más que el estado estable obtenido después de la presentación crónica de un arreglo experimental. Aquí, nos limitamos a tratar con el ajuste conductual a regularidades temporales del ambiente que reconocemos como *control temporal de la conducta*, y que se investigan por medio de programas definidos temporalmente. Estos programas son, en ocasiones, utilizados para la investigación de la *estimación temporal* que, además de utilizar otras preparaciones experimentales de carácter psicofísico, utilizan ciertas propiedades de la conducta como un indicador de la estimación del tiempo. No es la idea delimitar campos o líneas de investigación, sino únicamente restringir el alcance de los argumentos que aquí se presentan. De igual forma, conviene señalar que el objetivo es simple, invitar al lector a razonar sobre el significado de algunos hechos experimentales seleccionados de la investigación en el campo y de nuestro propio trabajo.

### **El control temporal de la conducta**

Aunque existen varias preparaciones experimentales para investigar el control temporal, es indudable que la mayoría utiliza programas periódicos. Estos programas tienen la peculiaridad de generar una relativa constancia temporal entre la ocurrencia de un evento y la subsiguiente presentación de un reforzador. El caso típico de esta preparación es el programa de reforzamiento de intervalo fijo (IF) en el que, después de transcurrido un tiempo fijo desde un evento, la primera respuesta es seguida por la entrega de un reforzador. En una modalidad, el tiempo inicia con un reforzador como marcador temporal y termina con la presentación del siguiente reforzador en cada ciclo temporal. Aquí, la constancia temporal está dada por el tiempo entre reforzadores (TER) y es notable la regularidad del patrón temporal de la conducta que el programa IF genera en muy diversas especies. La pregunta que motiva nuestro interés de investigación se refiere a cómo el factor temporal finalmente domina en el control de la conducta. Existen varias maneras de abordar la cuestión anterior, pero aquí seleccionamos el estudio de los cambios que sufre el comportamiento conforme avanza la exposición a esta regularidad y la identificación de factores o variables que expliquen estos cambios. La investigación relacionada con las preguntas anteriores se encuentra en el contexto del estudio de los programas de reforzamiento que básicamente se refieren a las diferentes reglas de

entrega del reforzador y cuyos hallazgos fueron bien reseñados en varios escritos (v. gr. Ferster & Skinner, 1957; Morse, 1966; Nevin, 1979; Zeiler, 1977).

### **Adaptación y estado estable**

El interés por los cambios en el comportamiento conforme avanza el entrenamiento en un programa está vinculado con la noción de aprendizaje y tiene antecedentes muy lejanos. Aunque el condicionamiento operante es concebido como una forma de aprendizaje y la investigación que realiza el AEC se considera como el estudio de este proceso, pocas veces los datos analizados se relacionan con los cambios conductuales a lo largo del entrenamiento y se ha preferido considerar el estado estable alcanzado después de la aplicación crónica de un programa (cf. Staddon, 1975).

Detrás de esta decisión se encuentra (entre otras cosas) la idea de que, a la larga, las contingencias presentes superan y sustituyen a las anteriores en el control de la conducta. Por ejemplo, supongamos que me interesa el estudio de la función que relaciona el valor del IF y el tamaño de la pausa post-reforzador (PPR; el tiempo entre el reforzador y la primera respuesta) y que para ello selecciono 5 valores de IF. Apegado a los lineamientos del diseño de un solo sujeto, presento los cinco valores a uno o pocos animales en fases sucesivas. Propongo un criterio de estabilidad y solo paso al siguiente valor de IF una vez que se cumple con el valor vigente. ¿En qué orden presento los diferentes valores? Si en verdad las contingencias vigentes (el valor del IF) sustituyen a las anteriores en el control de la conducta, el orden de presentación no importa. Por ejemplo, Lowe y cols. (1979) realizaron un estudio similar al que acabamos de describir, con fases sucesivas de seis valores distintos de IF más tres re-determinaciones, y simplemente aplicaron un solo orden de presentación común para todas las ratas. Para cada valor programado tomaron los datos de PPR en estado estable (el promedio de las últimas 3 sesiones) y, cuando éste se alcanzaba, pasaban al siguiente valor de IF. Fuera del interés particular del estudio, no es improbable que se generen algunas dudas u otros posibles argumentos.

Una pregunta es, ¿hubiera sido mejor programar diferentes ordenamientos de los valores para distintos sujetos? Sí, si consideramos que los valores precedentes alteran la ejecución en el valor subsecuente. De hecho, una línea de investigación se dedicó a evaluar si la ejecución en los programas de IF dependía del tipo de entrenamiento o programa precedente. A esta línea se le reconoce como investigación de los efectos de la historia de condicionamiento. El dise-

ño utilizado suele ser de transferencia. En una primera fase se somete a varios grupos de animales a diferentes programas de reforzamiento mientras que, en una segunda fase, todos los animales reciben el mismo programa de IF. De esta manera, si la ejecución en la segunda fase difiere según el tipo de entrenamiento precedente, las diferencias pueden relacionarse o atribuirse a variables relacionadas con la historia de condicionamiento (la primera fase). La investigación ha concluido que el control de la conducta obtenido en estado estable en la segunda fase es de tipo temporal y no se reportan diferencias atribuibles al entrenamiento de la primera fase. En otras palabras, a la larga el control temporal del valor programado prevalece y es independiente de la historia de condicionamiento (Baron and Leinenweber, 1995; Cole, 2001; López and Menez, 2005; Reed and Morgan, 2008). Esto puede verificarse con diversas mediciones del control temporal como la PPR, el punto de transición (PT), la vida cuartilar o el índice de curvatura (ver Guilhardi & Church, 2004, para una definición de las mediciones.). Sin embargo, el referente conductual más ilustrativo es el patrón o gradiente temporal de la respuesta (GTR), es decir, el cambio en la tasa de respuesta conforme transcurre el intervalo entre reforzadores. Este gradiente se manifiesta como una curva creciente, negativamente acelerada (festón) y que se observa en datos acumulados por sesión. El GTR es impresionantemente similar de un estudio a otro, de un animal a otro y de una especie a otra.

No hay duda entonces, de la ejecución temporal en estos programas. En consecuencia, por muchos años la investigación se abocó a la determinación de las contingencias que operan en el control temporal. Es claro que el factor manifiesto en una programación de IF es la relativa regularidad temporal del intervalo entre reforzadores (IER) resultante. En consecuencia, a esa regularidad se puede atribuir el patrón de respuesta observado, pero antes deben evaluarse otras propiedades de la conducta que podría relacionarse con la entrega del reforzador. Por ejemplo, el número de respuestas en el intervalo, la dependencia entre la respuesta y el reforzador, la magnitud del reforzador, la unidad de respuesta, la demora del reforzador, el marcador temporal, etc. Veamos como ejemplo un estudio sobre los efectos del incremento del requisito de respuestas, agregado a un programa de IF, sobre el control temporal.

El problema es el siguiente: La comparación entre programas de razón fija (RF) e intervalo fijo es interesante porque el primero requiere regularidad en el número de respuestas por ensayo, pero permite variaciones en el IER mientras que, el segundo requiere regularidad en el IER, pero permite variaciones en el

número de respuestas por ensayo. No obstante, ambos programas producen un patrón de respuesta similar: un período sin respuesta después del reforzador seguido de una tasa de respuesta relativamente constante. La cuestión es indagar si ambos factores contribuyen al control temporal en los programas de IF. La pregunta es razonable si se consideran que además de factores temporales actúan factores de respuesta en dicho control. Por ejemplo: el número de respuestas, el tiempo de la primera respuesta a la entrega del reforzador (tiempo de trabajo, TT), el requisito de respuestas y la relación temporal respuesta-reforzador. Una programación interesante en este sentido es el programa conjuntivo intervalo-fijo razón-fija (Conj IF RF) por la versatilidad que tiene en cuanto a posibles manipulaciones. En este programa el reforzador se entrega cuando se completan ambos requisitos, sin importar el orden. Por ejemplo, si el animal completa el número de respuestas requerido antes de que transcurra el valor temporal, el reforzador será entregado al concluir el tiempo programado. Si ya concluyó el tiempo y el animal aún no completa el número de respuestas requerido, recibirá el reforzador en el momento en que lo haga. Por consiguiente, cuando el requisito de FR es 1, se mantiene constante el tiempo entre reforzadores, pero se disminuye la relación de contigüidad respuesta-reforzador debido a que, con frecuencia, el animal emitirá una respuesta en algún momento del IER. A partir de este arreglo particular se pueden derivar otras posibilidades que permiten manejar el TT, como el número de respuestas requerido después de transcurrido el intervalo y varias más. Por ejemplo, Keenan (1999) desarrolló una preparación experimental con un programa Conj FIFR1 modificado que muestra utilidad para el estudio de la adaptación conductual a la regularidad temporal. Con datos obtenidos en programas similares al anterior, pero manipulando el valor de la razón, otros autores (Aparicio, López, & Nevin, 1995) llegan a la conclusión de que el control temporal está regulado por dos variables: el TT y el requisito de respuesta (véase también, Rider & Kametani, 1984). De hecho, investigadores como Shull (1979) previamente habían utilizado este tipo de evidencia para formular una incipiente explicación cuantitativa del control temporal. La cuestión es que prácticamente todos los estudios de este tipo obtienen la información en el estado estable de la conducta efectiva (digamos, responder a la palanca). Sin embargo, Es posible que algunos efectos solo se observen durante las primeras sesiones. Lo anterior generaría diferentes trayectorias hacia el control temporal lo que creemos, nos daría pistas sobre los mecanismos implicados en el ajuste conductual. Veamos con más detalle algunas posibilidades.

### El curso del control temporal

En pocas palabras, en estudios como el anterior, el interés en el análisis de las llamadas contingencias de reforzamiento (la forma como se relacionan propiedades del ambiente, la conducta y las consecuencias) radica en encontrar aquellas regularidades que culminan en la conducta temporalmente discriminada. Pero la evidencia se obtiene precisamente en el patrón temporal de la conducta en estado estable, no en el proceso de adquisición. Lo que pareciera faltar, entonces, es identificar la forma en que opera el reforzador para que la conducta se aproxime a ese patrón. En general, Staddon (1975) propuso que ese proceso de adquisición puede entenderse si se considera una analogía evolutiva utilizando los conceptos de selección, variación y adaptación. En este contexto, consideremos el caso de un programa de tiempo fijo (TF) que es similar al de intervalo fijo, pero que no requiere respuesta alguna. Ahora existe la regularidad temporal, pero la entrega del reforzador no depende de la emisión de una conducta específica (no opera ningún principio programado de selección de la respuesta). La evidencia es contundente, de cualquier manera, la conducta se organiza temporalmente (v. gr. Staddon & Simmelhag, 1971). Tal parece que esta organización temporal se desarrolla gradualmente conforme transcurre la exposición al programa. Esto se puede verificar si se programa una regularidad temporal de la entrega del reforzador en ausencia de requisito de respuesta. En la figura 1 se presentan los datos de la conducta de husmear el comedero a lo largo de las sesiones en un programa de TF90.

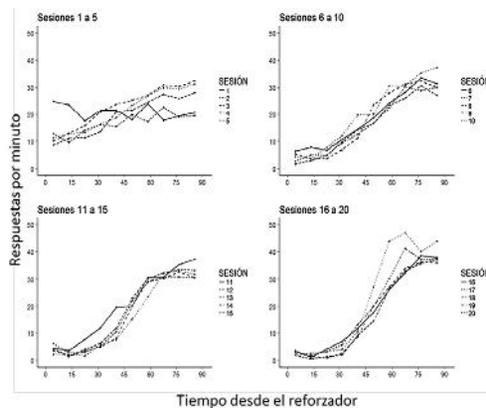


Figura 1. Gradiente temporal de la respuesta de un rata sometida a un programa de Tiempo Fijo 90 segs. La respuesta registrada fue ingresos al comedero obtenidos en intervalos sucesivos de 9 segundos.

La figura ilustra varias cosas:

(1) En la primera sesión el gradiente es prácticamente plano sin muestra alguna de control temporal.

(2) A partir de la segunda sesión el patrón adquiere una forma de crecimiento lineal que predomina hasta la quinta sesión.

(3) Conforme transcurren las sesiones se observa que el husmeo del comedero empieza a declinar en los primeros intervalos después del reforzador y a incrementar en los intervalos terminales cercanos a la entrega del reforzador.

(4) De hecho, es notorio que la conducta temporalmente discriminada aparece ya para la 6ª sesión, aunque no de forma tan precisa como en las últimas sesiones.

Esta progresión de cambios no es inusual en programas de IF en los que se requiere que transcurra el tiempo especificado y la emisión de una respuesta para que se presente el reforzador. Lo particular de este caso es que el TF no requiere respuesta alguna y, de cualquier forma, la conducta de husmeo muestra un gradiente temporal similar al observado en programas IF. El desarrollo de ese control se observa en otras conductas, como picotear en palomas o apretar una palanca en ratas, pero los mecanismos posiblemente sean los mismos. Machado and Cevik (1998) describieron el proceso como sigue: Una vez que inicia la presentación del IF, el patrón de respuesta parece incrementar un poco y luego disminuye conforme transcurre el intervalo. Más adelante, el gradiente de respuesta se aproxima a una línea recta y, posteriormente, la curva gradualmente se aproxima a la forma de festón que se observa comúnmente en las sesiones terminales. Vale la pena señalar que este tipo de evidencia sugiere preguntas que sería difícil formular a partir de la observación del estado estable de la conducta. Sugieren también que abordar estas cuestiones nos proporciona evidencia de la forma y mecanismos que ayudan a entender cómo se adapta el organismo a las regularidades temporales del ambiente.

Una pregunta que surge del experimento anterior es si el control temporal del husmeo en TF se transfiere a una conducta diferente, como responder a una palanca, requerida por un programa IF. En un experimento (López & Menez, 2012) después de mantener a un grupo de ratas en un programa de TF por varias sesiones, en una siguiente fase se introdujo un programa de IF del mismo valor temporal. En la Figura 2 se presentan los datos de las ratas en las dos fases en las últimas 5 sesiones del TF y en las primeras y últimas 5 sesiones en el IF. La primera fase concuerda razonablemente con los datos presentados en la Figura 1: La conducta de husmeo muestra un patrón de respuestas que indica control temporal.

Las primeras cinco sesiones de la segunda fase en IF muestran algo novedoso. El gradiente de control temporal de la conducta de husmeo persiste y, al mismo tiempo, se observa el mismo patrón en la conducta de responder a la palanca. Para las últimas cinco sesiones, el gradiente de respuestas a la palanca ha sustituido, aunque no completamente, el de las respuestas de husmeo. No es aventurado decir que se presenta una fuerte transferencia del control temporal del husmeo hacia las respuestas a la palanca, facilitando así el desarrollo del control temporal de esta última. También se puede percibir que aparece una competencia entre respuestas de husmeo y responder a la palanca, puesto que incrementos en una se acompañan de decrementos en la otra, principalmente en la parte terminal del intervalo.

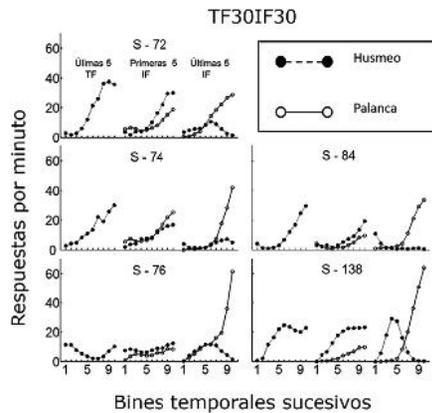


Figura 2. Gradiente de respuestas de las últimas cinco sesiones en la primera fase en un programa de Tiempo Fijo 30 s y en las primeras y últimas cinco sesiones en la segunda fase en un programa de Intervalo Fijo 30 s.

Las afirmaciones anteriores se pueden evaluar si manipulamos el programa aplicado en la primera fase. En otro grupo, en la primera fase se aplicó un programa de tiempo aleatorio (TA) en el que el reforzador se entregaba de manera temporalmente imprevisible sin requisito de respuesta alguno mientras que, en la segunda fase, se introdujo el programa de IF30 que exigía una respuesta. Como se puede observar en la Figura 3, el patrón de respuesta del husmeo fue relativamente plano y persistió en la segunda fase. Además de la competencia entre respuestas sugerida en el párrafo anterior, otro hecho notable es que el gradiente de la conducta de apretar la palanca en la segunda fase fue similar al de husmeo (relativamente plano). De hecho, esta evidencia fortalece la afirmación de que se

transfirió el control de una conducta a otra, pero ahora demorando el inicio del control temporal de la conducta de la respuesta a la palanca (que puede verse con claridad en las últimas cinco sesiones).

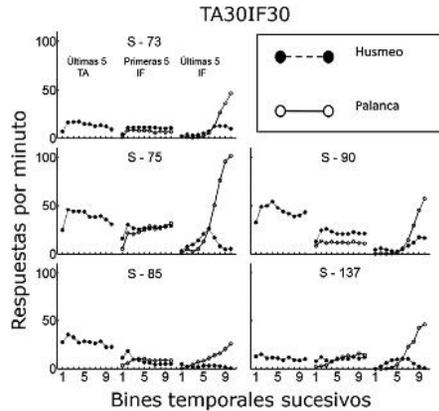


Figura 3. Gradiente de respuestas de las últimas cinco sesiones en la primera fase en un programa de Tiempo Aleatorio 30 s y en las primeras y últimas cinco sesiones en la segunda fase en un programa de Intervalo Fijo 30 s.

### Factores de respuesta

Otros factores también pueden competir o interferir con el desarrollo del control temporal. Los programas de IF contienen dos variables que operan en dirección opuesta: la contingencia respuesta/reforzador tiende a elevar la tasa de respuesta general, mientras que la contingencia temporal tiende a disminuir la tasa de respuesta al inicio del intervalo, puesto que la ocurrencia del reforzador señala un periodo subsiguiente sin reforzamiento. Debido a esta última condición, Schneider (1969) consideró que el IF podría considerarse como un programa temporalmente discriminado Extinción-Intervalo Fijo.

Si los factores de reforzamiento y temporales efectivamente actúan en dirección opuesta en los programas de IF, podemos contraponerlos de la siguiente manera. Primero, consideremos que a mayor el valor temporal del IF menor la tasa de reforzamiento. En estas condiciones se puede inferir que en las etapas tempranas de adquisición la tasa de respuesta será más elevada en los IF pequeños que en los largos. Lo anterior significa que la competencia entre control temporal, asociado al intervalo entre reforzadores (IER), y la frecuencia de reforzamiento incrementará a medida que el valor del intervalo fijo se hace más pequeño. En un estudio

que intento Verificar esta posibilidad (Morales Rodríguez, 2014) se asignó a un grupo de ratas a un programa de IF 3 y otro a un IF 90 segundos. En la Figura 4 se presentan los gradientes de respuesta en sesiones seleccionada a lo largo del entrenamiento.

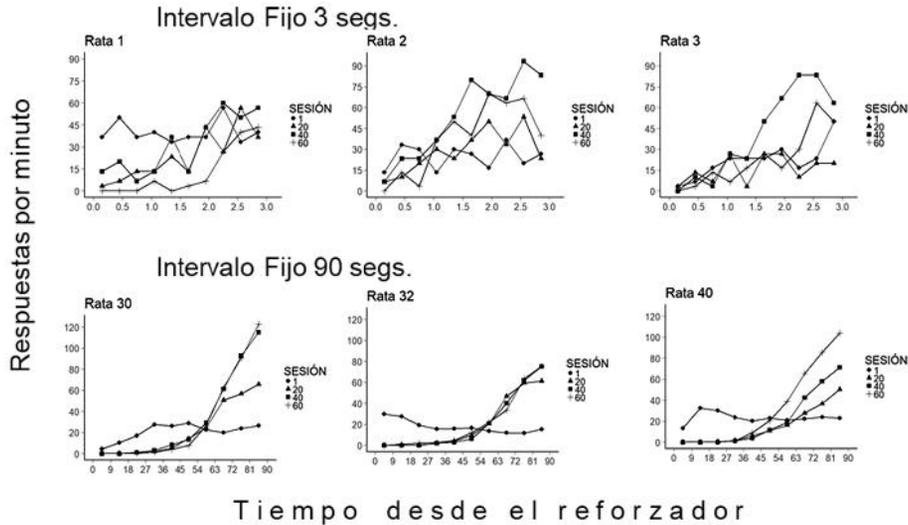


Figura 4. Tasa de respuestas a partir del reforzador. La abscisa indica el tiempo desde el reforzador y la ordenada la tasa de respuestas. Las gráficas superiores representan datos de ratas sometidas a un programa IF 3 s. Las inferiores a ratas sometidas a un IF 90 s.

Como se puede ver en la figura, en la primera sesión el gradiente de respuesta fue relativamente plano para ambos valores. Sin embargo, para la sesión 20 el control temporal se había desarrollado de manera completa en el IF 90 mientras que, en el valor de 3 segundos, éste solo es apreciable para la sesión 60 aunque el gradiente resultó irregular comparado con el de 90 segundos. En pocas palabras, el curso de adquisición del control temporal se vio seriamente afectado cuando el IER fue muy pequeño, pero se facilitó cuando fue grande.

Una posible interpretación de las diferentes trayectorias tiene que ver con que la fortaleza de la respuesta en la primera sesión es más elevada en el valor pequeño que en el grande, diferencia atribuible a la mayor frecuencia de reforzamiento en el primero que en el segundo. Las diferencias en tasas de respuesta hacen que el periodo inhibitorio post-reforzador deba incidir en periodos que ofrecen una

resistencia diferenciada. Para reducir la conducta el período inhibitorio post-reforzador debe actuar sobre un nivel de respuesta mayor en el IF3 que en el IF90. En consecuencia, el tiempo de entrenamiento necesario para que se genere el control temporal es mayor para el IF3 que para el IF90. Vale la pena notar que, mientras que en el IF de 90 s el control temporal se manifestó en etapas tempranas del entrenamiento, en el IF 3 s solo lo observamos hasta etapas avanzadas y de manera muy irregular.

### **Comentarios finales**

Hemos revisado algunas preparaciones experimentales que concuerdan con un interés en el estudio del ajuste conductual del organismo a regularidades temporales del ambiente. El carácter del reporte tiene un interés ilustrativo pero que, consideramos, refleja las intenciones originales en el estudio de programas de reforzamiento como una forma de conocer los mecanismos que subyacen a tales ajustes basada en la adquisición del control, más que en el estado estable.

Desde luego, la comparación del curso de adquisición en grupos que reciben tratamientos diferentes no es la única ni necesariamente la mejor para determinar los mecanismos de aprendizaje y el desarrollo del control temporal. Otras posibilidades se han fundamentado en nociones teóricas (v. gr. Machado, Malheiro & Erlhagen, 2009; Staddon, 2001). Nuestras observaciones caen en el orden empírico en cuanto solo ilustramos tres posibilidades: Primero, aunque la regularidad temporal es la propiedad más notable, aún desconocemos de qué manera esta propiedad interactúa con otras propiedades de la conducta seleccionada y de otras conductas que suelen aparecer en estos programas. Segundo, mostramos que la regularidad temporal del ambiente genera un control que va más allá de la conducta reforzada. Tercero, observamos que la regularidad temporal no es independiente de factores asociados a la fortaleza de la respuesta. La idea que aquí se genera es que el desarrollo del control temporal inicia con la influencia de otros factores que bien pueden acelerar o desacelerar el proceso de adquisición. Estos otros factores en ocasiones suelen denominarse factores de respuesta, es decir, no vinculados con la variable temporal manipulada. La cuestión es como incorporar estos factores en el proceso de aprendizaje o, dicho de manera más directa, la regularidad ambiental nunca ocurre en ausencia de una historia o de la presencia de otras influencias. Por consiguiente, nos parece que una explicación del aprendizaje temporal debe incorporar un análisis de las condiciones iniciales que modulan el proceso que sigue el ajuste de la conducta a las regularidades ambientales. De igual

manera, no está exenta de los efectos de interacción entre variables concomitantes como la frecuencia y el intervalo entre reforzadores. Al menos estos dos sugieren la necesidad de un estudio de los mecanismos de aprendizaje (véase, por ejemplo, Killeen & Fetterman (1988). El análisis de la adaptación a la regularidad temporal ha sido bien resumido por Zeiler (1991): *La discriminación del tiempo posiblemente representa una estrategia que se desarrolló para enfrentar las demandas del ambiente y no como un proceso fijo*. Además, el inicio de una condición experimental o práctica se ha propuesto como una necesidad cuando los intereses se orientan a las intervenciones conductuales (véase, por ejemplo, Pipkin & Volmer, 2009). Bajo estas consideraciones, creemos que la investigación de la dinámica de la adquisición puede conducir a modelos de aprendizaje del aprendizaje del control temporal. De esta manera, los hechos recogidos en el curso de adquisición podrán entenderse como formas de considerar el control temporal como una forma de ajuste conductual a tareas temporales, congruente con las intenciones originales del estudio de programas de reforzamiento.

## Referencias

- Aparicio, C. F., López, F., & Nevin, J. A. (1995). The relation between postreinforcement pause and interreinforcement interval in conjunctive and chain fixed-ratio fixed-time schedules. *The Psychological Record*, 45, 105-125.
- Baron, A. & Leinenweber, A., (1995). Effects of a variable-ratio conditioning history on sensitivity to fixed-interval contingencies in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 97–110.
- Cole, M. R. (2001). The long-term effect of high- and low rate responding histories on fixed interval responding in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 43–54.
- Ferster, C. B. & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-CenturyCroft.
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2004). Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 661–669.
- Keenan, M. (1999) Periodic response-reinforcer contiguity: Temporal control but not as we know it. *Psychological Record*, 49, 273-297.

- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, 95, 274-95.
- López, F., & Menez, M. (2005). Effects of reinforcement history on response rate and response pattern in periodic reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83, 221-241.
- López, F., & Menez, M. (2012). Transference effects of prior non-contingent reinforcement on the acquisition of temporal control on fixed-interval schedules. *Behavioural Processes*, 90, 402-407.
- Lowe, C. F., Harzem, P., & Spencer, P. T. (1979). Temporal control of behavior and the power law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31, 333-343.
- Machado, A., & Cevik, M. (1998). Acquisition and extinction under periodic reinforcement. *Behavioural Processes*, 44, 237-262.
- Machado, A., Malheiro, M. T., & Erlhagen, W. (2009). Learning to time: a perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92, 423-458.
- Morales Rodríguez, F. J. (2014). Los límites del control temporal. Tesis Profesional, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morse, W. H. (1966). Intermittent reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 52-108). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Nevin, J. A. (1979). Reinforcement schedules and response strength. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour: Vol. 1. Reinforcement and the organization of behaviour* (pp. 117-158). Chichester, England: Wiley.
- Pipkin, S. S. T. & Vollmer, T. R. (2009). Applied implications of reinforcement history effects. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42, 83-103
- Reed, P., Morgan, T. A., (2008). Effect on subsequent fixed-interval schedule performance of prior exposure to ratio and interval schedules of reinforcement. *Learning & Behavior*, 36, 82-91.
- Rider, D. P. & Kametani, N. N. (1984). Interreinforcement time, work time, and the postreinforcement pause. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42, 305-319.
- Schneider, B. (1969). A two-state analysis of fixed-interval responding in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 677-687.
- Shull, R. L. (1979). The postreinforcement pause: Some implications for the correlational law of effect. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour: Vol. 1. Reinforcement and the organization of behavior*.

- Staddon, J. E. R. (1975) Learning as adaptation. In W. K. Estes (Ed.) *Handbook of Learning and Cognitive Processes (Volume 2): Conditioning and behavior theory*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Staddon, J. E. R. (2001). *Adaptive dynamics. The theoretical analysis of behavior*. Londres: The MIT Press.
- Staddon, J. E. & Simmelhag, Virginia L. (1971). The “superstition” experiment: A reexamination of its implications for the principles of adaptive behavior. *Psychological Review*, 78, 3-43.
- Zeiler, M. D. (1977). Schedules of reinforcement: the controlling variables. En: W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.). *Handbook of Operant Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, pp. 201–32.
- Zeiler, M. D. (1991). Ecological Influences on Timing. *Journal or Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 13-25

### III

## The pebble in the shoe

*Armando Domingos Batista Machado<sup>1</sup>*

UNIVERSITY OF MINHO PORTUGAL

Scientists communicate their work through specialized journals and books as well as through conferences, talks, and posters at scientific meetings. Their ideas on research issues -- on hypotheses and theories, methods and techniques, empirical findings and models -- may also fill classrooms of undergraduate and graduate students. However, scientists rarely discuss the education and training of the new generation of researchers. Perhaps there are two good reasons for their silence. First, most scientists are more interested in doing science, in investigating suboptimal choice in pigeons, temporal regulation in rats, self-control in children, or the neural bases of reinforcement, for example, than in teaching science, or in how to train students to observe and experiment, quantify and theorize. Second, scientists may not know enough about the teaching of science to change the standard way of doing it. They seem to believe that learning takes place implicitly while doing science, much as apprentices learned their crafts from the master during the medieval ages.

One of the privileges of being invited to write an introductory chapter is that we can at last get the means -- place, time, and freedom -- to break the silence and express our thoughts about issues unrelated to our specific and immediate research interest. This is my goal here, to share some thoughts about the standard curriculum of Psychology. But even this topic is too broad for a single chapter.

---

<sup>1</sup> The author would like to thank the students from the Animal Learning and Cognition lab at the University of Minho, and colleagues Francisco Silva and Marina Menez for their helpful comments. Correspondence to armandom@psi.uminho.pt

I have a more modest goal, to address the pebble in every shoe of those trying to obtain a degree in Psychology (students), and of those intimately involved in training the new generation (teachers). I refer to the teaching of Math/Stats to psychology students, that is, the teaching of quantitative reasoning, mathematics, probability and statistics.

There is hardly a single instructor of Math/Stats in Psychology who has not witnessed the enormous difficulties and frustrations experienced by our students with the topic. Most Psychology undergraduates do not understand the fundamental concepts of statistics, for example, or the procedures and techniques of data analysis that derive from these concepts. Hence, Math/Stats classes soon become a source of aversive stimulation and recurrent frustration<sup>2</sup>. To pass the course, many students memorize algorithms without really understanding what they are doing. After the statistics exam, they quickly forget what they have learned; many confess that they do not want to revisit the subject: “Prob-stats continues to be the bane of students, most of whom consider the statistics course a painful rite of passage - like fraternity paddling - on the way to an academic degree. Even among those who study it, most close the book at the end of the semester and happily put prob-stats out of their minds forever.” (Simon and Bruce, 1991/2016, p. 2)

However, those who later enroll on a Master’s or Doctoral program inevitably return to confronting Math/Stats. At such times, students and supervisors alike remark on how little knowledge students retained from the undergraduate years. This “statistical problem” has been aggravated by the fact that Psychology and Neuroscience have become very popular degrees in recent decades, attracting more and more students. The “statistical problem” became socially relevant.

It is also difficult to solve. Undergraduate students rarely have the mathematical knowledge required to understand the simplest quantitative models of behavior or the foundations of statistical problems. I distinctly remember the frustration I felt during my first reading of Staddon’s (1983) book “Adaptive behavior and learning”, for example, a book in which the author used simple mathematics to model kineses and taxes, schedule performance, choice and decision making. I realized that without some modicum knowledge of calculus, areas of active research and great interest to me would remain out of reach.

---

<sup>2</sup> As a colleague who teaches at an American University put it recently, “I have students crying in class, literally crying because they are so confused and frustrated. And the topic might only be frequency distributions and the mean, median, and mode.”

Moreover, the probability concepts that form the basis of the core statistics curriculum are also intrinsically difficult: Probability, randomness, variability, sample distribution, independence, null hypothesis test, confidence interval, and the like, are abstract concepts that are difficult to understand and easy to assimilate incorrectly. Take the derivation of the “simple” one sample t-test: The student must first learn about normal random variables, sampling distributions of the sample mean and the sample variance, and their independence when the sampling is from a normal population. No wonder that the t distribution is of recent vintage -- witness how late in history it emerged -- and a hard nut for students to crack.

Other subject matters also are difficult to learn. Ironically, perhaps, *The Psychology of Learning* is another case in point. Students also find Learning hard, dry, esoteric, abstract, and even boring (see Machado & Silva, 1998). We agree that several other courses in the Psychology curriculum are also hard, but we believe Math/Stats are harder. If many students can learn a great deal about *Learning* by complementing classes with self-teaching, reading Learning-related papers, discussing Learning ideas with colleagues, and the like, significantly fewer can do the same with Math/Stats.

The scientific community has made valiant efforts to alleviate these difficulties and some of its actions have had small positive effects. However, we agree with Simon and Bruce (1991/2016, pp. 2-3) summary assessment: “Despite successes, these campaigns to promote prob/stats [sic] have largely failed. The enterprise smashes up against an impenetrable wall - the body of complex algebra and tables that only a rare expert understands right down to the foundations. Almost no one can write the formula for the “Normal” distribution that is at the heart of most statistical tests. Even fewer understand its meaning; yet without such understanding, there can only be rote learning.”

The problem has two additional dimensions, rarely discussed. First, we tend to believe that if a student learns to use a linear regression model, say, then the student will automatically transfer the acquired know-how from the classroom to other settings. Unfortunately, experience reveals otherwise: The concepts and techniques learned in the classroom do not generalize to other problems and even to other classrooms! And second, in most Psychology programs, the teaching of Math/Stats rarely goes beyond one or two courses covering descriptive and inferential statistics. It is a minimum dose curriculum clearly insufficient to practice the fragile acquired skills and consolidate them.

To summarize, then, the Math/Stats “problem” has at least four aspects:

- a) most students do not know the mathematical concepts required to understand the simplest quantitative models of behavior, or the probability concepts required to understand basic statistical inference;
- b) the Probability foundations of statistical thinking are intrinsically difficult subject matters;
- c) transfer of learning is unplanned; and
- d) the dose of teaching is insufficient to promote more than temporary learning.

Other aspects are also relevant, including the moment we teach Math/Stats in the curriculum (e.g., during the freshman, sophomore, or junior year?), the relation with other courses (e.g., separated or integrated with Research Methods? If separated, before or after?), but we will not deal with them here.

In what follows, we suggest a different approach to the teaching of Math/Stats to Psychology students. It has three main features, how and what we teach (content), how much we teach (dose), and where we teach (context). In terms of content, we propose an approach to teaching that alleviates many of the problems mentioned above without sacrificing the fundamental goal of an introductory course - to teach students to reason statistically. The new approach is neither calculus based nor SPSS@ based; it does not require mathematical concepts that clearly are beyond the reach of most psychology and neuroscience undergraduates, but neither does it reduce the teaching of statistics to the teaching of a recipe. The new approach relies heavily on computer simulation.

The approach recreates in a simulation environment the contents most often taught in the statistics introductory course. Specifically, using an easy-to-learn and widely accessible program (e.g., Excel@ or R) the instructor teaches students to simulate the probabilistic models underlying the null hypothesis significance tests most commonly used in Psychology and Neuroscience, one and two-sample tests, ANOVAS, confidence intervals, linear regression and contingency tables, among others. From the first class, students simulate the assumptions of a statistical model (e.g., the null hypothesis environment of a t-test), collect samples and compute statistics, resample, vary parameters, and graphically observe the effects that result. This is simulation substituting for mathematical formalism, but simulation that requires thinking about the process of data generation, collection and analysis. Unlike teaching a recipe, it teaches how to cook.

At the end of each class or pair of classes, students will have built spreadsheets dedicated to the various statistical concepts, such as the sampling distribution of

the mean, the central limit theorem, the coverage rate of a confidence interval, or the ratio between different variance estimators. Simulation encourages exploration - what happens if I transform data, change model parameters, or violate one of the model's assumptions? - with almost immediate feedback in the form of graphs (how is the F statistic distributed when the null hypothesis of equality of averages is true, and when it is false?). In short, by simulation the student explores the fundamental statistical concepts, especially the concepts of variability and randomness, without bumping against the "impenetrable wall of algebra and complex tables".

The spirit of this new approach and the courses we envision are consistent with Simon and Bruce (1991/2016), Cobb (2007), and other authors' recommendations for the central role of resampling in statistics teaching. It is also consistent with several of the goals proposed by the Geise (2016) committee for the teaching of statistics. We emphasize the following: 1) students will learn to produce *graphs* and *numerical summaries* and interpret what they show and do not show; 2) students will learn to recognize and to explain the central role of *variability* in the field of statistics; 3) students will learn to recognize and to explain the central role of *randomness* in the design and planning of studies and the conclusions that can be drawn from them; 4) students will learn to work with *statistical models* and to use the basic ideas of *statistical inference*, both in terms of hypothesis testing and interval estimates; 5) students will learn how to interpret and draw conclusions from *software* output.

In recent years, we have been following the approach in the Department of Basic Psychology of the University of Minho. We have developed and tested an Excel@ add-in that allows the student to easily simulate the probabilistic models underlying most of the tests currently taught to psychology and neuroscience students in introductory courses. For example, using the add-in, students learn significance tests by defining population parameters, collecting samples, calculating sample statistics, and analyzing the results through graphs. Students also learn to construct a confidence interval, and then examine, by simulation, how often the interval captures the targeted population parameter. That is, students are more active during their learning -- they explore, guess, test and interpret.

Changing how and what we teach, although important, are not sufficient -- dose also matters. One semester simulation-based courses seem out of the question because the initial investment in simulation necessarily takes time away from statistics teaching; the course will be over almost after it effectively started. Two semes-

ter-long courses are obviously better but still insufficient, we believe, because the aforementioned difficulties -- statistical inference is tough and students must revisit its core concepts multiple times. We believe the approach needs to be implemented in at least 3 semester-long courses. With added time, student can learn concepts and techniques at greater depth. For example, having learned to generate data from various distributions in Excel and having covered the logic of one and two-sample t- tests, students can then examine the origins of the t distribution as the ratio of a standard normal random variable and the square root of an independent chi-square random variable divided by its degrees of freedom. In this case, extra time affords an additional opportunity to consolidate knowledge of random variables and their transformations, as well as improve knowledge of basic statistical inference.

We also need to integrate Math/Stats teaching with the rest of the curriculum. In particular, *all* faculty should be encouraged to contribute to the statistical training of their students. That is, all teachers, including those not primarily or directly involved in statistical teaching, can help by illustrating, applying or criticizing *in their courses* the concepts and techniques students have learned or are currently learning in their Math/Stats classes. The teacher who teaches about Memory also teaches how to construct a confidence interval or to interpret a linear regression model. The contribution of these other teachers is decisive in promoting the transfer of student learning, which in current curricula is mostly left to chance!

What we propose then is an approach that uses computer simulations as the primary means of learning statistical inference; that spreads Math/Stats teaching over a longer period; and that complements Math/Stats courses with learning experiences in courses dealing with other research issues. The task ahead is not easy, but by teaching statistical reasoning in more active and engaging ways, over longer periods of time, and across multiple contexts, we are likely to reduce students' frustrations and negative reactions towards statistical ideas, promote greater consolidation and transfer of knowledge and, in the end, form researchers and professionals that are significantly more competent.

The approach outlined above targets undergraduate teaching. Obviously, it is compatible with additional training for specialized audiences. For example, students in Psychology and Neuroscience PhD programs could receive additional mathematical training and then revisit statistics for more sophisticated learning.

We may get rid of the pebble in the shoe. When that happens, students and instructors may even come to enjoy Math/Stats. With greater certainty, the quality of our science will increase substantially.

## References

- Cobb, George W. (2007). The Introductory Statistics Course: A Ptolemaic Curriculum? *Technology Innovations in Statistics Education*, 1(1). Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/6hb3k0nz>
- GAISE (2016). College Report ASA Revision Committee, “Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016,” <http://www.amstat.org/education/gaise>.
- Machado, A., & Silva, F. (1998). Greatness and misery in the teaching of the psychology of learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 215-234.
- Simon, P. e Bruce, J. L. (2016). Resampling: Everyday Statistical Tool. Retrieved from <http://www.resample.com/resampling-everyday-statistical-tool/>
- Staddon, J. E. R. (1983). *Adaptive behavior and learning*. London: Cambridge.



# IV

## The trajectory of my life, so far

*Peter Richard Killeen*

ARIZONA STATE UNIVERSITY

### **Abstract**

Long ago and far away, I sat on a tree limb and wondered how I would fashion my life. I loved learning things, and maybe I could keep doing that forever. For young people the most important early learning is learning what is important, what is worth learning more about. The next is how to learn about it in a smart way, not as facts, but what animates it. Then one must learn to teach it, and finally to change it. This is the story of how I went from my love of journals and books, to a love of solving the problems of behavioral psychology. It has been a journey blessed by many very smart colleagues and friends, family, and good fortune. In this reminiscence, I review my intellectual journey, and some of the problems I have learned about, and contributed some solutions for.

When I was a young man I was in love with libraries. I would walk among the books and pull them off the shelves, paging lovingly through their contents. My love of libraries had nothing to do with the girls that I would occasionally meet there, I assure you—I know this, because at the time I did not believe in Pavlovian conditioning. This affection was especially deep in parts of the cathedral focusing on my newly chosen field, psychology. Among my beloved finds were the *Journal of Experimental Psychology*, and then my new favorite, the *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. But there was a sadness along with this love, as there so often is.

Many of these articles were orphans: Not touched, looked upon with kindness, care, or interest for many years. I determined that my goal in psychology was to adopt as many of these wonderful orphans as I could. But, how does one adopt research? By inviting the foundlings into your home. I began to build a theoretical home with in which all these lovely forlorn data could find their own places. That, after all, is the role of theory: To embrace who are in need; to gather together all the hard-learned regularities found in experiments and observations, and make them live through that union. Because without a theoretical home, data drift off and are forgotten by the community; only seen rarely by a passing stranger, as I was once.

While waiting for adoption papers for all, I was sidetracked by a puzzle. One of my mentors, RJ Herrnstein, found that animals were not rational in choosing between FI and VI schedules. FI—fixed interval, gave food at regular intervals: variable intervals (VI), as the name suggests, gave it randomly. Animals always chose the VI schedule when the two had equal mean values. In fact, they would prefer the variable even when its average delay was substantially longer than the FI. In his discussion of this effect, Herrnstein admitted that “One is forced to conclude that the pigeons are not only non-linear in their averaging, but also non-logarithmic. Unhappily, the task of discovering the correct principle of transformation, while certainly worthwhile, seems forbidding” (Herrnstein, 1964, p. 181). Well, that was a challenge to a graduate student! Herrnstein thought the task forbidding because he did not have the right tool to accomplish it. Fortunately, I had just come from a statistics class taught by David Cross, in which he explained the General Mean Theorem (GMT: Hardy, Littlewood, & Polya, 1959). The GMT was just the tool I needed. It permitted me to calculate averages of a set of numbers from one extreme in the set to the other: it could generate all possible averages, so it gave me a complete search strategy. First I generate preferences with different kinds of VI schedules and FI schedules. Then I see if there is any single average that will predict all the indifference points. This was to become the core of my doctoral dissertation (Killeen, 1968a). One other precondition that I needed to check was whether the animals were making the choices based on time or effort. In giving pigeons the choice between schedules in which they had to respond on a switch (on a VI schedule), and those which were told to not touch the switch (a Differential Reinforcement of Other behavior, or DRO schedule) I found absolutely no differences in preferences, as long as the average rate of reinforcement was the same (Killeen, 1968b). This makes sense, as reinforcers

always reinforce something, whether we are measuring it or not, so the pigeons were probably working just as hard in both cases; but in one case just not on a pecking key. This, and a few other experiments—and too many examinations that sometimes I passed—earned me my Ph. D.

I was contemplating about what to do with my life as these results were being written up, and a friend came to my office and said that Fort Skinner in the Desert was in need of replacement forces. I went to Arizona State University in Tempe, Arizona, where they offered me a job. I did not see any hostile Indians or angry cognitive psychologists circling the building; just palm trees, a nice campus, a good small faculty, and novel food and drink (like the interesting one called Margarita, served by the pretty waitress of the same name; I often wonder who she was. In both cases.) So, I took the job. Good move.

Among my colleagues were Aaron Brownstein, John Falk, and other excellent behaviorists. I had just missed Fred Keller, Jack Michael, Art Staats, Izzy Goldiamond, and others. But some of their students were still there—Rick Shull, Joel Myerson, Tim Elsmore, and many others that went on to successful careers in behavior analyses. So, I landed in a great environment. Such luck! What next? Like the colors in a color-circle, where blue turns to purple, to ultra-violet and then bends back around to infra-red, then deep red, the problems I chose in those next few years are the same ones that I circled back on toward the end of my career, 50 years later.

I was still interested in choice behavior, so I wrote to understand it (Killeen, 1972a) and experimented to understand it (Killeen, 1972b). In those experiments, I found that if one pigeon could choose between two schedules of reinforcement, back and forth, it spent just enough time in each to make rates of reinforcement equal. This in turn made rates of responding equal. Also, the ratio of times-spent matched the ratio of reinforcement rates, as measured over the whole session: Proportionately more time on the better schedule. The local rates of responding *within* each component were equal. Across components, animals matched. *Within components*, response rates equaled reinforcement rates which were both equal to 0.5! Matching there also! ¿Which comes first, switching to keep things equal (local matching always tending to 50%), or matching overall? Rachlin (1973) developed this question, which provided a basis for his maximization theory. I revisited the question and provided my last attempt at an answer just a few years ago (Killeen, 2015).

Another early question, the year after getting my degree, was why animals respond on ratio schedules so much faster than on interval schedules. I added ratio requirements to the end of a fixed time (FT) schedule—FT + 1 response, FT + 3, FT + 6, FT + 12. I found that by the time I got to the added 12 responses, the pigeons were pecking almost as fast as control animals on FR schedules! However, their pausing did not change. So I concluded that pausing was caused by the temporal spacing of reinforcers, and response rates by what animals must do to get them (Killeen, 1969). Catania (1971) later showed similar results in a much more elegant set of experiments. Together these insights formed the basis for the second *principle* of my *Mathematical Principles of Reinforcement* (Killeen, 1994; Killeen & Sitomer, 2003): Reinforcers direct behavior. (btw, “Principles” does not mean “Laws”, but rather sets of assumptions or metaphors, ones that everyone might agree with, on the basis of which specific models may be constructed). It was in this paper that I determined that my goal over the next few years was to provide a complete account of behavior on schedules of reinforcement. Those are the data that I would first rescue, the orphans that I would adopt. The simplest place to start was, I thought, with the simplest schedule—one in which the animal did not have to do *anything*, it would just be fed periodically. But animals did many things in these situations—pigeons would pace, rats chew, chickens scratch. Yet their behaviors were an orderly function of time (Killeen, 1975). This study of the power of incentives to induce behavior became the first of my “principles of reinforcement”: *Incentives turn on behavior*.

While I was doing this work, I wondered if species that had survived so long as you and I and rats and pigeons could be so stupid to engage in superstitious behaviors, like those I was measuring in that experiment. So, I asked them if they were that stupid. I gave pigeons food for pecking a key on a variable-interval schedule, and at the same time, independent of their behavior on a VT schedule. After they got food, they could get more food if they could answer a simple question: “Did you just earn that last bit of food, or was it charity, manna from heaven”? I did this by turning on two choice keys, one of which said, in Pidgin Spanish, “Wages” and the other of which said “Charity”. They were very accurate. If they could be so smart in assigning credit for reinforcement, why did they engage in so much superstitious behavior? My answer (Killeen, 1981) was “Why not?” Animals are not lazy; they don’t mind behaving—and if it just *might* do some good, why not? I changed the payoff for saying work vs. charity, and it biased their choices, in a rational way.

In all this work I was surrounded by, and helped by, my students and family. Due to the magic of positive reinforcement, and the magic of my beautiful wife Mary, my family got larger, and I moved from my house with garden and chickens, into the city where my children could have good schools. I learned how to cheer at football matches, struggled to understand “offside”, and gasp at beautiful gymnastic performances. But when the games got slow, I was thinking about my work. This is a good thing, because it brings the pleasure of problem solving—but it risks missing the most beautiful part of watching children grow up. I am lucky to now have my adult children near, to continue our life-long conversations. And to initiate ones with their children. My 10-year old granddaughter, Lia, now plays almost as well as her father.

Like my life, my research equipment also went through generations—from relay racks, to digital logic, to integrated circuits, to tiny early computers (*TRS*), to time-sharing computers (*PDP*), to second-hand PCs each controlling its own box, to commercial time-shared systems. I sometimes think that the early relay racks, those Legos of Logic, were the most fun, and the commercial systems removed me too much from intimacy with and control of the details of the experiments.

I had much joy in planning experiments and formulating theory. One day I drove out to San Diego to visit the laboratories of Edmund Fantino and Ben Williams with a Post-doctoral student, Greg Fetterman. On the way back we dedicated the long drive to coming up with a project that might help him get a good job. John Gibbon had just published a cognitive-behavioral theory of timing (SET) that put too much computation in the rat’s little head, we thought. So, we decided to write a parody of it, that would do it all—all the predictions that Gibbon had made—with low-level behavioral processes. To frost the cake, we would call it BeT (Killeen & Fetterman, 1988), again a parody of SET. We thought that our cartoon model was too simplistic to last critical test more than a couple years. It surprised Greg and me that it became and remains our most frequently cited paper. I think having fun at your work is a good predictor of other people liking the work.

Although most of my work is empirical and theoretical, sometimes I cannot stay away from the philosophy of behaviorism. It always bothered me that Skinner appeared to me to have double standards about our thoughts, joys and fears. For instance: “ideas, motives, and feelings have no part in determining conduct, and therefore no part in explaining it” (Blanshard & Skinner, 1967, p. 325). I’d ask you how you felt about that statement, but the question is stupid because, as just said, your feelings have no part in determining your conduct, so why should

anyone care? Why would Skinner take such a strange position? I think that there are two kinds of reasons for it. First, I think he restricted the meaning of “cause” to initiating cause- the first thing that happens to cause an effect; later things are not causes: My hitting the cue ball in billiards causes the target ball to eventually go in the hole; but the intermediate ball that I hit with the cue ball, and that then hit the target, was already predetermined, and thus not a cause. This rules out intermediate links in a causal chain of your behavior, links such as thinking over a philosophical position, as real causes. I thought about this objection, then, stimulated by a symposium graciously held in a retreat at the Universidad de Guadalajara, responded to it. My response was again in the form of a parody, this time of antiphonal, church call-and-response singing, using it to query the catechism of behaviorism (Killeen, 2004).

The second set of reasons Skinner disliked mentalisms was because he thought that talk about “internal causes” would “lead us down the garden path” to perdition. What perdition? He listed a half dozen reasons, such as: Talk of internal causes (or, mind) lacks explanatory power (as though explaining the cause of my response to you in terms of how I feel about you always lacks explanatory power); it involves theories (as though good science does not involve theories); it may distract us from the study of behavior (as though behaviorism cannot be rich enough to engage both, or that we are too distractible); it tends to invoke “homunculi” (little men inside our brain pulling the levers), but it needn’t do that, and doing that is not always bad. Adam Smith wrote famously about the benefits (and costs) of division of labor, and much more recently Herbert Simon (1962) wrote a highly influential article on the “architecture of complexity”, showing how hierarchical systems are much more efficient designs for complex systems (like the brain, and behavior) than linear ones. So, perhaps the best way to understand both brain and behavior is by thinking of them as stacked layers of homunculevels. I critiqued Skinner’s objections in (Killeen, 1984), and circled back to them once again in (Killeen & Jacobs, 2016).

In those papers you will find the reasons that I thought that the radical behavioral approach was not right. But why did I say that I thought Skinner had double standards? Because you cannot get by without invoking inner causes: The title of Zuriff’s (1979) article recounts the number of kinds of inner causes that Skinner employed, by other names. It was like a worried father, while building a campfire, telling his young son “don’t play with fire!”. But sons must grow up. They might grow up more safely if Dad would show them how to play with fire safely, as boy scouts are taught.

Early in the 21st century I had a phone call from Terje Sagvolden inviting me to be a member of a team at the Institute for Advanced Study. I had always wanted to go there, so I said yes! But, it turned out, this Institute was not in Princeton, New Jersey—but in Oslo, Norway!!! I went, despite the distance and strangeness, and had a wondrous year studying Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD). It took me a long while to understand the condition. It helped to take the same hermeneutic-walk around it (Killeen, Tannock, & Sagvolden, 2012) that I have urged that we do for all of the subjects that we study (Killeen, 2001). But it was only in the last months that we had a breakthrough in our thinking, one that happened on a cross-country ski outing. ADHD was commonly believed to be a dopamine deficit problem, because methylphenidate—Ritalin—reduces the symptoms, and is a dopamine reuptake inhibitor. But for us that didn't add up. Searching for an alternative, we formulated the hypothesis that ADHD was instead caused by a failure of energy. Neurons need to be fed fuel—lactate—to keep firing for more than a few seconds. We wrote several papers on that idea, the last being (Killeen, Russell, & Tannock, 2016). I am very pleased with this time out from my “normal science”, because it gave me a chance to give back to society for all the support it has given me over the years. I think that this is something that all people owe—a debt to society—and some are lucky enough to at least pay back a little interest on that debt.

All my career I warned my students not to study behavioral contrast—the data are very complex and confusing. But when I retired from the university a few years ago I decided to take on big problems that I had avoided. (It also meant that if successful, I could throw out file drawers of paper reprints that I had been carting around like unkept promises). Contrast was one that I took on. In the end, I argued that there were two types of behavioral contrast, in both cases due to reinforcers strengthening other behaviors than the target behavior (key-pecking or lever-pressing). These adjunctive behaviors competed with the target response but were under poorer control by the stimuli that signaled the change in components. In a rich component, there would be a lot of behavior (arousal again), and when components switched to lean, those adjunctive responses spilled over into the lean component (more than the target response did), and that competition caused negative contrast. Different kinds of competition occurred in the second type of contrast, that developed slowly and depended on the nature of the following (not preceding) schedule (Killeen, 2014).

Having developed a math model to deal with contrast caused by adjunctive behavior, I turned the model back on adjunctive behavior itself. The field had come

to believe that “adventitious reinforcement” or superstition was ruled out, because there is no contingency between drinking and getting food, and a contingency is required to condition operant behavior (the bible says). Furthermore, if you put a DRO contingency on the adjunctive response, to not allow food (say within 5 s of drinking), polydipsia would still develop. Well, Skinner himself said that contingency is not necessary for conditioning; all that you need is proximity in time. What a contingency, such as say a Fixed Ratio 10, does is simply to arrange that proximity. But what if you decrease the proximity with a DRO schedule? Then you decrease the adjunctive response. It seems that that shows some control by contingencies! You can train a new response like lever-pressing with a 40 s delay of reinforcement; why not maintain a response like drinking over the same delay? I teamed up with Ricardo Pellón, who had done much research with adjunctive responding, and together we addressed all the objections to a delayed reinforcement account of adjunctive behavior (Killeen & Pellón, 2013). Then some people who agreed with us at first changed their mind, and we had to address some of the arguments all over again (Pellón & Killeen, 2015). So it goes!

What’s next? I may go back to study time. I have become convinced that time is not in the world—but like sound and color and odor, it is a property that we impose on the world, in collaboration with it. That makes the topic of just how we do that so much more interesting. I may even have to go to the library to pick up some of the classic books on time. That would be nice.

I hope that you enjoy libraries as I do. You no longer do you need them for the pdfs; but you might find a book to surprise you, or a new journal to inspire you. Or a fellow student that is equally inspired! I continue to believe that theory may give data a home; but I also now realize that one of the most important things that happens in homes are new children! Good theories should also inspire the collection of interesting data. Physicists are always happy when a theory makes wrong predictions, or fails to make predictions of observed facts, because it gives them an opportunity to create “new physics”. This also is an obligation of theory in psychology—to be sufficiently clear in its predictions that errors may be found—errors that will give joyful industry to a new generation of psychologists. They will create data, bound for eJournals. Someday a student, perhaps you, will page through the cyberspace of books and journals, downloading some to his computer, lovingly open the digital covers of a journal, perhaps one never opened before, and find wondrous things. My heart is with you; especially when you find your way to libraries.

## References

- Blanshard, B., & Skinner, B. (1967). The problem of consciousness--a debate. *Philosophy and Phenomenological Research*, 27(3), 317-337. doi:<https://doi.org/10.2307/230717>
- Catania, A. C. (1971). Reinforcement schedules: The role of responses preceding the one that produces the reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 271-287.
- Hardy, G. H., Littlewood, J. E., & Polya, G. (1959). *Inequalities*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Herrnstein, R. (1964). Aperiodicity as a factor in choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7(2), 179-182.
- Killeen, P. R. (1968a). On the measurement of reinforcement frequency in the study of preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(3), 263-269. doi:[10.1901/jeab.1968.11-263](https://doi.org/10.1901/jeab.1968.11-263)
- Killeen, P. R. (1968b). Response rate as a factor in choice. *Psychonomic Science*, 12, 34.
- Killeen, P. R. (1969). Reinforcement frequency and contingency as factors in fixed-ratio behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 391-395.
- Killeen, P. R. (1972a). The matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17(3), 489-495.
- Killeen, P. R. (1972b). A yoked-chamber comparison of concurrent and multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18(1), 13-22.
- Killeen, P. R. (1975). On the temporal control of behavior. *Psychological review*, 82, 89-115.
- Killeen, P. R. (1981). Learning as causal inference. In M. Commons & J. A. Nevin (Eds.), *Quantitative studies of behavior* (pp. 289-312). New York: Pergamon.
- Killeen, P. R. (1984). Emergent behaviorism. *Behaviorism*, 12(2), 25-39. doi:<https://doi.org/10.1080/00925028408993943>
- Killeen, P. R. (1994). Mathematical principles of reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 105-172.
- Killeen, P. R. (2001). The four causes of behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 10(4), 136-140. doi:[10.1111/1467-8721.00134](https://doi.org/10.1111/1467-8721.00134)
- Killeen, P. R. (2004). Minding behavior. *Behavior and Philosophy*, 32(1), 125-147. doi:<https://doi.org/10.1017/S0194027304000017>

- Killeen, P. R. (2014). A theory of behavioral contrast. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *102*(102), 363-390. doi:10.1002/jeab.107
- Killeen, P. R. (2015). The logistics of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *104*, 74-92. doi:10.1002/jeab.156
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological review*, *95*(2), 274-295.
- Killeen, P. R., & Jacobs, K. W. (2016). Coal is not black, snow is not white, food is not a reinforcer: The roles of affordances and dispositions in the analysis of behavior. *The Behavior Analyst*, 1-22. doi:10.1007/s40614-016-0080-7. Advance online publication.
- Killeen, P. R., & Pellón, R. (2013). Adjunctive behaviors are operants. *Learning & Behavior*, *41*(1), 1-24. doi:10.3758/s13420-012-0095-1
- Killeen, P. R., Russell, V. A., & Tannock, R. (2016). Neuroenergetics. *Current Directions in Psychological Science*, *25*(2), 124-129. doi:doi:10.1177/0963721416628530
- Killeen, P. R., & Sitomer, M. T. (2003). MPR. *Behavioural Processes*, *62*(1-3), 49-64.
- Killeen, P. R., Tannock, R., & Sagvolden, T. (2012). The Four Causes of ADHD: A Framework. In S. C. Stanford & R. Tannock (Eds.), *Behavioral Neuroscience of Attention Deficit Hyperactivity Disorder and its Treatment* (Vol. 9, pp. 391-425). Berlin: Springer-Verlag.
- Pellón, R., & Killeen, P. R. (2015). Responses compete and collaborate, shaping each others' distributions. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, *41*(4), 444-451. doi:http://dx.doi.org/10.1037/xan0000067
- Rachlin, H. (1973). Contrast and matching. *Psychological review*, *80*(3), 217-234.
- Simon, H. A. (1962). The architecture of complexity. *Proceedings of the American philosophical society*, *106*(6), 467-482. doi:https://goo.gl/nQue2P
- Zuriff, G. (1979). Ten inner causes. *Behaviorism*, *7*(1), 1-8. doi:http://www.jstor.org/stable/27758925

# V

## Sustrato, regulación y alteración del comportamiento.

*Josué Antonio Camacho Candia<sup>1</sup>*

Laboratorio de Aprendizaje y Desarrollo del Comportamiento  
Facultad de Ciencias para el Desarrollo Humano  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA

### **Resumen**

En el presente trabajo se recuperan algunas reflexiones y propuestas de diversos autores que se han orientado por una sistematización del conocimiento científico que permita su integración para la comprensión de los fenómenos implicados, reduciendo la división o incluso la competencia científica por tener la mejor explicación sobre algún problema particular. Se señala que los fenómenos multidisciplinares son la clave para la integración del conocimiento científico que proviene de áreas incluso con supuestos ontológicos y epistemológicos que podrían parecer opuestos. Se retoma una propuesta de organización general de los fenómenos para delimitar el número de disciplinas necesarias para su comprensión (Matriz de las ciencias humanas de Gerhard Medicus). Se finaliza señalando la vigencia del “mito del marco común” atacado por Karl Popper.

Desde tiempos remotos, el ser humano ha sentido la necesidad de buscar una explicación clara, precisa y universalmente aceptada a distintos fenómenos con los que se relaciona. Sin embargo, el constante estudio científico de diversos fenómenos nos ha mostrado que esa tarea requiere más de consenso y trabajo multi e interdisciplinario que de divisiones o competencias explicativas. Actualmente,

---

<sup>1</sup> El autor agradece el “Apoyo a la Reincorporación de Exbecarios PROMEP”, folio UAT-LX-EXB-275, liberado el 21 de junio de 2017 con oficio 511-6/17-7588, el cual contribuyó a la realización del presente trabajo.

debido a la gran cantidad de información científica en ciertos campos o temas de estudio, del avance tecnológico y de la facilidad de divulgación de información a través de internet, resulta de suma importancia la clasificación, organización, jerarquización y relación de los fenómenos que se estudian, para evitar caer en confusiones explicativas y relacionales entre ellos, especialmente cuando se trata de identificar los factores que los sustenta, regulan y alteran. Además, esta organización también permitirá la comunicación interdisciplinaria a fin de enriquecer la comprensión de un fenómeno desde todas las áreas de estudio que se abordan.

Ya que no es posible que un mismo científico o una misma ciencia aborde todas las áreas o enfoques de estudio posibles para un mismo fenómeno, se hace importante tener claro el nivel explicativo en el que se ubica cada uno y a partir del cual cada una de ellas aporta para la comprensión del fenómeno en general. La interacción entre los profesionales que estudian desde diferentes perspectivas el mismo fenómeno, se ha dificultado en algunos casos por una supuesta incommensurabilidad (Kuhn, 1971) de sus principios ontológicos y epistemológicos, en otros casos debido a que inadvertidamente han competido por ser quienes mejor lo expliquen, asumiendo implícitamente, que sus argumentos se encuentran en el mismo nivel de estudio o de acercamiento del fenómeno sin advertir muchas veces que sus estudios no se contraponen, sino que se complementan ya que el nivel, enfoque o área de estudio es diferente.

La destrucción del mito del marco común que nos plantea Popper (1994), que ha impedido o dificultado la comunicación entre disciplinas o ciencias no sólo no ha disminuido a la par del avance científico y tecnológico, sino que al parecer, con el surgimiento de especializaciones y modas intelectuales, académicas y científicas, se ha acentuado peligrosamente, dando la idea de que cierta explicación puede ser la mejor, la única o la principal para dar cuenta de un fenómeno específico. Considero que este problema se ve especialmente agravado en las disciplinas relacionadas con las ciencias sociales y las humanidades debido a que las variables que afectan el comportamiento son complejas desde su definición, se afectan por su convencionalidad y su aislamiento, control y manipulación se dificultan. Lo anterior aunado a una falta de acuerdo teórico o conceptual, mismo que facilita el surgimiento de propuestas con poca claridad científica pero con mucha popularidad social.

Actualmente, las neurociencias se han popularizado en algunos casos con poco sustento científico claro y diferenciado, en otros, atribuyendo al funcionamiento cerebral habilidades o funciones cognitivas totalmente dependientes de la fisio-

logía del cerebro, sin relacionar la importancia del desarrollo del lenguaje, de las relaciones sociales, de las características de la tarea, etc. Lo anterior no significa que aquí se afirme que las neurociencias no están desarrollando aportaciones científicas importantes que permitan comprender mejor la relación cerebro-conducta a nivel neurofisiológico, neuroquímico y neuroanatómico. Lo que se busca señalar es que entre algunos profesionales y la sociedad en general, se ha dado una simplificación explicativa reduciendo la conclusión a la premisa de que “el cerebro es el único responsable de la conducta”, misma que podría ser fácilmente aceptada si ubicáramos el nivel explicativo que las neurociencias abordan; el cual, desde mi opinión, no puede ser en un nivel explicativo social a pesar de que se pueda desarrollar investigación neurocientífica con comportamientos sociales.

Uno de los principales problemas de la simplificación es que ésta lleva al relativismo, como en el caso de las neurociencias cuando éstas se popularizan inadecuadamente y compiten erróneamente con otras explicaciones sobre la conducta, consolidando involuntaria e inadvertidamente la idea de que más de una explicación supuestamente en el mismo nivel explicativo, es posible para el mismo fenómeno, de forma simultánea (sin que ocurran revoluciones científicas como diría Kuhn) y que la elección de la “mejor” explicación es responsabilidad del lector o de quien requiere el conocimiento.

Por lo tanto, es importante diferenciar en primer lugar los tipos de fenómenos que se estudian científicamente, identificando las características que los hacen posibles, las formas de aproximación adecuados y posteriormente los niveles explicativos donde se podrían ubicar las diferentes áreas de estudio. De esta forma, se podrá hablar de sustrato, regulación y alteración de una misma conducta pero desde aproximaciones científicas diferentes, sin que compitan entre sí.

Enfatizando el hecho de que esta necesidad de organización de los fenómenos no es nueva, se ha planteado por lo menos desde Aristóteles (1978, Traducción Castellana), cuando hablaba de las causas material, formal, eficiente y final; Tinbergen (1963) propuso un orden basado en la causas próximas (causalidad y ontogenia) y las causas últimas de la conducta (Filogenia y valor de sobrevivencia). Más recientemente Roca (1993) propone la clasificación del comportamiento en: físico-químico, biológico, psicológico, psicobiológico, psicofísico y psicosocial. De la misma forma, Medicus (2005) propone la Matriz de las Ciencias Humanas y habla de distintos niveles de estudio para un mismo fenómeno y los ubica como molecular, celular, orgánico, individuo, grupo y sociedad. Retomaremos esta última clasificación de Medicus (2005) para tratar de ubicar los diferentes estudios sobre la conducta.

A continuación, a groso modo y sin ser exhaustivo, se mencionarán algunos fenómenos de estudio y se retomará su forma de abordaje, buscando identificar las características que los hacen diferentes entre sí.

### **Algunos fenómenos objetos de estudio científico**

Algunos fenómenos ocurren incluso antes del dominio del hombre sobre la tierra y las especies, tales como la lluvia, los terremotos, los eclipses, los cambios de estación, entre muchos otros. Los cuales tienen como característica principal que no dependen de la interacción entre organismos vivos, sino que guardan una relación y se ven afectados por variables como el tiempo de rotación y traslación de nuestro planeta, la distancia que guardamos con el sol, el número y la distancia de satélites naturales de nuestro planeta entre muchas otras.

Tal es el caso de los eclipses solares que ocurren cuando se da una alineación entre el sol, la luna y el planeta Tierra, donde la sombra de la luna cubre la superficie de nuestro planeta. Debido a que el plano orbital de la luna no es paralelo a la eclíptica (plano que describe la Tierra alrededor del sol) de la Tierra, es que los eclipses no son frecuentes ya que la luna se encuentra la mayor parte del tiempo por debajo o por encima de la eclíptica de la Tierra. Los eclipses solares pueden ser totales, parciales o anulares dependiendo de factores como la cercanía o lejanía del punto de órbita de la luna con respecto a nuestro planeta.

Otro tipo de fenómenos a los que se les ha buscado explicación son aquellos que no dependen de variables propias de la astronomía, físicas o meteorológicas como elemento principal o definitorio, sino que ocurren por la existencia, desarrollo y evolución de las especies, el hábitat en el que viven, la flora existente, la presencia o ausencia de otras especies, entre otras.

Tal es el caso de fenómenos como la migración de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) desde el pacífico norte hasta la península de Baja California para reproducirse y tener sus críos, misma que obedece no sólo al cambio de temperatura en el agua sino también a la ausencia de depredadores naturales. Otro ejemplo son las conductas de colaboración y adaptación del pingüino emperador (*Aptenodytes forsteri*) que se enfrenta a una de las condiciones climáticas más hostiles del planeta, con temperaturas de hasta  $-60^{\circ}\text{C}$  en la Antártida, y que cuando se agrupan para protegerse del frío, los pingüinos que se encuentran en el centro del grupo se van colocando en la periferia con cierta regularidad, permitiendo que los que se encontraban en la parte más externa se coloquen en el centro. Otra conducta am-

pliamente observada en esta especie es la de colaboración entre macho y hembra para el cuidado de sus críos, ya que una vez que la hembra ha puesto un único huevo, lo deja al cuidado del macho quien lo resguarda incluso sin alimentarse hasta el regreso de la hembra.

Otro ejemplo es la conducta materna, en especial el periodo de amamantamiento del Orangután salvaje de Borneo, (*Pongo pygmaeus*) que tiene una duración de hasta 8 o 9 años y que se ha relacionado no sólo con sus intervalos largos entre nacimientos (entre 3 y 4 años) y su dependencia materna, sino también con su vida social aislada y a las circunstancias del medio en que viven.

Otro tipo más de fenómenos que han intrigado al ser humano son aquellos que ocurren como consecuencia de la interacción entre organismos vivos y que son consecuencia o se ven afectados principalmente por el aprendizaje, la instrucción, el grupo social y cultural con que se relacionan y el grado de desarrollo lingüístico que se posea, entre otras.

En este grupo de fenómenos encontramos las conductas más variables y dinámicas ya que, a diferencia de las anteriores, éstas se ven afectadas por elementos que también son dinámicos y que por lo tanto se encuentran en constante variación, sin embargo, es posible el estudio científico de estos fenómenos si se determinan con exactitud las categorías, niveles de análisis y conceptos explicativos. Aquí nos encontramos con conductas tales como la lectura y escritura, conducta alimentaria, conducta musical, control instruccional, discriminación, conducta social, entre muchas otras.

Es precisamente en este último grupo de fenómenos que se pueden encontrar el mayor número de interpretaciones diferentes sobre la conducta, mismas que de ser organizadas en niveles lógicos de explicación no tendrían que ser excluyentes ni contradictorios, mucho menos, tratar de posicionarse como la única explicación posible de un fenómeno, especialmente cuando se trata de aquellos que pertenecen al tercer grupo anteriormente mencionado.

Lo anterior no significa que no puedan existir de forma clara, teorías científicas que efectivamente estén tratando de estudiar y explicar algún fenómeno en el mismo nivel lógico. Es decir, que al tratar de identificar las variables que afectan la conducta emocional a nivel social, algunos identifiquen que éstas son las relaciones que se establecen con otras personas, otros autores podrían asumir que son las experiencias previas y cómo éstas se retoman para afrontar las situaciones presentes y algunos más que se debe a la novedad o familiaridad de las situaciones vividas. Cuando tenemos explicaciones diferentes en el mismo nivel suele

sucedir que es una diferencia teórica o conceptual la que impide la relación de las variables identificadas o bien que éstas son las mismas pero conceptualizadas de manera distinta.

Lo anterior sucede con mucha frecuencia en disciplinas que no están unificadas teórica y metodológicamente entre sus profesionales y que cuentan con una amplia variedad de teorías para explicar el mismo fenómeno en el mismo nivel de análisis. Tal es el caso de la psicología, disciplina científica que además es tomada como base y referencia del trabajo de otros profesionales, pero con el desconocimiento de las distintas posturas que se pueden adoptar. Dejando así la lamentable conclusión de que más que tener una necesidad de discusión de sus fenómenos y unificación de sus teorías, lo que se debe hacer es elegir entre la más comprensible, la de mayor popularidad o la que mejor se adapte a la explicación personal de un fenómeno.

Se mencionaron algunos ejemplos de fenómenos que ocurren como consecuencia de los movimientos de los astros, otros por la existencia, desarrollo y evolución de las especies, el hábitat en el que viven, la flora existente, la presencia o ausencia de otras especies, entre otras variables y algunos más que se ven afectados principalmente por el aprendizaje, la instrucción, el grupo social y cultural con que se relacionan y el grado de desarrollo lingüístico que se posea, entre otras. La variedad de fenómenos que se estudian científicamente es importante porque la comparación entre ellos puede ocasionar confusiones en cuanto a los factores que los regulan, alteran o sustentan.

En el caso de la migración de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), sería difícil buscar la regulación o alteración directa de tal fenómeno en funciones neuronales u orgánicas particulares, no porque dichas funciones no estén presentes sino porque la regulación o alteración de tal fenómeno obedece a factores externos como cambios en la temperatura y la salinidad del agua, ausencia de depredadores, entre otros que se ubican como características del medio. La alteración se observa cuando la ballena gris no llega a su destino o lo hace con demasiada anticipación. Sin embargo, el sustrato de dicha conducta podemos ubicarlo de diferentes formas. Así, podemos hablar de sustrato neuronal, ambiental, físico, orgánico. Cada nivel dará cuenta de factores y variables muy diversas que no deben superponerse entre sí, por el contrario, deberían ayudar a una comprensión más completa del fenómeno.

Podemos decir entonces que existen fenómenos que pueden estudiarse en un determinado nivel explicativo de forma aislada, es decir, por una disciplina o cien-

cia en particular y con ello tener una comprensión clara o suficiente de la manera en que éste ocurre en cierto nivel de explicación lógica. Se puede estudiar de forma independiente sus sustratos, los factores que lo regulan así como aquellos que lo alteran sin que necesariamente deban ser abordados por otras disciplinas para mejorar su comprensión ya que el sustrato o los factores que la regulan y la alteran son del mismo tipo. Es decir, cuando una conducta tiene sustratos ambientales o neuronales no se requiere trabajo multidisciplinario para comprenderlos, sin embargo, cuando una conducta tiene sustratos tanto neuronales como ambientales y sociales es necesario abordar las tres áreas ya que de lo contrario se estarán dando explicaciones incompletas y pretenciosas. A los fenómenos que presenten estas características les llamaremos fenómenos multidisciplinarios.

### **Fenómenos multidisciplinarios**

Una primera diferenciación que es necesario hacer cuando se busca la explicación de una conducta es aquella que se puede establecer entre sustrato, regulación y alteración. Cuando hablamos de sustrato nos referimos a los elementos, las características y las variables sin las cuales la conducta no sería posible, considerando que el sustrato puede ser neuronal, orgánico, contextual o social, siempre y cuando se asegure como elemento primordial, crítico o fundamental para la manifestación de una conducta, pero sin que su sola presencia asegure que ésta puede ser expresada. Además, una conducta, puede depender de sustratos neuronales, contextuales y sociales simultáneamente, ya que éstos no se excluyen ni se contradicen. La adquisición del habla, es un ejemplo de conducta que requiere de un sustrato neuronal, contextual y social simultáneamente para tener la posibilidad de manifestarse. La ausencia de cualquiera de esos elementos provocará alteraciones que, dependiendo del sustrato que se trate, requerirán una atención y tratamiento diferente.

De manera muy simplificada y con fines ilustrativos únicamente, podemos decir que como sustrato neurofisiológico y neuroanatómico, el habla requiere de cierta maduración del Sistema Nervioso Central (SNC) especialmente de aquellas áreas que se relacionan con las funciones motoras y fonológicas, por ejemplo, cobran relevancia el área perisilviana del hemisferio izquierdo, la primera circunvolución temporal del mismo hemisferio que participa en la discriminación fonológica, así como la tercera circunvolución frontal izquierda cuya lesión se asocia con un trastorno caracterizado por un lenguaje verbal agramático no fluyente (afasia de Broca o afasia motora eferente). Sin embargo, aun suponiendo que no exista

alteración en el sustrato neurofisiológico y neuroanatómico del habla, éste no sería suficiente para asegurar su desarrollo.

Aun en condiciones de maduración cerebral sin alteraciones, se ha observado que el desarrollo del habla puede verse afectado por la ausencia de factores contextuales que la promuevan.

Tal es el caso documentado del “niño lobo de Aveyron” que fue encontrado en el bosque de Aveyron, Francia, conviviendo con lobos, desplazándose sobre cuatro extremidades y sin poder expresar verbalmente palabra alguna. Los estudios que se hicieron no dieron evidencia de alteración neuronal, sin embargo, el contexto en el que vivió este niño durante su infancia no estuvo caracterizado por elementos que favorecieran el desarrollo del habla. De la misma forma, no existieron relaciones o construcciones sociales, basadas en la complejidad lingüística, sino relaciones basadas en los elementos presentes (Castanedo, 2004).

Este ejemplo es importante porque puede evidenciar por una parte que el sustrato neuronal en este caso, no es suficiente para el desarrollo del habla y por otra, que el sustrato social y lingüístico es relevante y crítico para su manifestación. Si explicamos el habla tomando como base únicamente los factores sociales, debemos siempre aclarar que éstos serán suficientes siempre y cuando se garantice un adecuado desarrollo, maduración y funcionamiento del sustrato neuronal, ya que éste también puede derivar en casos de alteración o impedimento del habla.

Del mismo modo, cuando se aborde el sustrato neuronal de la adquisición del habla, se debe dejar en claro que ésta es posible siempre y cuando los factores sociales y lingüísticos hayan ocurrido favorablemente, los cuales, además, determinarán el desarrollo del habla como forma de expresión y comunicación lingüística.

En el caso del habla, la interacción de factores o variables que son objeto de diferentes ciencias, ha llevado a la confusión de intentar establecer una única disciplina científica como aquella que puede dar cuenta del habla, posiblemente debido a que inadvertidamente éstas buscan establecer relación con fenómenos únicos, que no puedan ser abordados por otras disciplinas.

Otro ejemplo de este tipo de fenómenos multidisciplinarios lo constituye la marcha humana. De forma en extremo simplificada e ilustrativa, podemos decir que para poder lograr este tipo de locomoción bípeda requerimos de sustrato neuromuscular y esquelético, es decir, el desarrollo y maduración de huesos, y músculos, además, de la participación de la corteza cerebral, los ganglios basales, el cerebelo y el tronco cerebral, mismos que actúan sobre la médula espinal. Sin

embargo, para lograr la marcha, no son suficientes las bases neuromusculares y esqueléticas, ya que incluso en casos de desarrollo típico es necesario que a los seres humanos se les enseñe a caminar de forma bípeda. En caso de no hacerlo, el sujeto no desarrollará la marcha de acuerdo a los parámetros esperados.

Nuevamente, el caso documentado de “el niño lobo de Aveyron” nos muestra esta realidad al encontrarlo desplazándose en cuatro extremidades a pesar de no existir alteraciones neuromusculares o esqueléticas.

Este tipo de fenómenos desde luego pueden ser abordados por una sola disciplina o por varias de forma independiente, sin embargo, lo que en este trabajo se argumenta es que, para la comprensión general del fenómeno, el profesional que deba atenderlo o estudiarlo, requerirá de las aportaciones de todas las disciplinas científicas que lo aborden.

Para explicar el habla o la marcha, el científico de un área en particular sólo requerirá sus teorías, metodologías y aproximaciones propias de la ciencia en cuestión, pero, el profesional que deba comprender el fenómeno de forma general, deberá acercarse a las teorías y metodologías de cada una de las ciencias implicadas, sólo así podrá lograr una comprensión general y holística del fenómeno. Es en este tipo de fenómenos donde el profesional podrá identificar factores o elementos como sustrato de ciertos fenómenos de diversos tipos como neuronal, social, individual ya que éstos son abordados por cada una de las ciencias que correspondan. De la misma forma, los factores que regulan o alteran esos fenómenos serán de naturaleza distinta. Lo que siempre se debe evitar es la simplificación general del fenómeno o la atribución de sustrato, regulador o alterador de algún fenómeno de este tipo a los conocimientos de una sola ciencia.

A continuación a groso modo, se mencionarán algunos fenómenos que son objeto de estudio de ciencias particulares identificando los elementos críticos para la regulación, alteración y el sustrato de tales conductas.

### **Sustrato, regulación y alteración neuronal**

Especialmente, cuando hablamos de regulación, alteración y sustrato con bases neuronales nos estamos refiriendo a niveles de explicación de tipo molecular, celular y orgánico, a pesar de que se puedan estudiar conductas emitidas por un sujeto aislado o por un grupo de sujetos en interacción.

Por ejemplo, Hernández-González y Guevara (2005), hacen una recopilación de estudios de diferentes autores que registraron la actividad eléctrica cerebral durante la interacción copulatoria en modelos animales. De forma sucinta, en

estudios con gatos se reporta decremento en amplitud en el ritmo de 40 Hz. de la amígdala, antes y después de la intromisión. En otro estudio, empleando ratas Sprague Dawley sexualmente expertas como sujetos, se reportan cambios en la actividad theta hipocampal entre 8 a 10 Hz., durante el acercamiento del macho hacia la hembra, y mostrando cambios y variaciones estadísticamente significativas durante la monta y antes de ésta, antes y durante la intromisión así como antes y durante la eyaculación.

Estos cambios en la actividad eléctrica que se han reportado durante la ejecución de la conducta sexual deben interpretarse como bases neurales o sustrato de la conducta de tipo celular (Medicus, 2005), en la medida en que se hacen registros eléctricos de regiones cerebrales específicas. Sin embargo, los cambios en la actividad eléctrica de algunas regiones no deben interpretarse como evidencia de una regulación neuronal de dicha conducta sexual, la cual, en caso de buscarse, se debe ubicar a nivel orgánico o de individuo, es decir, que la regulación de la conducta de acercamiento, monta y eyaculación se deben a factores como el ciclo en que se encuentre la hembra, los movimientos de intromisión de la rata, el número de montas e incluso las tareas o actividades que se presentan como requisito para el acceso a la pareja.

Esta simple pero importante diferenciación ayudaría a tener una visión más amplia y completa de la conducta sexual en conjunto, lo que permitiría explicarla en diferentes niveles con claridad y sobre todo con la posibilidad de conjuntar estudios científicos.

En otro estudio Chamorro y Matute (2015) asumen el control inhibitorio como una característica o incluso en algunos casos, como la base de diversos trastornos como el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y el obsesivo compulsivo. El cual, a su vez, tiene su sustrato biológico en las regiones prefrontales de la corteza cerebral -como la corteza motora y premotora y el giro frontal inferior- y los ganglios basales incluyendo el globo pálido, el núcleo subtalámico y el cuerpo estriado. En el caso del TDAH, el sustrato anatómico del control inhibitorio se ubicaría principalmente en las funciones frontoestriales y a su vez, la regulación y alteración de estas funciones fisiológicas se relacionaría con una disfunción en el sistema dopaminérgico. Por lo que, siguiendo el trabajo de Chamorro y Matute (2015), los fármacos estimulantes (metilfenidato, anfetaminas) controlan algunos síntomas del TDAH ya que actúan sobre la dopamina.

### **Sustrato, regulación y alteración ambiental.**

Existen ciertos tipos de comportamientos que a pesar de tener una base neuronal, el sustrato, la regulación y alteración de éstos se encuentra en la relación que el individuo establece con los elementos concretos del ambiente. Por lo tanto, cuando hablamos de regulación, alteración y sustrato con bases ambientales nos estamos refiriendo a niveles de explicación de tipo individual, grupal y social (Medicus, 2005).

Un ejemplo de este tipo de comportamientos es el que se da por discriminación, el cual se identifica como un proceso conductual en el que un organismo responde diferencialmente ante la presencia de dos o más estímulos. Es este tipo de comportamiento, a pesar de estar implicadas la corteza prefrontal, el núcleo accumbens, la amígdala basolateral, los ganglios basales, entre otros, no se puede ubicar en ellos (a excepción de algún accidente cerebral que afectara directamente la fisiología de las estructuras implicadas) las variables de regulación y alteración del aprendizaje. Tales variables o factores de regulación y alteración se ubican, en condiciones de desarrollo típico, en la forma de la instrucción, la historia de reforzamiento, los antecedentes conductuales y las relaciones contingenciales entre los elementos implicados.

Orlando y Bijou (1975) nos muestran un ejemplo de esto al establecer una discriminación con un programa múltiple en personas con coeficiente intelectual de 30, 32 y 42 a la edad de 14, 16 y 21 años respectivamente, lo que los ubicaría como personas con discapacidad intelectual. Todos los participantes lograron establecer la discriminación emitiendo respuestas consecutivas ante un estímulo (ED) y dejando de responder ante otro (EΔ), sin embargo, es importante señalar que no se introdujo a los participantes directamente a la situación de aprendizaje, previamente se utilizó un programa para el reforzamiento de tasa altas y bajas ante cada uno de los estímulos.

### **Sustrato, regulación y alteración social.**

Otro tipo de conductas son reguladas y alteradas por interacciones de tipo estrictamente lingüístico, es decir, que la interpretación de un suceso convencional puede afectar nuestro comportamiento. Un ejemplo de este tipo de conductas lo representa el control instruccional, el cual se refiere al efecto que tienen las instrucciones sobre la manifestación de la conducta, de acuerdo con Herrera y Martínez (2015) una de las funciones de las instrucciones es que permiten la transmisión de información entre individuos sin la exposición a la experiencia directa,

favoreciendo así la emisión de un amplio repertorio conductual. Las instrucciones se emplean en diversos campos y existen diferentes variables que les afectan, tales como la cantidad y tipo de información que se ofrece, la especificidad, la veracidad o falsedad, la retroalimentación, la historia de reforzamiento del seguimiento de instrucciones, entre otras.

En este caso tanto el sustrato como la regulación y alteración de la conducta se relaciona con el dominio y la correspondencia entre el lenguaje y la conducta como elemento crítico, desde luego sin olvidar los elementos presentes al momento de emitir una instrucción. Es importante considerar que la evidencia de que alguien comprende una instrucción no siempre es que la cumpla, en algunos casos el incumplimiento de una instrucción puede ser evidencia de que se ha comprendido. Especialmente cuando la instrucción va en contra de ideas, valores o costumbres de alguien, será difícil que éste siga la instrucción. En otros casos podrá comprenderla pero no tener las habilidades o destrezas para cumplirla, por ejemplo podemos pedirle a alguien que toque alguna melodía en un piano, sin embargo, la respuesta negativa o la no ejecución pueda evidenciar que la persona no tiene la habilidad para hacerlo.

En este tipo de estudios se hace importante aclarar que es el lenguaje, sus formas de manifestación así como su desarrollo, ya que la misma instrucción puede ser interpretada de forma diferente por un grupo de personas, con aparente dominio lingüístico similar.

En este tipo de propuestas de estudio sería complicado buscar el sustrato del seguimiento de instrucciones en estructuras neuronales, pero tanto el lenguaje como los elementos propios del ambiente pueden ser factores que regulen y alteren la conducta. Por ejemplo le podemos pedir a alguien que baile, pero si se encuentra en una clase de matemáticas, sin música y nadie más está bailando, entonces puede complicarse el seguimiento de la instrucción.

## **Conclusiones**

En este capítulo se ha buscado establecer la necesidad de buscar formas de relacionar los aportes de distintas ciencias para la comprensión general de un fenómeno sin que éstas entren en conflicto o competencia explicativa.

Para lograrlo se ha hecho una diferenciación entre los tipos de fenómenos que se estudian, señalando que éstos tienen a su vez variables distintas que se identifican como sustrato, regulación y alteración de los mismos. Posteriormente se ha buscado diferenciar los fenómenos que pueden ser abordados por una ciencia de

forma individual y aquellos que necesariamente requieren un trabajo multidisciplinario. Finalmente, se han señalado algunos fenómenos que tienen diferentes sustratos y fuentes de regulación y alteración, enfatizando los de tipo neuronal, ambiental y social.

Se mencionaron también algunas propuestas de clasificación de los estudios científicos, resaltando la propuesta de Medicus (2005) como un ejemplo de la forma en que se pueden ubicar las aportaciones científicas, especialmente cuando se orientan hacia el estudio del mismo fenómeno.

Se concluye este trabajo señalando la importancia de buscar acuerdos científicos más que competencias explicativas, retomar la necesidad de reducir el mito del marco común que ya expuso Popper (1994) y que al parecer, lejos de eliminarse se ha acentuado, posiblemente afectado por la inercia y las exigencias de investigación y de conclusiones rápidas que exigen las instituciones encargadas de regular la actividad científica en nuestro país.

## **Referencias.**

- Aristóteles (1978, Traducción Castellana). *Acerca del Alma*. Madrid: Gredos.
- Castanedo, C. (2004). *Deficiencia Mental, aspectos teóricos y tratamiento* (6ta. Ed.). Madrid: CCS.
- Chamorro, Y. y Matute, E. (2015). El control inhibitorio y su implicación en algunos trastornos conductuales. En J. A. Camacho, M. L. Almanza y R. A. Romero (Coords.) *Neurociencia y Educación Especial. Conceptos, procesos y principios básicos* (pp. 193-217). México: Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Hernández-González, M. y Guevara, M. A. (2005). Actividad eléctrica cerebral durante la interacción copulatoria. En M. A. Guevara, M. Hernández-González, L. Chacón y J. A. Barradas (Coords.). *Aproximaciones al estudio de la motivación y ejecución sexual* (pp. 173-186). México: Universidad de Guanajuato.
- Herrera, D. y Martínez, H. (2015). Factores que intervienen en el establecimiento del control instruccional. En J. A. Camacho, M. L. Almanza y R. A. Romero (Coords.) *Neurociencia y Educación Especial. Conceptos, procesos y principios básicos* (pp. 247-264). México: Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma de Tlaxcala.

- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas* (2da. Ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Medicus (2005). Mapping transdisciplinarity in human sciences. In J. W. Lee (Ed.). *Focus on gender identity* (pp. 95-114). New York: Nova Science Publishers.
- 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 (Ed.). *Psicología del Desarrollo Infantil. Lecturas en el Análisis Experimental* (pp. 87-97). México: Trillas.
- Popper, K. (1994). El mito del marco común. En defensa de la ciencia y la racionalidad. México: Paidós
- Roca i Balasch, J. (1993). *Psicología, un enfoque naturalista*. México: Universidad de Guadalajara.
- Tinbergen (1963). On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20, 410-433.

## VI

# Prevención de Recuperación de Respuestas: Los Recordatorios de Extinción Reducen la Reparación de Conductas Voluntarias<sup>1</sup>

*Javier Nieto Gutiérrez y Rodolfo Bernal Gamboa*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

### **Resumen**

En años recientes, los efectos instrumentales de recuperación de respuestas se han propuesto como modelos de laboratorio para el estudio de las recaídas en comportamientos voluntarios como el comer en exceso o el abuso de drogas. El presente capítulo revisa investigación reciente de nuestro laboratorio que ha empleado un procedimiento conductual para prevenir la reaparición de respuestas operantes. Así, se evaluó la efectividad del uso de una clave de extinción en la renovación contextual, la recuperación espontánea y el restablecimiento. En conjunto, los resultados mostraron que la presentación de un recordatorio de extinción atenúa los tres fenómenos. Adicionalmente, los hallazgos sugieren que, a pesar de las diferencias metodológicas, existe un mecanismo similar que subyace a la renovación contextual, la recuperación espontánea y el restablecimiento.

Los Recordatorios de Extinción Reducen la Reparación de Conductas Voluntarias La reducción de la ejecución instrumental causada por la omisión de la entrega de la consecuencia o reforzador se conoce como extinción. Actualmente se acepta que durante la extinción instrumental no se produce una pérdida total de la información adquirida durante la fase de entrenamiento (Rescorla, 2001). La evidencia que apoya dicho argumento proviene de los llamados *fenómenos de recuperación de respuestas instrumentales* (e. g., Bouton, 2014). Por ejemplo, en el efecto de reno-

---

<sup>1</sup> Nota de los autores: El presente capítulo contó con el apoyo de UNAM/DGAPA a través del proyecto PAPIIT IN306817. La correspondencia correspondiente al presente capítulo deberá enviarse a Javier Nieto: [janigu@unam.mx](mailto:janigu@unam.mx) o a Rodolfo Bernal Gamboa: [rbernalg@unam.mx](mailto:rbernalg@unam.mx)

vación contextual, una respuesta previamente extinguida reaparece cuando se prueba al sujeto fuera del contexto de extinción (Bouton, Todd, Vurbic & Winterbauer, 2011; Nakajima, Tanaka, Urushihara & Imada, 2000). En la recuperación espontánea, el retorno de la conducta extinta ocurre por el simple paso del tiempo (Rescorla, 2004). Finalmente, el restablecimiento es un efecto que muestra que una respuesta extinguida puede recuperarse debido a la entrega gratuita de la consecuencia (Baker, Steinwald & Bouton, 1991; Delamater, 1997).

Los fenómenos anteriormente descritos han sido explicados con distintos mecanismos (McConnell & Miller, 2014). Por ejemplo, se ha propuesto que la renovación contextual puede explicarse en términos del condicionamiento contextual, desde dicha perspectiva, el contexto de adquisición tendría asociaciones excitatorias, mientras que el contexto de extinción sería inhibitorio; esas fuerzas asociativas se sumarían con la fuerza asociativa de la respuesta durante la fase de prueba (Pearce & Hall, 1980). Una explicación para la recuperación espontánea reside en asumir que durante la extinción el sujeto deja de atender la situación experimental y que el paso del tiempo permite que la atención vuelva (Robbins, 1990). En el caso del restablecimiento, algunos autores dan cuenta de él asumiendo que durante la fase de prueba ocurre una suma de las fuerzas asociativas entre el contexto (donde se re-expuso a la consecuencia) y la fuerza residual de la respuesta extinguida (Rescorla & Wagner, 1972).

Sin embargo, en años recientes algunos autores han propuesto que, a pesar de involucrar procedimientos distintos, todos pueden ser vistos como efectos contextuales (Bouton, Winterbauer & Todd, 2012; ver también, Nieto & Bernal-Gamboa, 2015). Por lo tanto, en la primera parte del capítulo se presenta con algún detalle dicha perspectiva teórica. Posteriormente, se presenta la serie experimental que evaluó los efectos de los recordatorios de la fase de extinción en la renovación contextual, la recuperación espontánea y el restablecimiento de respuestas instrumentales. Finalmente, se mencionan posibles implicaciones clínicas.

### **Tres fenómenos distintos, ¿un mecanismo?**

Al contrario de la perspectiva clásica del aprendizaje asociativo (e. g., Rescorla & Wagner, 1972), la teoría de la recuperación del olvido propuesta por Mark E. Bouton (1993, 1994, 1997) asume que la extinción no implica un desaprendizaje. Dicho autor sugiere que la extinción involucra un segundo aprendizaje de tipo inhibitorio, el cual es altamente sensible a las manipulaciones medioambientales o contextuales. Así, de esta forma se propone que los efectos de recuperación de respuesta podrían

ser entendidos como la pérdida de la ejecución de extinción producida por un cambio de contexto (Todd, Winterbauer & Bouton, 2012).

Es importante notar que únicamente el efecto de renovación contextual involucra manipulaciones explícitas en los estímulos externos (i. e., contexto). Sin embargo, Bouton (1993, 2010) ha propuesto que otros estímulos o eventos pueden considerarse tipos especiales de contexto. Por ejemplo, en la recuperación espontánea el simple paso del tiempo puede ser visto como un cambio de contexto temporal (Bouton, Nelson & Rosas, 1999). En el caso del restablecimiento la re-introducción de la consecuencia puede modificar el valor asociativo del contexto (García-Gutiérrez & Rosas, 2003). En resumen, se asume que a pesar de observar niveles cercanos a cero durante la extinción, conducir la prueba en un contexto distinto (externo, temporal o asociativo) al empleado en la extinción provocará la reaparición de la respuesta original.

Dado que el argumento básico de la línea de pensamiento anterior es la especificidad contextual de extinción (i. e., el aprendizaje de extinción no logra generalizarse a otros contextos), la reaparición de la conducta original podría evitarse a través de procedimientos que faciliten el recuerdo de la extinción fuera del contexto de extinción. Por lo tanto, el uso de pequeñas claves o recordatorios de extinción durante la prueba deberían reducir o mitigar la reaparición de la respuesta extinta. Asimismo, si la renovación contextual, la recuperación espontánea y el restablecimiento comparten el mismo mecanismo, entonces usar recordatorios de extinción debería tener el mismo efecto atenuante en todos los fenómenos de recuperación de respuestas.

### **Renovación contextual y claves de extinción.**

La recuperación parcial de una respuesta instrumental producto del cambio de contexto entre las fases de extinción y prueba se ha estudiado a través de tres diseños experimentales: ABA, AAB y ABC (Bernal-Gamboa, Carrasco-López & Nieto, 2014; Todd, 2013). La letra indica el contexto en donde se lleva a cabo cada una de las tres fases: entrenamiento, extinción y prueba. Por ejemplo, en la renovación ABA, la fase de entrenamiento se conduce en el contexto A (en los experimentos con ratas los contextos implican modificaciones en la caja de condicionamiento operante tales como textura, dimensión, aroma etc.), la fase de extinción en el contexto B y la fase de prueba en el contexto original A (Nakajima et al., 2000; ver también, Welker & McAuley, 1978). En la renovación AAB, las dos primeras fases se conducen en el mismo contexto A, mientras que la prueba se realiza en un segundo contexto B (Bouton et al., 2011). Finalmente, en la renovación ABC todas las fases se llevan a cabo en un contexto distinto (Bernal-Gamboa et al., 2014).

El primer estudio que evaluó el impacto de un recordatorio de extinción en la renovación ABA fue reportado por Willcocks y McNally (2014). Dichos autores observaron que la presentación de un recordatorio de extinción atenuó la respuesta de búsqueda de alcohol en ratas. Recientemente, nuestro laboratorio encontró hallazgos similares en una situación que involucró comida como reforzador (Nieto, Uengoer & Bernal-Gamboa, 2017). En la primera fase entrenamos a ratas hambrientas a ejecutar dos conductas instrumentales por alimento (C1 y C2). La C1 se entrenó en el contexto A, mientras que la C2 se entrenó en el contexto B. Posteriormente, ambas conductas recibieron un tratamiento de extinción en el contexto alterno (C1 en contexto B y C2 en contexto A). Durante todas las sesiones de extinción, las ratas recibieron presentaciones de un tono (recordatorio de extinción). Finalmente, todas las ratas recibieron la fase de prueba en los contextos originales (C1 en A y C2 en B). Sin embargo, para la C1 las ratas recibieron presentaciones del recordatorio de extinción (tono). Los resultados mostraron que, aunque ambas conductas presentaron la renovación contextual, las presentaciones del tono redujeron el nivel de renovación de la C1 (ver Figura 1).

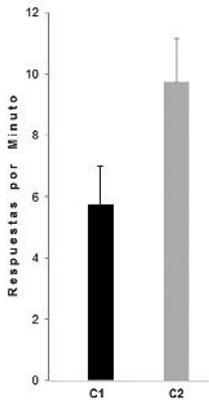


Figura 1. Ejecución instrumental de las ratas durante la fase de prueba. Basado en Nieto, Uengoer & Bernal Gamboa, 2017. "C1" y "C2" indican la conducta uno y la conducta 2 respectivamente. La clave de extinción se presentó únicamente en la prueba de renovación para la C1 ( $F [1,60] = 12.73, p = 0.01$ ). Las líneas verticales representan el error estándar de la media.

### Recuperación espontánea y claves de extinción

La recuperación espontánea es uno de los fenómenos más representativos de la psicología. Desde Pavlov (1927), se sabe que una conducta extinguida puede reaparecer con el simple paso del tiempo. Uno de los trabajos pioneros que mostró la recuperación espontánea de respuestas instrumentales fue reportado por Graham & Gagné en 1940. Dichos autores entrenaron a ratas hambrientas a recorrer un corredor recto por comida durante quince ensayos. Graham & Gagné encontraron que conforme avanzaron los

ensayos las ratas recorrieron más rápido el aparato experimental. Posteriormente, todas las ratas recibieron un procedimiento de extinción, lo cual provocó que las ratas recorrieran el corredor recto más lento que durante la fase de entrenamiento. Al finalizar el último ensayo de extinción, uno de los grupos recibió la fase de prueba inmediatamente, mientras que las ratas en el otro grupo fueron probadas seis minutos después. Los autores reportaron la recuperación espontánea de la conducta instrumental ya que observaron que las ratas que recibieron la prueba después de un intervalo de tiempo más largo recorrieron el aparato experimental más rápido que las ratas que recibieron la prueba inmediatamente (ver también, Rescorla, 2004).

Nuestro laboratorio fue el primero en evaluar el impacto de un recordatorio de extinción en la recuperación espontánea de respuestas instrumentales (Bernal-Gamboa, Gámez & Nieto, 2017). Usando un diseño experimental muy similar al empleado por Nieto et al. (2017), entrenamos a ratas a emitir C1 y C2. Una vez establecida la adquisición de ambas conductas, las ratas fueron expuestas a un tratamiento de extinción para C1 y C2. Sólo durante la extinción de C1 las ratas recibieron exposiciones a 65 presentaciones de un tono de 5 segundos (i. e., clave de extinción). La prueba se condujo 120 horas después de la última sesión de extinción. Todas las ratas mostraron recuperación espontánea en ambas respuestas, sin embargo, debido a que C1 fue probada en presencia de la clave de extinción, la recuperación espontánea de dicha respuesta fue menor comparada con la C2 que no recibió la prueba en presencia de la clave de extinción (ver Figura 2).

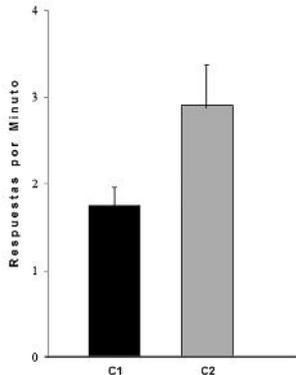


Figura 2. Ejecución instrumental de las ratas durante la fase de prueba. Basado en Bernal Gamboa, Gámez & Nieto, 2017. "C1" y "C2" indican la conducta uno y la conducta 2 respectivamente. La clave de extinción se presentó únicamente en la prueba de recuperación espontánea para la C1 ( $F [1, 30] = 4.28, p = 0.04$ ). Las líneas verticales representan el error estándar de la media.

### Restablecimiento y claves de extinción

Este fenómeno también fue reportado primero en una preparación de condicionamiento clásico (Pavlov, 1927). Sin embargo, la reaparición de una conducta extinguida

producto de la presentación gratuita de la consecuencia igualmente ha sido reportada empleando preparaciones de condicionamiento instrumental. Por ejemplo, Baker et al. (1991) entrenaron a ratas a presionar una palanca horizontal por alimento. En una segunda fase, se empleó un procedimiento de extinción para reducir las presiones a la palanca. Una vez finalizada la fase de extinción sólo uno de los grupos recibió presentaciones gratuitas del alimento. Un día después ambos grupos de ratas recibieron la fase de prueba. Baker et al, reportaron que únicamente las ratas que recibieron la fase de re-exposición al alimento restablecieron la respuesta de presionar la palanca.

De la misma forma que en la recuperación espontánea, nuestro grupo fue el pionero en explorar los efectos de una clave de extinción en el restablecimiento de respuestas instrumentales (Bernal-Gamboa et al., 2017). Para ello, empleamos un diseño intra-sujeto que nos permitió evaluar de una manera más limpia dicho fenómeno. En la primera fase de entrenamiento, dieciséis ratas en privación de alimento aprendieron a realizar dos conductas instrumentales (C1 y C2). Después, ambas respuestas decrecieron hasta llegar a niveles cercanos a cero debido al tratamiento de extinción que se implementó para las conductas. Es importante notar que durante esta fase, las ratas recibieron la extinción de C1 bajo la presencia de una clave de extinción (tono). En la siguiente fase, se colocó a las ratas en las cajas de condicionamiento operante pero sin la posibilidad de emitir las conductas instrumentales (las palancas estaban retraídas). En dicha sesión las ratas recibieron presentaciones gratuitas de alimento. Por último, las ratas recibieron la fase de prueba (las palancas volvieron a estar disponibles). En ambos casos las ratas restablecieron ambas C1 y C2. Sin embargo, durante la prueba de C1 se presentaron presentaciones breves del tono lo que ocasionó la reducción del restablecimiento de la C1 (ver Figura 3).

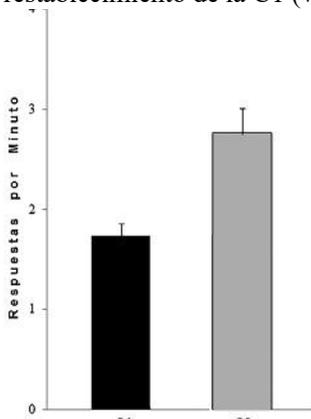


Figura 3. Ejecución instrumental de las ratas durante la fase de prueba. Basado en Bernal Gamboa, Gámez & Nieto, 2017. "C1" y "C2" indican la conducta uno y la conducta 2 respectivamente. La clave de extinción se presentó únicamente en la prueba de restablecimiento para la C1 ( $F [1,30] = 7.31, p = 0.01$ ). Las líneas verticales representan el error estándar de la media.

En conjunto, los tres experimentos mencionados anteriormente muestran que la presencia de estímulos asociados a la fase de extinción durante la fase de prueba reduce o atenúa la reaparición de la respuesta instrumental.

Es importante notar que las explicaciones que han sido propuestas para dar cuenta de los fenómenos de forma separada tienen problemas para integrar los resultados que se presentan en el presente capítulo. Por ejemplo, la perspectiva que propone que durante la fase de extinción existe una pérdida de la atención a la situación experimental (Robbins, 1990), implica que el sujeto no notaría (o dejaría de prestarles atención) las presentaciones del tono durante la extinción, con lo cual durante la prueba se esperaría el mismo nivel de recuperación espontánea en ambas C1 y C2, sin importar que C1 estuviese acompañada del tono. El principal problema de las propuestas que involucran la suma de fuerzas asociativas (Pearce & Hall, 1980; Rescorla & Wagner, 1972) es que todos nuestros experimentos utilizaron un diseño intra-sujeto el cual permitió que todas las ratas tuvieran una exposición equivalente a los contextos, las conductas y a las historias de reforzamiento empleadas. Así, el contexto A tenía una fuerza asociativa excitatoria para C1, pero tenía al mismo tiempo una fuerza asociativa inhibitoria para C2.

Por lo tanto, dado que se observa el mismo efecto atenuante en renovación, recuperación espontánea y en restablecimiento los presentes hallazgos son consistentes con la idea que propone que los tres fenómenos comparten un mecanismo en común (Bouton et al., 2012).

### **Implicaciones clínicas**

Es ampliamente aceptado que las intervenciones terapéuticas basadas en el enfoque cognitivo-conductual muestran índices altos de efectividad en cuanto la eliminación de comportamiento no saludables. Sin embargo, algunos autores han mostrado datos que señalan que dichos comportamientos no saludables, no solo no son destruidos, sino que además fácilmente reaparecen (Kirshenbaum, Olsen & Bickel, 2009).

Debido a que las conductas voluntarias tales como beber o autolesionarse involucran el aprendizaje instrumental, varios autores han propuesto el estudio de los mecanismos que subyacen a la reaparición de respuestas para entender mejor las recaídas. Así, las posibles implicaciones terapéuticas que pueden derivarse de la serie experimental aquí presentada podrían considerarse como alentadoras. En general la reducción de los fenómenos de recuperación de respuesta sugiere que el desarrollo de técnicas clínicas basadas en el uso de claves o recordatorios de extin-

ción podría atenuar las recaídas de acciones voluntarias sin importar que factores estén involucrados (renovación, recuperación espontánea o restablecimiento). Por ejemplo, la presentación de un breve estímulo asociado con la terapia puede evitar que la persona beba alcohol nuevamente. Adicionalmente, eso podría provocar que la persona se mantenga en un estado de abstinencia por un tiempo más largo.

## Referencias

- Baker, A.G., Steinwald, H., & Bouton, M.E., 1991. Contextual conditioning and reinstatement of extinguished instrumental responding. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43,199–218. <http://dx.doi.org/10.1080/14640749108401267>
- Bernal-Gamboa, R., Carrasco-López, M., & Nieto, J. (2014). Contrasting ABA, AAB and ABC renewal in a free operant procedure. *The Spanish Journal of Psychology*, 67, 1-6. <http://dx.doi.org/10.1017/sjp.2014.68>
- Bernal-Gamboa, R., Gámez, A. Matías, & Nieto, J. (2017). Reducing spontaneous recovery and reinstatement of operant performance through extinction-cues. *Behavioural Processes*, 135, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2016.11.010>
- Bouton, M.E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80–99, <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.114.1.80>
- Bouton, M. E. (1994). Conditioning, remembering, and forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes* 20, 219–231. <http://dx.doi.org/10.1037/0097-7403.20.3.219>
- Bouton, M. E. (1997). Signals for whether versus when an event will occur. In M. E. Bouton & M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition: The functional behaviorism of Robert C. Bolles* (pp. 385-409). Washington, DC: American Psychological Association.
- Bouton, M.E. (2010). The multiple forms of context in associative learning, in: Mesquita, B., Feldman Barret, L., Smith, E. (Eds.), *The mind in context*. The Guilford Press, New York, pp. 233-258.
- Bouton, M. E. (2014). Why behavior change is difficult to sustain. *Preventive Medicine*, 68, 29-36

- Bouton, M. E., Nelson, J. B., Rosas, J. M. (1999). Stimulus generalization, context change, and forgetting. *Psychological Bulletin*, *125*, 171–186. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.125.2.171>
- Bouton, M. E., Todd, T. P., Vurbic, D. & Winterbauer, N. (2011). Renewal after the extinction of free operant behavior. *Learning & Behavior*, *39*, 57-67. <http://dx.doi.org/10.3758/s13420-011-0018-6>
- Bouton, M. E., Winterbauer, N. E., & Todd, P. T. (2012). Relapse processes after the extinction of instrumental learning: Renewal, resurgence, and reacquisition. *Behavioural Processes*, *90*, 130-141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bepro.2012.03.004>
- Delamater, A. R. (1997). Selective reinstatement of stimulus-outcome associations. *Animal Learning and Behavior*, *25*, 400-412.
- García-Gutiérrez, A., Rosas, J.M. (2003). Context change as the mechanism of reinstatement in causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *29*, 292–310. <http://dx.doi.org/10.1037/0097-7403.29.4.292>
- Graham, C. H., & Gagné, R. M. (1940). The acquisition, extinction and spontaneous recovery of a conditioned operant response. *Journal of Experimental Psychology*, *26*, 251-280.
- Kirshenbaum, A.P., Olsen, D.M., & Bickel, W.K. (2009). A quantitative review of the ubiquitous relapse curve. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *36*, 8–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsat.2008.04.001>
- McConnell, B. L., & Miller, R. R. (2014). Associative accounts of recovery-from-extinction effects. *Learning and Motivation*, *46*, 1-15.
- Nakajima, S., Tanaka, S., Urushihara, K., & Imada, H. (2000). Renewal of extinguished lever-press responses upon return to the training context. *Learning and Motivation*, *31*, 416 – 431. <http://dx.doi.org/10.1006/lmot.2000.1064>
- Nieto, J., & Bernal-Gamboa, R. (2015). The role of attention on the renewal effect. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, *41*, 211-225.
- Nieto, J., Uengoer, M., & Bernal-Gamboa, R., (2017). A reminder of extinction reduces relapse in an animal model of voluntary behavior. *Learning & Memory*, *24*, 76-80. <http://dx.doi.org/10.1101/lm.044495.116>
- Pavlov, I.P. (1927). Conditioned reflexes. London: Oxford University Press.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, *87*, 532–552.

- Rescorla, R. A. (2001). Experimental extinction. In R. R. Mowrer & S. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories*. (pp. 119-154), Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Rescorla, R. A. (2004). Spontaneous recovery. *Learning and Memory*, *11*, 501-509.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R., (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current theory and research* (pp. 64–99). New York, NY: Appleton-Century Crofts.
- Robbins, S. J., 1990. Mechanisms underlying spontaneous recovery in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *16*, 235-249. <http://dx.doi.org/10.1037/0097-7403.16.3.235>
- Todd, T. P. (2013). Mechanisms of renewal after the extinction of instrumental behavior. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *39*, 193-207. <http://dx.doi.org/10.1037/a0032236>
- Todd, T. P., Winterbauer, N. E., & Bouton, M. E. (2012). Effects of the amount of acquisition and contextual generalization on the renewal of instrumental behavior after extinction. *Learning & Behavior*, *40*, 145-157. <http://dx.doi.org/10.3758/s13420-011-0051-5>
- Welker, R. L., & McAuley, K. (1978). Reductions in resistance to extinction and spontaneous recovery as a function of changes in transportational and contextual stimuli. *Animal Learning and Behavior*, *6*, 451-457.
- Willcocks, A. L., & McNally, G. P. (2014). An extinction retrieval cue attenuates renewal but not reacquisition of alcohol seeking. *Behavioural Neuroscience*, *128*, 83-91, <http://dx.doi.org/10.1037/a0035595>

# VII

## La tarea de Bisección Dual. Una adaptación centrada en la configuración de opciones de respuesta<sup>1</sup>

*Oscar Zamora Arévalo<sup>2</sup> y Marisol Espinoza Monroy*

Facultad de Psicología  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

La tarea de Bisección Temporal Dual se utilizó originalmente en palomas con el objetivo de contrastar las predicciones entre dos modelos de estimación temporal: Teoría de Expectancia Escalar (SET) y Teoría de Aprendizaje Temporal (LeT). Una modificación es propuesta para evaluar la generalidad de los resultados encontrados a otros modelos animales. En dos fases iniciales del experimento, se entrenó a 16 ratas en dos tareas de bisección temporal simple (Fase 1, 0.4 - 2 seg. y Fase 2, 2 - 10 seg.), ambas conservan una diferencia relativa de 5 a 1, pero presentan diferencias absolutas en sus respectivos valores. En la tercera fase se presentó una bisección temporal dual utilizando todos los valores presentados en las dos primeras fases (0.4 - 10 seg.). En todo el procedimiento se usó un tono de 4 KHz como marcador temporal, sin embargo cada bisección presentó de forma distinta en las opciones de respuesta: luz fija (bisección 1: 0.4 - 2 seg.) o luz intermitente (bisección 2: 2 - 10 seg.). Se dividió a los sujetos en cuatro grupos para contrabalancear: 1) orden de entrenamiento en las bisecciones simples, y 2) la relación de las palancas “izquierda” y “derecha” con las categorías “corta” y “larga”. Los resultados se discuten en términos de las predicciones formuladas por los modelos LeT y SET

La Teoría de Expectancia Escalar (SET por sus siglas en inglés) propuesta por John Gibbon (1977, 1991) para explicar cómo el tiempo controla el comportamiento

1 Los autores agradecen a Mario Pérez Calzada y a Sandra Sierra Medina su colaboración en la realización de algunos análisis estadísticos aquí reportados.

2 Agradece el apoyo al Proyecto DGPA-PAPIIT IN307716 con el cual se pudo realizar gran parte de este documento. Correspondencia:ozamora@gmail.com

de los organismos, ha sido sustentada por muchos resultados experimentales (para una revisión véase Church, 2002, Allman, Penney y Meck, 2016). Y aún cuando existen otros modelos cuantitativos de estimación temporal (Killeen & Fetterman, 1988; Machado, 1997; Staddon, Higa & Chelaru, 1999) SET ha sido el modelo más influyente en la investigación tanto en organismos humanos como no humanos.

El modelo de Aprendizaje Temporal (LeT por sus siglas en inglés) propuesto por Machado (1997) es una extensión del modelo Conductual de Estimación Temporal (BET por sus siglas en inglés) propuesto por Killeen y Fetterman (1988). Ambos SET y LeT han proporcionado buenas descripciones de los datos en los dos procedimientos experimentales más conocidos para estudiar el control temporal de la conducta, el procedimiento de pico (Catania, 1970; Yi, 2007) y bisección temporal (Church & Deluty, 1977; Gibbon, 1981; Machado, 1997).

Machado & Keen (1999) para contrastar los supuestos y predicciones de dos modelos de estimación temporal: SET y Aprendizaje de Tiempo (LeT por sus siglas en inglés; Machado, 1997) idearon inicialmente con palomas como sujetos experimentales *El procedimiento de bisección dual*, que consta de cuatro fases: (Figura 1)

1. Las palomas realizan una tarea de bisección temporal simple (llamada Tipo I): aprende a discriminar entre una duración de estímulo corto *CI* (por ejemplo, 1 s) y una duración de estímulo largo *LI* (por ejemplo, 4 s). El marcador temporal consiste en una luz blanca. Una vez que aprende a discriminar ambas duraciones, tiene que categorizar duraciones intermedias *t*. Comúnmente, las opciones de respuesta para *CI* y *LI* están asociadas con un color de tecla cada uno (como rojo y verde para respuestas *CI* y *LI*, respectivamente).

2. Después de esto, el organismo realiza otra tarea simple de bisección (llamada Tipo II) similar a la bisección de Tipo I y con el mismo marcador temporal (luz blanca): tiene que discriminar entre una nueva duración de estímulo corto *C2* (por ejemplo, 4 s) y una nueva duración de estímulo largo *L2* (por ejemplo 16 s). Una vez aprendida esta discriminación, tiene que categorizar duraciones intermedias *t*. Las opciones de respuesta para *C2* y *L2* también están asociadas con otros colores clave (como morado y amarillo para respuestas *C2* y *L2*, respectivamente). Aunque los rangos L-S son diferentes para ambas bisecciones, las razones L/S son iguales, y  $LI=C2=4s$ .

3. Una vez que las palomas han aprendido ambos tipos de bisección, se presentan duraciones temporales de ambas bisecciones en una misma sesión (fase de bisección simultánea); cada duración se presenta con sus respectivos colores de tecla asociados de acuerdo al tipo de bisección a la que pertenezca. La tarea de las palomas es la misma: categorizar las duraciones de tiempo.

4. Finalmente, en la fase de doble bisección per se, las duraciones temporales entre  $C_1$  y  $L_2$  se presentan durante la misma sesión, pero con nuevas combinaciones de colores clave.

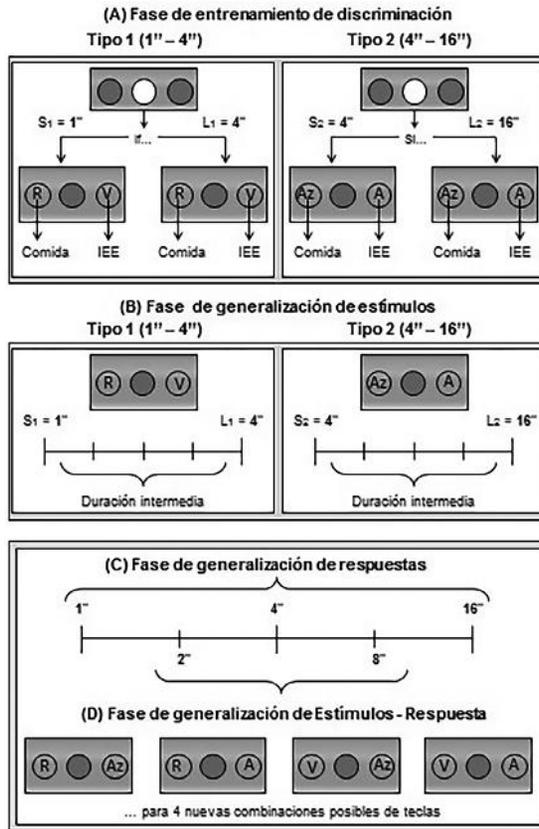


Figura 1. Estructura general de la tarea original de bisección doble (Machado & Keen).

Figura 1. Estructura general del procedimiento de bisección dual utilizado por Machado y Keen (1999). *A) Fase 1: Bisección simple Tipo I.* Se entrenan duraciones de referencia  $C_1$  y  $L_1$  con un tono (T1) y después se presentan duraciones intermedias. *B) Fase 2: Bisección simple Tipo II.* En sesiones diferentes se entrenan duraciones de referencia  $C_2$  and  $L_2$  con un segundo tono (T2) y después se presentan duraciones intermedias. Hágase notar que  $L_1 = C_2 = 400$  ms. *C) Fase 4: Bisección dual.* Se presentan duraciones de entre  $C_1$  and  $L_2$  con un tercer tono (T3). Véase la sección de Procedimiento para mayores detalles.

La figura 2 muestra las predicciones que hacen SET y LeT sobre los resultados a obtener en el procedimiento de bisección dual. Del lado izquierdo se encuentra los resultados predichos por SET, del lado derecho los predichos por LeT. Los paneles superiores indican las predicciones para la fase de bisección simultánea, y los paneles inferiores las predicciones para la fase de bisección dual propiamente dicha. Como puede apreciarse, cada modelo predice patrones diferentes:

Cuando las funciones psicométricas se normalizan dividiendo cada duración entre la duración más corta ( $t/C$ ), SET predice sobreposición de las funciones psicométricas entre la proporción de respuestas a la opción CORTO y la duración del estímulo (donde  $p(\text{CORTO}) = 1 - p(\text{LARGO})$ ) de ambos tipos de bisección, mientras que LeT predice que la función psicométrica con las duraciones de tiempo más grandes tendrá una mayor pendiente.

Además, cuando se presentan los dos colores asociados a  $L_1$  y  $C_2$  como *opciones de respuesta*, SET predice indiferencia ante cualquier duración de tiempo, mientras que LeT predice un aumento en la proporción de respuestas a  $L_1$  (verde, en este caso) conforme aumenta la duración del estímulo.

Finalmente, SET predice que el punto de bisección se ubicará cerca de la media geométrica de las duraciones de referencia, mientras que LeT predice que se ubicará en valores superiores a la media geométrica.

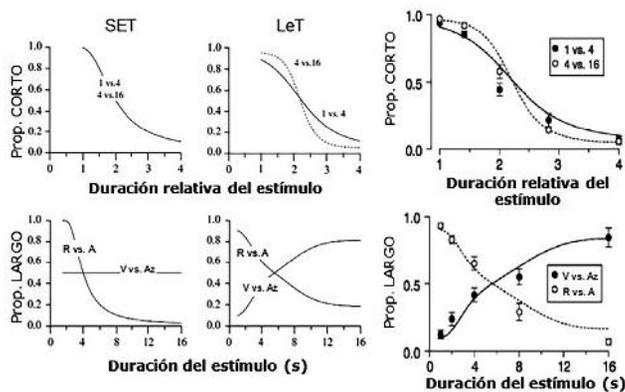


Figura 2. Predicciones de los resultados del procedimiento de bisección dual hechas por la Teoría de Expectancia Escalar (SET, paneles izquierdos) y por el modelo de Aprendizaje de Tiempo (LeT, paneles derechos) para las fases de bisección simultánea (paneles superiores) y de bisección dual propiamente dicha (paneles inferiores). Nótese que, a diferencia del procedimiento de bisección temporal, en bisección simultánea se grafica en el eje de las ordenadas la proporción de respuestas a la opción CORTO.

## Método

### Sujetos

Dieciséis ratas machos Wistar mantenidas al 80% de su peso ad libitum. Tenían alrededor de 90 días de antigüedad al comienzo del experimento y eran experimentalmente ingenuos, con acceso libre al agua todo el tiempo excepto durante las sesiones experimentales. Se alojaron individualmente en una colonia, con un ciclo de luz: oscuridad de 12:12 h comenzando con luz a las 8:00 am.

La tabla 1 muestra la asignación aleatoria de los 16 sujetos a cuatro grupos para contrabalancear: 1) el orden de entrenamiento-generalización (Tipo 1 o 2) y 2) la asignación de respuesta (reforzador corto o largo a la palanca derecha o izquierda).

Tabla 1. Los cuatro Grupos contrabalanceados: 1) por orden de duraciones (Tipo 1 ó 2) y 2) por palanca izquierda o derecha asignada a duración corta o larga

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Tipo 1 - Tipo 2	Tipo 1 - Tipo 2	Tipo 2 – Tipo 1	Tipo 2 – Tipo 1
“Largo” Derecha	“Largo” Izquierda	“Largo” Derecha	“Largo” Izquierda

### Aparatos

Se emplearan ocho cajas de condicionamiento operante estandarizadas con las siguientes características, de 28 cm de largo, 21.5 cm de ancho y 21 cm de alto, la pared delantera y trasera estaban hechas de acero inoxidable, y el techo y las paredes laterales eran de plexiglás transparente. El suelo era una rejilla de acero inoxidable compuesta por diecinueve barras de 0,5 cm de diámetro, con dos palancas para el registro de respuestas ubicadas en la parte frontal de la caja, a una altura de 13.5 cm, con una separación de las paredes laterales de 2 cm y una separación entre ellas de 8 cm., con dos luces circulares cada una por encima de cada palanca a una separación de 4 cm entre éstas, la luz izquierda es luz amarilla a una intensidad de 28 Volts y 100 miliamperios y la luz derecha es blanca a una intensidad de 28 Volts y 20 miliamperios. En medio de las palancas justo debajo de éstas se

encuentra el comedero 5.1 x 5.1 cm; donde se entregaban pellas de 45 mg de Bioserv, y en la pared trasera hay una luz a una altura de 16.5 cm que funge como luz general a una intensidad de 100 miliamperios; se utilizó un tono a una frecuencia de 4 KHz con un volumen de 70 decibeles para presentar las duraciones cortas, largas e intermedias. La presentación de los estímulos y el registro de respuestas, se realizó a través de una computadora personal conectada a una interfaz Med PC (Med Associates, St. Albans, VT).

### Procedimiento

El procedimiento empleado en este experimento, consistió en tres fases:

Fase 1: bisección temporal simple tipo I (0,4 - 2 seg.). Los sujetos fueron entrenados para discriminar entre una corta duración de estímulo S1 0,4 seg. largo y una larga duración L1 2 seg. largo presionando la palanca izquierda o derecha, respectivamente. El panel de la izquierda de la Figura 3 muestra la estructura de un ensayo de discriminación típico, que consistió en la presentación de un tono de 4 KHz como el marcador temporal y, una vez finalizada la duración del tono, se encendían sobre cada palanca una luz fija. Si los sujetos presionaron la palanca izquierda después de S1 = 0,4 seg. o la palanca derecha después de L1 = 2 seg., se apagaron las luces de ambas palancas y se entregó una pella como reforzador, seguido de un intervalo entre ensayos (IEE) tomado de una distribución uniforme (Media = 15 seg., rango = 5, 25 seg.) en la que todas las luces estaban apagadas. Cualquier otra respuesta no fue reforzada y el IEE siguió inmediatamente. La asignación de palancas para corregir las respuestas de acuerdo con la duración del estímulo se equilibró entre los sujetos. Si no ocurría ninguna respuesta en 20 seg. se pasaba al IEE inmediatamente. Las sesiones consistieron en 60 ensayos, 30 por cada duración de estímulo presentada al azar.

Cuando los sujetos alcanzaron un criterio de al menos un 80% de respuestas correctas durante tres días consecutivos o 75% de respuestas correctas durante cinco días consecutivos, se introdujeron sesiones de prueba. Durante la prueba, se introdujeron ensayos de generalización en los que se presentaron cinco duraciones intermedias junto con las duraciones entrenadas. Los valores (en segundos) de las duraciones intermedias fueron 0,62, 0,99, 1,25, 1,58 y 1,79. Las respuestas en este tipo de ensayos con duraciones intermedias nunca fueron reforzados, por lo que el IEE era seguido inmediatamente después de cualquier respuesta. Los ensayos de entrenamiento se presentaron con una probabilidad de 0,75 en cada ensayo, y las sesiones terminaban cuando las duraciones intermedias se presentaron cinco

veces cada una en una sesión. Hubo 10 sesiones de prueba. Durante toda la fase 1, si los sujetos no presionaron ninguna palanca 20 seg. después del final del tono, el IEE comenzaba y se presentaba un nuevo ensayo.

Fase 2: bisección temporal simple de tipo II (2 - 10 s). El panel de la derecha de la Figura 3 muestra la estructura general de esta fase, que es similar a la bisección simple de Tipo I pero con los siguientes cambios: 1) los sujetos fueron entrenados para discriminar entre una nueva duración de estímulo corto S2 2 seg. larga y una nueva duración larga L2 10 seg. largo, 2) el marcador temporal fue un tono de 4 KHz, y, una vez finalizada la duración del tono, las luces de la caja sobre las palancas se encendieron de manera intermitente 3) las duraciones intermedias (en segundos) para los ensayos de generalización fueron 3,14, 3,96, 4,99, 6,29 y 7,93. Las respuestas en este tipo de ensayos con duraciones intermedias nunca fueron reforzadas, por lo que el IEE era seguido inmediatamente después de cualquier respuesta. Los ensayos de entrenamiento se presentaron con una probabilidad de 0,75 en cada ensayo, y las sesiones terminaban cuando las duraciones intermedias se presentaron cinco veces cada una en una sesión. Hubo 10 sesiones de prueba. Durante toda la fase 1, si los sujetos no presionaron ninguna palanca 20 seg. después del final del tono, el IEE comenzaba y se presentaba un nuevo ensayo. El orden de presentación de las fases 1 y 2 fue contrabalanceado entre los sujetos. Observe que los rangos L - S son diferentes para ambas bisecciones, pero las razones L / S son iguales, y  $L1 = S2 = 2$  seg.

Tanto la fase 1 como la fase 2 están representadas en la figura 3.

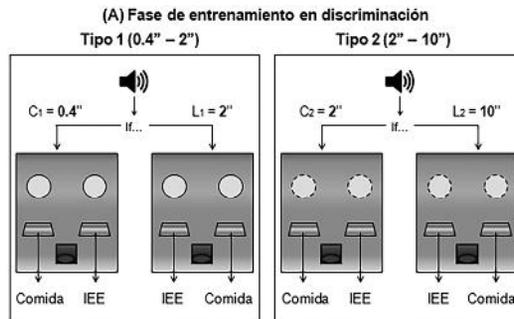


Figura 3. Adaptación del procedimiento de bisección dual utilizado por Machado y Keen (1999) a cajas de condicionamiento operante para ratas para fase 1 y 2 de bisecciones simples. Véase la sección de Procedimiento para mayores detalles.

Fase 3: Bisecciones mixtas o Bisección Doble. (figura 4) Durante esta fase, los sujetos fueron entrenados para realizar ambos tipos de bisección entremezclados dentro de la misma sesión. En primer lugar, se presentaron ensayos de entrenamiento con ambos tipos de bisección, es decir, sesiones en las que se presentaron las duraciones S1, L1, S2 y L2 y en los ensayos de prueba utilizamos los siguientes valores en segundos, para los ensayos Tipo 1: 0.8, 1.25, 1.68, para los ensayos Tipo 2: los valores 2.8, 4.99, 7.11. La estructura de un ensayo de entrenamiento es similar a las de fases anteriores (ver los paneles de la Figura 3). El marcador temporal para las duraciones S1 y L1 fue de nuevo el tono de 4 KHz y las luces encendidas sobre las palancas de manera fija empleado previamente para entrenarlos; y a la inversa, el marcador temporal de las duraciones S2 y L2 era de nuevo el tono de 4 KHz y las luces sobre las palancas encendidas de manera intermitente empleado anteriormente. Hubo 84 ensayos de entrenamiento: 21 ensayos S1, 21 ensayos L2 y un promedio de 21 ensayos L1 y 21 S2 ya que la probabilidad de asignar una duración de 2 s a un ensayo L1 o S2 fue de 0,50 en cada ensayo (sd = 3 para ambos). A diferencia de las fases 1 y 2, el marcador temporal para todas las duraciones fue un intervalo auditivo de tiempo sostenido empleando el mismo tono de 4 KHz, pero las luces sobre las palancas de respuesta eran una con luz fija y otra con luz intermitente. (Hágase notar que este par de combinación de luces no se había presentado antes). Cada ensayo de generalización se repitió 5 veces por sesión, para un total de 49 ensayos de generalización. Por lo tanto, un total de 133 ensayos se presentaron de manera aleatoria. Una vez más, si los sujetos no presionaban ninguna palanca durante 20 seg. después del final del tono, el IEE comenzaba y se presentaba un nuevo ensayo. Esta fase de bisecciones mixtas se corrió durante 10 sesiones.

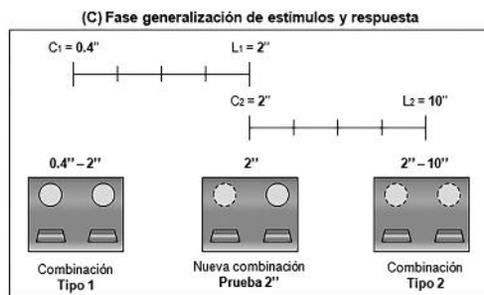


Figura 4. Adaptación del procedimiento de bisección dual utilizado por Machado y Keen (1999) a cajas de condicionamiento operante para ratas para fase 3 de bisecciones duales. Véase la sección de Procedimiento para mayores detalles.

## Resultados

La tabla 2 muestra el número de sesiones necesarias por sujeto para lograr el criterio de aprendizaje para la fase de entrenamiento para los dos tipos de discriminación, se puede apreciar que ningún sujeto tardó menos de 7 sesiones en adquirir el criterio, excepto el sujeto dos con el tipo de discriminación 2 que le llevo 59 sesiones, todos los demás sujetos en ambos tipos de discriminación en promedio tardaron entre 18 y 20 sesiones en sesiones en adquirir el criterio.

Tabla 2. Se presenta el número de sesiones que le llevo a cada sujeto alcanzar el criterio de discriminación establecido en las fases 1 y 2.

Número de sesiones necesarias por sujeto para obtener el criterio de aprendizaje para la fase 1 de discriminación				
Tipo 1				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
<b>Sujeto 1</b>	29	16	23	15
<b>Sujeto 2</b>	38	21	13	7
<b>Sujeto 3</b>	25	13	18	11
<b>Sujeto 4</b>	33	14	11	16
Tipo 2				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
<b>Sujeto 1</b>	7	10	12	24
<b>Sujeto 2</b>	14	59	12	19
<b>Sujeto 3</b>	15	9	27	17
<b>Sujeto 4</b>	34	11	18	30

Para cada sujeto se obtuvo una función psicométrica entre la proporción de respuestas a la opción LARGA y las duraciones de los estímulos en las fases 1 y 2. Para la fase 3, se obtuvieron dos de estas funciones psicométricas, una para cada tipo de bisección. Se empleó el método de sobreposición para todas las funciones psicométricas con el objetivo de normalizar las duraciones de tiempo dividiendo cada duración entre la duración más corta en cada tipo de bisección (ver Figuras 4 y 5).

Para poder comparar las funciones psicométricas de cada fase, a todas se les ajustó una función sigmoide de tres parámetros:

$$p(Y) = \frac{a}{1 + e^{\left(\frac{-t - x_0}{b}\right)}} \quad (1)$$

donde  $t$  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  $p(\text{LARGO}) = 0.5$ ) y  $b$  es un parámetro de pendiente.

Una vez calculados los parámetros, se obtuvieron puntos de bisección, la probabilidad de responder a la opción CORTA  $p(\text{CORTA}) = 0.5$ , umbrales diferenciales (la diferencia entre la duración de tiempo a la cual  $p(\text{CORTA}) = 0.25$  y aquella a la cual la probabilidad de responder a la opción  $p(\text{CORTA}) = 0.75$ , dividida entre dos) y fracciones de Weber (el umbral diferencial dividido entre el punto de bisección). La Ecuación 1 también se ajustó a la proporción individual y promedio de respuestas a la opción LARGA en función de la duración del estímulo para las duraciones intermedias de la fase de bisección doble.

La Figura 5 muestra los resultados para cada sujeto para ambos tipos de bisección cuando se presentan solos, la figura 6 presenta los mismos datos, pero por grupo. Las proporciones individuales de respuestas LARGAS incrementan monótonicamente a medida que aumenta la duración del estímulo, dando como resultado la misma tendencia en el promedio, se puede apreciar que en las duraciones de Tipo 1 la función psicométrica tendía a cambiar a la derecha con respecto a la función psicométrica de las duraciones Tipo 2. Sin embargo, las pendientes de ambas funciones psicométricas de los dos tipos de discriminación tienden a ser diferentes en el grupo 2. No se mostraron diferencias estadísticamente significativas consistentes respecto a las comparaciones entre grupos (contrabalanceo de orden y posición).

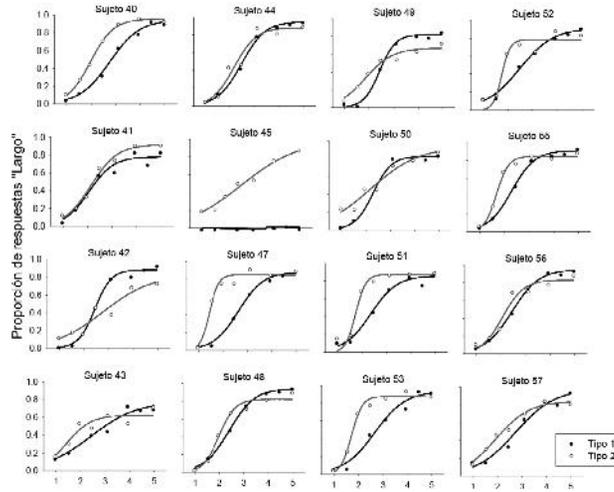


Figura 5. Se muestran las curvas psicofísicas individuales para ambos tipos de bisección de las fases 1 y 2, obtenidas a partir del mejor ajuste de la función 1.

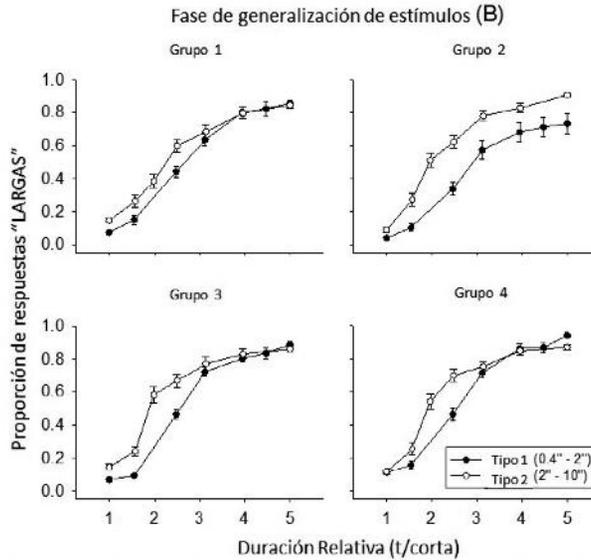


Figura 6. Media y error estándar para respuestas largas en función de la duración relativa (t/corta) para cada uno de los cuatro grupos.

La Tabla 3 muestra los valores promedio de los parámetros para ambos tipos de bisección derivados de la mejor función psicométrica (Ecuación 1). Los puntos de bisección están muy cerca de la media aritmética (MA) para la bisección Tipo 1 (1.2) (S1 vs L1), mientras que está más cercana a la media geométrica (MG) para la bisección Tipo 2 (4.47) (S2 vs L2). Obsérvese que a la hora de estandarizar los tipos de ensayo (duración relativa sobre duración corta), los ensayos Tipo 2 están por arriba de los ensayos Tipo 1 y tienen una función psicométrica con una pendiente más pronunciada, lo que resulta en una proporción de Weber promedio más baja que la de la bisección de Tipo 1. Sin embargo, una prueba t para muestras independientes muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas ni en las pendientes ( $t(16) = -0,86, p = 0,77$ ), ni en las fracciones de Weber. ( $t(16) = -0,19, p = 0,84$ ).

Tabla 3 Media y Desviación Estándar de los valores de los parámetros para la fase de generalización de estímulos.

	Grupo 1		Grupo 2	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
<b>Punto de Bisección</b>	1.21 (0.09)	4.81(1.01)	1.14(0.13)	4.08(0.74)
<b>Limen Diferencial</b>	1.43(0.35)	1.25(0.15)	1.20(0.08)	1.38(0.09)
<b>Fracción de Weber</b>	1.12(0.19)	0.26(0.02)	1.05(0.05)	0.34(0.07)

	Grupo 3		Grupo 4	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
<b>Punto de Bisección</b>	1.25(0.07)	4.01(0.48)	1.10(0.03)	4.12(0.34)
<b>Limen Diferencial</b>	1.35(0.16)	1.26(0.08)	1.18(0.05)	1.49(0.17)
<b>Fracción de Weber</b>	1.08(0.07)	0.31(0.05)	1.06(0.05)	0.36(0.05)

La figura 7 muestra en el panel de la izquierda la proporción de respuestas a las duraciones largas como una función de las duraciones empleadas en la fase de doble bisección se puede apreciar que las funciones aumentan monótonicamente a medida que aumenta la duración de los estímulos. El panel de la derecha muestra la proporción de respuestas a las duraciones largas como una función de la duración relativa es decir cada duración se dividió entre la duración más corta en cada bisección. Se puede apreciar que en las duraciones de tipo 1 las funciones psicométricas presentan pendientes menores que las funciones psicométricas de las duraciones tipo 2. Para poner a prueba la propiedad escalar, se superpusieron las psicométricas de la figura 6. Como se puede apreciar, las funciones no se superponen con ningún método. En vez de eso, las funciones de la bisección simultánea Tipo 1 muestran que este tipo de bisección generó más respuestas al estímulo CORTO que la bisección simultánea Tipo 2; esto se ve reflejado en el hecho de que las funciones de bisección Tipo 2 se encuentran por encima de aquéllas de la bisección simultánea Tipo 1.

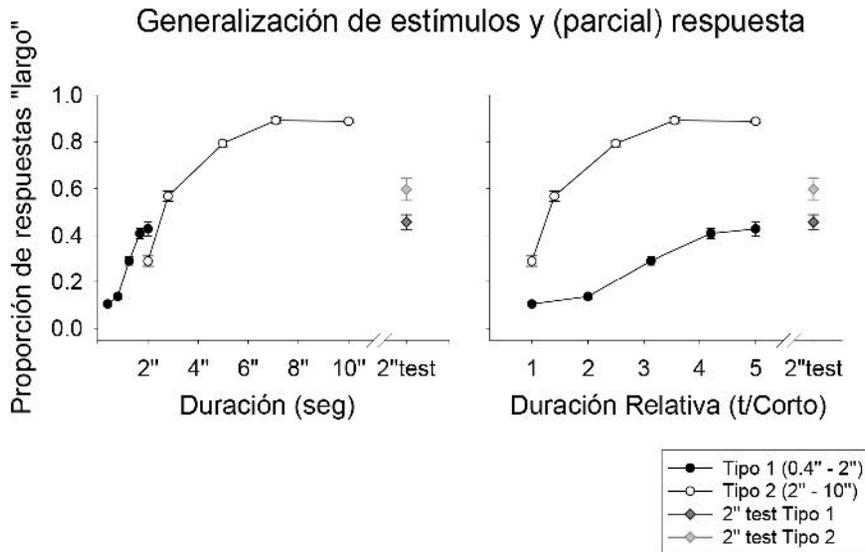


Figura 7. Media y error estándar para respuestas largas en función de la duración relativa ( $t/corta$ ) para cada uno de los cuatro grupos.

Las figuras 8 y 9 muestran las curvas psicofísicas a los datos y el mejor ajuste con la función 1 respectivamente, para los grupos 2 y 4 para las generalizaciones en la fase 2 con las duraciones Tipo II paneles de la derecha en ambas figuras, los paneles de la izquierda en ambas figuras muestran la misma relación, pero en las generalizaciones duales de la fase 3. Debido a que no se pudieron obtener los mejores ajustes a las duraciones Tipo I en la fase de bisección dual estas comparaciones no se presentan.

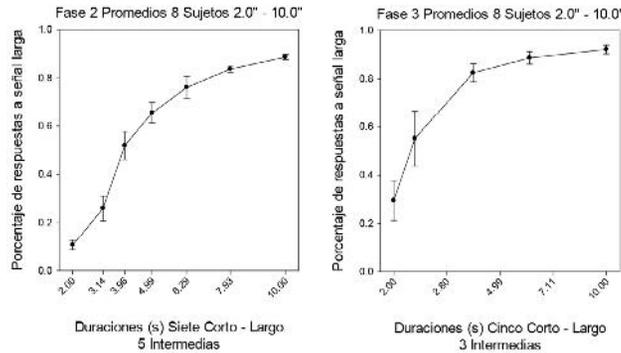


Figura 8. Comparación de Medias y errores estándar de 8 sujetos para respuestas largas en función de la duración, entre la fase 2 (ensayos tipo II, cinco duraciones intermedias) y la fase 3 (bisección dual, tres duraciones intermedias)

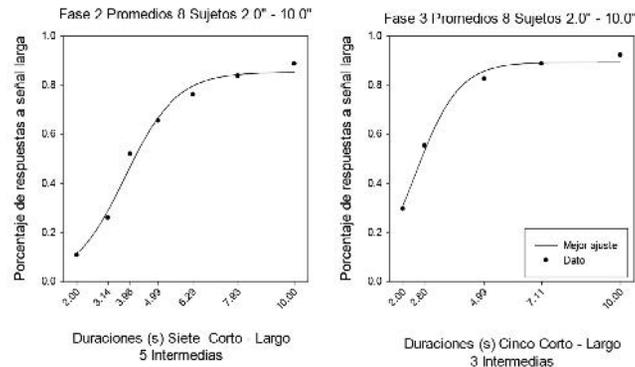


Figura 9. Comparación del mejor ajuste en base a la función 1 de tres parámetros, para 8 sujetos para respuestas largas en función de la duración, entre la fase 2 (Generalización tipo II, cinco duraciones intermedias) y la fase 3 (Bisección dual, tres duraciones intermedias)

Una prueba crítica consistió en presentaciones de la duración de 2 s común a ambos tipos de bisección. La proporción de respuestas de L1 debe ser alta cuando se presenta como un ensayo de tipo 1, baja cuando se presenta como un ensayo de tipo 2, y en algún lugar en el intermedio cuando se presenta como un ensayo de bisección doble. En el panel de la derecha de la figura 7 se muestran los resultados promedio de los dieciséis sujetos que alcanzaron el criterio de responder durante al menos diez sesiones. Los resultados muestran el patrón sugerido. Se realizaron análisis de varianza para los promedios de respuesta con grupo y condición novedosa (2 seg. con luces intermitentes y fijas sobre las palancas de respuesta al mismo tiempo) como factores, tanto los factores como su interacción resultaron estadísticamente significativas, para grupo  $F_{(1,5)} (=46.74, p<.05)$ , condición novedosa  $F_{(1,5)} (=34.52, p<.05)$ , y en la interacción de ambos factores  $F_{(1,6)} (=6.49, p<.05)$ .

Con el fin de comparar el rendimiento entre las bisecciones simple y duales, los parámetros derivados del mejor ajuste de las funciones psicométricas se compararon a través de los grupos. Como se mencionó los valores de los parámetros psicofísicos en bisección dual con los ensayos Tipo I (0.4 – 2.0 seg.) no pudieron ser obtenidos debido a que la función utilizada no pudo ser ajustada. La comparación de valores de los parámetros psicofísicos para los ensayos de la generalización con ensayos Tipo II (2 – 10 seg.) y los valores de generalización en la bisección dual se muestran en la tabla 4 y son graficados los promedios de esos parámetros en la figura 10, se presentan los promedios de los ocho sujetos en ambas fases 2 (Duraciones Tipo II) y 3 (Bisección Dual), en el panel superior se muestra los puntos de bisección, en el panel intermedio los umbrales diferenciales (limen) y el panel inferior la fracción de Weber. Se realizaron análisis de varianza para los tres parámetros reportados con grupo y fase como factores, la única diferencia estadísticamente significativa se refiere al punto de bisección tanto para grupo  $F_{(1,2)} (=7.99, p<.05)$  y fase  $F_{(1,2)} (=55.73, p<.05)$ , en los demás parámetros no hubo diferencias estadísticamente significativas.

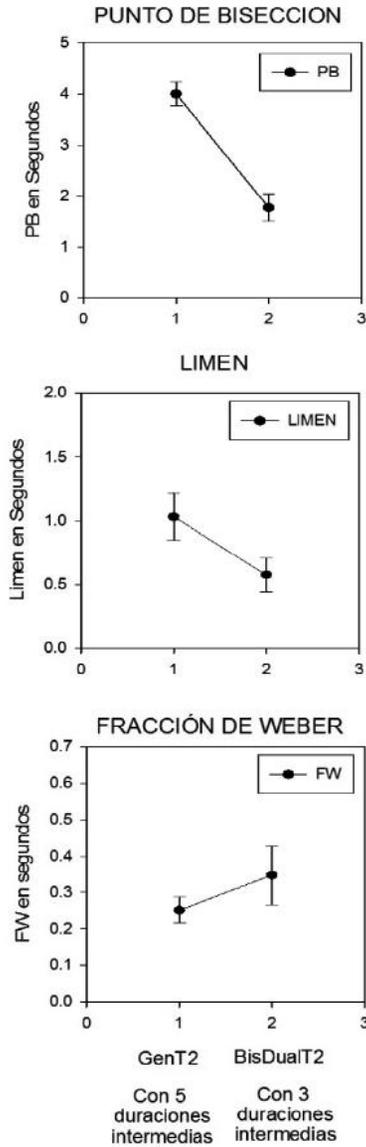


Figura 10. Comparación de los parámetros psicofísicos de 8 sujetos, entre la fase 2 (Generalización tipo II, cinco duraciones intermedias) y la fase 3 (Bisección dual, tres duraciones intermedias)

Tabla 4. Se muestran las comparaciones de los promedios de los valores de los parámetros de la fase de generalización de estímulos entre ensayos Tipo2 y la fase de generalización dual

Comparación de los promedios de los valores de los parámetros de la fase de generalización de estímulos entre ensayos Tipo2 y la fase de generalización Dual.									
Punto de Bisección		Sujeto 44	Sujeto 45	Sujeto 47	Sujeto 48	Sujeto 52	Sujeto 55	Sujeto 56	Sujeto 57
	GenT2	4.599	3.99	3.036	4.269	3.702	3.540	4.480	4.374
	Bisección DualT2	2.336	2.496	2.479	2.451	1.610	0.984	0.944	0.915
		sujeto44	sujeto45	sujeto47	sujeto48	sujeto52	sujeto55	sujeto56	sujeto57
LIMEN	GenT2	1.17	1.03	0.54	1.01	0.61	0.70	1.27	1.94
	Bisección DualT2	0.39	1.21	0.48	0.50	1.02	0.06	0.63	0.34
			sujeto44	sujeto45	sujeto47	sujeto48	sujeto52	sujeto55	sujeto56
FW	GenT2	0.26	.25	0.18	0.24	0.16	0.20	0.28	0.44
	Bisección DualT2	0.17	0.49	0.19	0.20	0.63	0.06	0.67	0.37
			sujeto44	sujeto45	sujeto47	sujeto48	sujeto52	sujeto55	sujeto56

## Discusión

El presente experimento probó la posibilidad de utilizar la tarea de bisección dual en ratas, tarea que comúnmente ha utilizado palomas como sujetos experimentales. Los resultados se asemejan a las predicciones de LeT para las bisecciones simples: en primer lugar, los puntos de bisección en ambos tipos de bisección son diferentes en la bisección Tipo 1 son cercanos a la media aritmética (MA) de S y L, para la bisección de Tipo 2; fueron más cercanos a la media geométrica (MG), al menos en este tipo de bisección los puntos de bisección obtenidos no superan el 10% del valor de GM (Machado, 1997). En segundo lugar, las funciones psicomé-

tricas individuales no se superponen cuando se representan gráficamente contra las duraciones relativas del estímulo (véase las figuras 5 y 6). Sin embargo, las proporciones de Weber son estadísticamente diferentes entre los tipos de bisección, lo que sugiere que las pendientes de ambas funciones psicométricas son estadísticamente diferentes y, por lo tanto, la sensibilidad temporal es de inicio diferente para ambos tipos de bisección. Contrario a lo que, Machado, Malheiro & Erlhagen (2009) predijeron para las funciones psicométricas en la versión actual de LeT.

Respecto a este mismo apartado, se observó que la condición 0.4"-2.0" en comparación con las sesiones totales para los 4 grupos, este Tipo de duraciones I requirió un mayor número de sesiones en promedio para alcanzar los índices de discriminación, lo que sugiere que la condición 0.4 - 2.0 seg. es más difícil de discriminar, no obstante, el experimento seminal de Church y Deluty de 1977 no hace uso de este par de duraciones ni tampoco investigaciones posteriores (Arantes & Machado, 2008; Machado & Keen, 1999; Oliveira & Machado, 2008, 2009, para una revisión ver Wearden, 2016), sus pares de duraciones más cortos son 1.0 -4.0 ó 2.0 -8.0 seg., tal vez por ello, no hay reportes sobre este tipo de hallazgos en discriminaciones más cortas como las utilizadas en el presente trabajo. Una posible explicación del aumento en la dificultad para discriminar duraciones más cortas recae en que este tipo de duraciones demandan mayores recursos atencionales para poder ser percibidas, ya que son duraciones que ocurren tan rápido que, si no se otorga el recurso atencional debido, puede no ser percibida. Gibbon (1977) señala que la investigación con organismos humanos en este campo, ha hecho uso de intervalos temporales menores a 0.5 seg. y que con organismos no humanos la investigación ha recaído en duraciones mayores a 1.0 seg., sin embargo, se explica que el rango tras el cual la regla escalar comienza, recae alrededor 0.5 seg. y se encuentra mejor evidencia a partir del incremento en esta duración.

En la fase de bisección dual (ver Figura 7): los promedios de los puntos de bisección a lo largo de la bisección (0.4 -10 seg.) son diferentes a los obtenidos en las fases 1 y 2 duraciones Tipo I y Tipo II; fue imposible ajustar la función 1 a las duraciones de 0.4 a 2 seg. Por lo que solo se presentan las comparaciones entre la Fase 2, con las duraciones Tipo II (2 - 10 se.) y los valores obtenidos en la bisección dual (Fase 3) de los parámetros psicofísicos obtenidos, en donde solo las diferencias entre los puntos de bisección fueron significativas. Aunque los umbrales diferenciales (Limen) y las Fracciones de Weber son estadísticamente similares entre los tipos de bisección II y las bisecciones duales, lo que sugiere que la discriminación temporal permaneció constante, al analizar las funciones

psicofísicas con el mejor ajuste (Figura 9) se dejan ver de inicio funciones diferentes entre ambos Tipos de bisección (Tipo II y bisección dual en el rango de 2 a 10 seg.). A pesar de que LeT predice una función psicométrica de tipo 2 con una pendiente más pronunciada que la de la bisección de tipo 1 durante las bisecciones duales (Machado & Keen, 1999), los presentes resultados son consistentes con algunos informes experimentales que han mostrado inclinaciones similares de ambas funciones psicométricas (Machado, 2008, Oliveira y Machado, 2008, 2009) y variabilidad similar entre individuos (Arantes, 2008; Arantes & Machado, 2008; Oliveira & Machado, 2008, 2009). Una vez más, la versión actual de LeT es capaz de predecir parcialmente estos resultados (Machado, Malheiro & Erlhagen, 2009). Sin embargo, el punto de bisección Tipo 2 es menor cuando se mezcla con la bisección Tipo 1 en la fase de bisección dual, que cuando se presenta solo, lo que se da como resultado en un desplazamiento a la derecha de la función psicométrica en la bisección dual (Figuras 9 y 10). Esto sugiere que, aunque la discriminación temporal permaneció constante, muchos sujetos desarrollaron un sesgo hacia las respuestas CORTAS para la bisección de Tipo 1 durante la fase de las bisecciones dual, que no fue predicha originalmente por LeT. Pero una razón posible para la aparición de este sesgo es que hubo un incremento en el número de ensayos de duración de 2 seg., de un promedio de 20 ensayos por sesión en fases de bisecciones simples a un promedio de 42 en fases de bisecciones duales, la probabilidad de una señal de 2 seg. fue duplicada. Dado que estudios previos han demostrado que el aumento de la probabilidad de ocurrencia de una señal también aumenta la proporción de respuestas asociadas a esa señal (véase Green & Swets, 1974; Tanner y Swets, 1954), el mismo efecto debería esperarse cuando la proporción de ensayos con duraciones de 2 seg. aumento. Por lo tanto, el sesgo de respuesta observada hacia la respuesta CORTA podría ser el resultado de este incremento en la aparición de la duración de 2 seg. y no de cualquier proceso de temporización, haciendo que estos resultados sean todavía consistentes con LeT.

Es necesario destacar la imposibilidad de obtener los parámetros psicofísicos en las duraciones Tipo I de las bisecciones duales, es decir, es pertinente recalcar que las regularidades que proponen estos parámetros (punto de bisección, limen y fracción de Weber) no se cumplen bajo el uso de duraciones de 0.4 - 2.0 seg., trabajos como los realizados por Grondin (2014) con humanos, demuestran que el parámetro Fracción de Weber no se cumple en rangos que oscilan de 1 a 1.9 seg., ya que los índices de Fracción de Weber obtenidos para el valor de 1 seg. son diferentes a los obtenidos para 1.9 seg. y la regularidad que este parámetro señala

es que éste debería permanecer constante; los resultados exponen que este tipo de duraciones no son susceptibles de ser integradas con facilidad al modelo de SET. Por otro lado, otras investigaciones con tareas de estimación temporal inmediata, por ej. procedimientos de pico, han reportado incumplimiento de los postulados del modelo de SET en intervalos temporales inferiores (15”) a los comúnmente utilizados (Morales, 2014). Sin embargo, a pesar de los resultados encontrados respecto a que los parámetros psicofísicos no se cumplen en el rango de 0.4 a 2.0 seg., Gibbon en año 1977, señala que las regularidades en el parámetro de Fracción de Weber con organismos no humanos surgen a partir de investigaciones que hacen uso de duraciones mayores a 1.0 seg., lo cual indica las limitaciones de aplicabilidad de su modelo, especificando bajo qué condiciones se cumple y bajo cuales no, precisamente como lo sugiere la literatura que evalúa modelos matemáticos (Church, 2002; Wearden 2016).

## Referencias

- Allman, M. J., Penney, T. B., & Meck, W. H. (2016). A Brief History of “The Psychology of Time Perception”. *Timing & Time Perception*, 4(3), 299-314.
- Arantes, J. (2008). Comparison of Scalar Expectancy Theory (SET) and the Learning-to-Time (LeT) model in a successive temporal bisection task. *Behavioral Processes*, 78, 269 – 278.
- Arantes, J. & Machado, A. (2008). Context effects in a temporal discrimination task: further tests of the Scalar Expectancy Theory and Learning-to-Time models. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90, 33 – 51.
- Catania, A. C. (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. & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 216 – 228.
- Church, R. M. (2002). Temporal learning. En H. Pashler & R. Gallistel (Eds.), *Stevens’ Handbook of Experimental Psychology, Third Edition: Volume 3, Learning, Motivation, and Emotion* (pp. 365-393). New York: Wiley.

- Church, R. M., Guilhardi, P., Keen, R., Macinnis, M., & Kirkpatrick, K. (2003). Simultaneous temporal processing. *Time and mind II: Information processing perspectives*, 3-19.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review*, 84, 279 – 325.
- Gibbon, J. (1981). On the form and location of the psychometric bisection function for time. *Journal of Mathematical Psychology*, 24, 58 – 87.
- Gibbon, J. (1991). Origins of scalar timing. *Learning and Motivation*, 22, 3 – 38.
- Green, D. M. & Swets, J. A. (1974). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. Los Altos, California: Peninsula Publishing.
- Grondin, S. (2014). About the (non)scalar property for time perception. En H. Merchant & V. de Lafuente (Eds.), *Neurobiology of Interval Timing, Advances in Experimental Medicine and Biology Volumen 829* (pp. 17-32). New York: Springer Science.
- Killeen, P. R. & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, 95, 274 – 295.
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, 104, 241 – 265.
- Machado, A. & Arantes, J. (2006). Further tests of the Scalar Expectancy Theory (SET) and the Learning-to-Time (LeT) model in a temporal bisection task. *Behavioral Processes*, 72, 195 – 206.
- Machado, A. & Keen, R. (1999). Learning to Time (LeT) or Scalar Expectancy Theory (SET)? A critical test of two models of timing. *Psychological Science*, 10, 285 – 290.
- Machado, A., Malheiro, M. T. & Erlhagen, W. (2009). Learning to time: a perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92, 423 – 458.
- Machado, A. & Pata, P. (2005). Testing the Scalar Expectancy Theory (SET) and the Learning-to-Time model (LeT) in a double bisection task. *Learning & Behavior*, 33, 111 – 122.
- Maia, S. & Machado, A. (2009). Representation of time intervals in a double bisection task: relative or absolute? *Behavioral Processes*, 81, 280 – 285.
- Morales, R. F. (2014). *Los límites del control temporal* (Tesis de Licenciatura). Recuperada de Dirección General de Bibliotecas, TESIUNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Oliveira, L. & Machado, A. (2008). The effect of sample duration and cue on a double temporal discrimination. *Learning and Motivation*, 39, 71 – 94.

- Oliveira, L. & Machado, A. (2009). Context effect in a temporal bisection task with the choice keys available during the sample. *Behavioral Processes*, 81, 286 – 292.
- Staddon, J. E. R., Higa, J. J., & Chelaru, I. M. (1999). Time, trace, memory. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 71(2), 293-301.
- Tanner, W. P. & Swets, J. A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, 61, 401 – 409.
- Wearden, J. (2016). Animal Timing. En J. Wearden (Ed.), *The Psychology of Time Perception* (pp. 183-222). UK: Palgrave Macmillan.
- Yi, L. (2007). Applications of timing theories to a peak procedure. *Behavioral Processes*. 75, 188 – 198.

# VIII

## Teorías de Discriminación Temporal, su Relación con Otras Formas de Discriminación y la Teoría de Detección de Señales: Algunas Similitudes, Problemas Empíricos y Conceptuales

*Jonathan Javier Buriticá Buriticá<sup>1</sup>*

Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### **Resumen**

En el presente capítulo se presentan similitudes y diferencias entre distintas teorías de discriminación temporal, de otros estímulos y el marco conceptual general de la Teoría de Detección de Señales. El argumento detrás de esta comparación es que los distintos mecanismos responsables de explicar discriminación de estímulos deben ser resultado de procesos evolutivos que conservan aquellas características que funcionan para resolver un problema extendiéndolos a problemas nuevos; incluso con mayor nivel de complejidad. Además de presentar similitudes entre distintas teorías de discriminación se presenta un problema empírico y otro teórico que son abordados o descritos tomando como referencia la lógica general de la Teoría de Detección de Señales. En la conclusión se sugiere que el ejercicio de comparación realizado y el marco de referencia de la Teoría de Detección de señales parecen ser buena fuente de ideas a contrastar empíricamente.

Responder diferencialmente a un estímulo es una característica altamente adaptativa para muchos organismos. Veamos un ejemplo. Supongamos que una codorniz durante la época reproductiva del año tiene que resolver la tarea de encontrar un con específico con el cual aparearse. Aprender sobre las claves ambientales que son una señal confiable de la aparición de un con específico aumenta el

---

<sup>1</sup> Correspondencia: [jjburitica@cucba.udg.mx](mailto:jjburitica@cucba.udg.mx). Calle Francisco de Quevedo # 180, Col. Arcos Vallarta, C.P. 44130, Guadalajara, Jalisco, México.

número de huevos fecundados cuando a ambos, macho y hembra, se les presenta previo a la copula dicha señal (Mahometa & Domjan, 2005), y en una situación de competencia de esperma el macho al que se la ha presentado dicha señal fecunda más huevos (Matthews, Domjan, Ramsey, & Crews, 2007). Estos datos sugieren que aprender la relación entre señales y con específicos tiene efectos directos sobre el éxito reproductivo. En el ambiente natural esto puede reflejarse en el hecho de que los animales responden de cierta forma dado un estímulo, por ejemplo, sigan la clave espacial que les indica que van a encontrar allí un con específico. En el laboratorio se ha observado que machos de codorniz se orientan y recorren un pasillo, que en este caso es la señal, donde al final van a encontrar una hembra para aparearse (Baquero, Puerta, & Gutiérrez, 2009; Puentes, 2008).

La discriminación de estímulos es un proceso a través del cual se intenta explicar cómo una respuesta ocurre con mayor probabilidad ante la presentación de un estímulo, qué ante su ausencia, o ante otro estímulo correlacionado negativamente con una consecuencia reforzante (Kehoe, 2008). De acuerdo con Skinner (1938) un estímulo discriminativo es aquel que establece la ocasión para que dada la respuesta ocurra una consecuencia. En el caso de los procedimientos experimentales donde un momento del tiempo establece la ocasión para el reforzamiento, y tal momento no está señalado por el cambio de un estímulo, se puede pensar que ese momento del tiempo opera como un estímulo discriminativo (Skinner, 1938).

La conducta de las codornices puede ponerse bajo control no solo de claves espaciales, sino también temporales. Un programa de reforzamiento con un criterio temporal para obtener reforzamiento es el de Intervalo Fijo (IF). En estos programas la primera respuesta después de un intervalo de tiempo particular es reforzada. Las codornices adultas muestran el patrón de ejecución típico del programa, mayor número de respuestas al final del intervalo que al inicio, como lo evidencian valores grandes del índice de curvatura (Lejeune & Nagy, 1986). La ejecución en este patrón sugiere que la respuesta del animal es controlada por el intervalo de tiempo. Esta ejecución es típica de varias especies y valores del IF programado (ver Lejeune & Wearden, 1991).

En el programa estándar de IF el inicio del intervalo puede estar señalado, por la finalización de la entrega del reforzador en el ensayo anterior o por el encendido de una luz o un tono (Guilhardi & Church, 2004), sin embargo, el momento en el que el intervalo ha transcurrido no es señalado por un cambio en la estimulación. A pesar de la falta de una señal la probabilidad de respuesta es mayor al final del intervalo que en otros momentos de este. Esta característica de la conducta se

observa en los patrones típicos de ejecución del programa que se han denominado festón o pausa – carrera (Josefowicz & Staddon, 2008).

Se puede pensar que la mayor probabilidad de respuesta al final del IF ocurre ya que ese momento es el que indica que la respuesta va a ser reforzada. Las respuestas previas a ese momento pueden considerarse el resultado de un gradiente de generalización, y en ese sentido la tasa de respuesta debería aumentar positivamente a medida que se acerca el intervalo programado, tal como se observa (Buriticá, 2014; de Carvalho, Machado, & Vasconcelos, 2016). Como ya sugerí, la conducta observada en este tipo de procedimientos parece ser resultado de un proceso de discriminación del estímulo.

Una aproximación teórica relevante para explicar discriminación de estímulos ha sido la Teoría de Detección de Señales (TDS; Blough, 2001). De acuerdo con la TDS el organismo reacciona ante la señal cuando ésta produce una activación de un receptor sensorial mayor al “ruido” o activación aleatoria de dicho receptor. Para Gescheider (1997) lo anterior ocurre cuando la razón entre la probabilidad de la activación producida por la señal más el ruido y la activación producida únicamente por el ruido es mayor a un umbral (o criterio) establecido en el sistema de decisión. Este criterio es sensible a la probabilidad de recompensa por encontrar la señal, entre mayor la probabilidad de recompensa menor el criterio para reportar la señal, y entre menor la probabilidad de recompensa el criterio para reportar la señal es más exigente. Esta relación entre el criterio para reportar la señal y la probabilidad de recompensa explica por qué dada una mayor recompensa aumenta el número de falsos positivos reportados en procedimiento psicofísicos (Gescheider, 1997); un falso positivo se da cuando se reporta la señal en ausencia de esta.

El argumento que se sostiene en este capítulo es que la ejecución en tareas de estimación temporal se explica como un proceso de discriminación de estímulo, y que algunas teorías propuestas para explicar la ejecución en este caso particular son similares a teorías de discriminación de estímulos como luces o sonidos. Tal similitud en algunos casos surge de las ideas fundamentales que sostienen la TDS, y que se han desarrollado en modelos para explicar la discriminación tanto de estímulos, como luces y sonidos, o intervalos de tiempo. Lo anterior tiene sentido no solo en la medida que los datos son similares (ver Buriticá, 2014), pero en el argumento de que si este aprendizaje tiene valor adaptativo es probable que haya surgido en la historia evolutiva de forma conservadora no como una nueva solución al problema de la detección de un intervalo de tiempo relevante, sino como la

adaptación de un viejo mecanismo (detección de una señal relevante) a la solución de este problema: ¿Ha ocurrido el intervalo relevante?

### **Aprendiendo el Estímulo**

De acuerdo con Hull (1943) los organismos son capaces de responder ante estímulos que son patrones o configuraciones, es decir ante la composición de un conjunto de estimulación. Sin embargo, para muchos efectos prácticos estos patrones o compuestos son tratados como una unidad, cuando no lo son estrictamente. Por ejemplo, una tecla iluminada verde, que sirve de estímulo discriminativo para cierto componente, en un programa múltiple. La tecla tiene un color, una posición, algún grado de rigidez, rugosidad y tal vez hasta un sabor particular, entre otras características, pero para efectos prácticos se le denomina únicamente estímulo discriminativo, en singular, obviando el hecho de que es un conjunto de elementos el que realmente pudiera controlar la conducta.

Blough (1975) hace uso de esta definición de los estímulos, como un conjunto de elementos, para proponer una teoría sobre discriminación, que intenta explicar cómo se aprende esta respuesta diferencial ante un estímulo, al tiempo que se aprende a responder a estímulos similares no entrenados, es decir se generaliza la respuesta a otros estímulos. La teoría asume que los estímulos son en alguna medida un conjunto de elementos activados de manera diferente ante una presentación particular, es decir unos elementos en particular están más activados durante un estímulo que otros. Durante el entrenamiento estos elementos establecen una conexión asociativa con la respuesta instrumental, que gana fuerza a medida que la recompensa se obtiene cuando dado el estímulo discriminativo se produce la respuesta, y esta fuerza asociativa se gana diferencialmente de acuerdo con el grado de activación del elemento. Así la generalización ocurre cuando se presenta un estímulo que está compuesto por algunos de los elementos del estímulo entrenado, y entre mayor cantidad de elementos compartidos mayor la respuesta producida ante el estímulo no entrenado, es decir mayor generalización.

Esta teoría es en algún sentido similar a una de las principales teorías de estimación temporal, LeT (por Learning to Time) propuesta por Machado (1997). Esta teoría es una reformulación de la teoría conductual de la estimación temporal (BET; Killeen & Fetterman, 1988). LeT supone que el comportamiento tiene una estructura compuesta por estados conductuales que se activan en mayor o menor grado a lo largo del tiempo. Cuando una respuesta operante es reforzada en presencia de un estado con alta activación se establece una conexión entre ambos.

Tal conexión también se crea entre estados con menor activación, que pueden ir antes o después del estado más activado, pero en el futuro la respuesta operante ocurrirá como resultado de la activación del estado conductual y la fuerza asociativa de la conexión entre el estado y la respuesta operante; definiciones diferentes de la forma de activación de los estados pueden producir resultados diferentes que parecen reflejar más acertadamente características de la ejecución típica de los sujetos (ver Machado, Malheiro, & Erhagen, 2009).

Ambas teorías relacionan la respuesta operante con un conjunto de elementos o estados, y hacen que esta respuesta dependa del grado de activación del elemento y la fuerza asociativa entre estos. Esta definición del estímulo como un conjunto de elementos les permite explicar generalización, ya que la respuesta también puede darse, aunque con menor probabilidad, ante estados-elementos con alta activación, pero con baja fuerza asociativa; esto último dado que estos elementos ganan fuerza asociativa por su proximidad (aunque demorada, o espaciada en número de elementos) con el reforzador. Además, estas teorías explican el cambio en la ejecución en función de la cantidad de entrenamiento o exposición; el aprendizaje.

### **Recordando el Estímulo**

Otro conjunto de teorías se ha propuesto para explicar la ejecución en estado estable en este tipo de tareas. Estas teorías acogen la idea de memoria y la combinan con la idea de comparar el estímulo presente para producir o no una respuesta dado un criterio; de forma muy parecida a como lo sugiere la TDS (ver Blough, 2001). Estas teorías son el modelo de decisión de Heinemann (1983), y la de expectativa escalar (SET; Gibbon, Church, & Meck, 1984). El primero intenta explicar la respuesta de los sujetos ante un estímulo, y el segundo la ejecución en tareas de discriminación temporal.

A grandes rasgos en el modelo de decisión de Heinemann los sujetos primero perciben el estímulo, lo representan, luego lo comparan con la memoria a largo plazo del estímulo entrenado, y en la medida que ambas representaciones son similares se produce o no la respuesta (Heinemann, 1983). De acuerdo con SET durante el intervalo de tiempo un marcapasos produce pulsos a una tasa relativamente constante que son recolectados en un acumulador, el número de pulsos acumulado, que puede entenderse como su representación, se compara con el número de pulsos almacenado en la memoria a largo plazo, de ocasiones en donde la respuesta fue reforzada en el pasado dado ese número de pulsos, y finalmente si el criterio de decisión se cumple ocurre la respuesta (Church, 2003).

La TDS puede entenderse como una forma de conceptualizar la respuesta como resultado de un proceso de decisión entre responder o no dado la posible ocurrencia de una señal. Los modelos de discriminación de Heinemann y SET pueden entenderse como implementaciones de esta idea general, que sugieren mecanismos específicos a través de los cuales se resuelve el problema de la detección de señales, aunque no son necesariamente un reflejo fidedigno de la TDS en su forma clásica (Gescheider, 1997). En ambos modelos la memoria es un concepto central para dar cuenta del resultado, en tanto que en la TDS el contexto donde ocurre la señal es central para esto. En la TDS el ruido de fondo (contexto) se compara con la señal (contexto más la señal) y cuando estos difieren ocurre la respuesta, en el modelo de discriminación de Heinemann y en SET, esa comparación se hace entre la memoria de trabajo y largo plazo.

Esta diferencia tal vez solo refleja la naturaleza del origen de estos distintos mecanismos. La TDS probablemente explica bien la detección de señales sensoriales, en tanto modelos como el de discriminación de Heinemann o SET lidian con la detección de eventos perceptuales; por ende, más complejos y abstractos. Pero en el fondo detectados de manera similar. Es decir, un evento asociado a la ocurrencia de una respuesta con determinada consecuencia es detectado de manera similar a un sonido intempestivo, o una luz centelleante, que no implican nada en la conducta del sujeto. Ahora, dado que la experiencia del sujeto con la señal es lo que hace a este evento relevante, el surgimiento de un nuevo concepto, en este caso memoria, parece necesario.

Un problema del concepto de memoria como se ha planteado en modelos como SET es que no parece representar fielmente la manera en la que los animales recuerdan los estímulos en estos procedimientos. Esto parece claro en los resultados obtenidos en procedimientos de doble bisección temporal (ver Buriticá, 2014). Allí se entrena a responder en dos pares de comparaciones: cortas y largas. En el primer par se entrena a responder amarillo vs. verde ante duraciones de 1 s y 4 s. En el segundo par se entrena a responder azul vs. rojo ante duraciones de 4 s y 16 s. En la prueba se presentan duraciones intermedias entre 1 s y 16 s y las teclas verde y azul; entre otras combinaciones. Si la comparación para responder se hace entre la memoria a largo plazo y la de referencia, la respuesta ante duraciones largas debería ser indiferencia, ya que la memoria a largo plazo de azul y verde debería ser 4 s en ambos casos. Sin embargo, lo que se observa en duraciones largas es mayor respuesta a la tecla verde, es decir la tecla que en su par entrenado fue asociada a duraciones largas (Machado & Keen, 1999; Machado & Pata, 2005). Es decir, ante

duraciones largas los sujetos responden de manera relativa en la prueba, responden a la tecla “más larga”, no a la tecla de duración específica de 4 s.

Los resultados del experimento de doble bisección sugieren que la conceptualización del estímulo o la forma como éste controla la conducta de modelos como LeT parece ser más apropiada que la idea de memorias independientes de SET (Machado & Keen, 1999; Machado & Pata, 2005). Por otro lado, estos datos también sugieren que la forma en la que los sujetos recuerdan los estímulos es mucho más dependiente del contexto donde estos ocurren, y de la forma en que estos son utilizados, de lo que sugieren modelos como SET. Esta última idea parece consistente con la formulación del concepto de memoria como un proceso activo de reconstrucción permanente, en oposición a la idea de memoria como el recobro de un pedazo de experiencia almacenado pasivamente. La implicación en el marco general de este ensayo es qué si esto es cierto para la discriminación de intervalos de tiempo, también pudiera serlo para la discriminación de otros estímulos.

Hasta el momento he presentado similitudes de diferentes teorías de estimación temporal con teorías de discriminación de estímulos y a su vez entre todos estos y la TDS, así como algunas diferencias. También esboce un problema empírico, la dependencia de la memoria al contexto. A continuación, voy a presentar otros dos problemas, uno empírico y otro conceptual, ambos pueden plantearse a estos modelos, y tal vez resolverse o plantearse más claramente en el marco general de la TDS. El problema empírico es el efecto del valor de la recompensa en la discriminación de estímulos. El problema conceptual tiene que ver con la discusión sobre qué tan apropiadas son las distintas teorías y la posible existencia de los mecanismos planteados. En la conclusión presentaré que tipo de comparación aún puede hacerse sobre estas teorías, y un par de consideraciones lógicas sobre el alcance del argumento presentado en este trabajo.

### **Un Problema Empírico**

Un problema empírico que las teorías de estimación temporal deben responder es el efecto que sobre este proceso puede tener el valor de la recompensa. Es decir, estas teorías deberían explicar si la discriminación temporal es afectada por la magnitud, la inmediatez, el grado de privación de dicha consecuencia, el valor de la recompensa (Buriticá & dos Santos, 2016); y cómo esta diferencia en el valor puede afectar la estimación del intervalo. El problema ha sido descrito por Galtriss, Marshall y Kirkpatrick (2012) y Balcı (2014), y tratado empíricamente entre otros por Zamora y Pérez-Calzada (2015).

En un procedimiento de bisección simple se entrena la respuesta a una alternativa dada una duración corta y a otra respuesta dada una duración larga, por ejemplo, palanca derecha vs. palanca izquierda (ver Buriticá, 2014). En este procedimiento Galtress y Kirkpatrick (2010) encontraron un punto de bisección más corto en sujetos cuya consecuencia fue más grande por responder a la alternativa asociada a la duración larga, y una función psicofísica más aplanada cuando existió una diferencia en la magnitud de reforzamiento en alguna de las opciones, comparada con la condición de control donde ambas opciones fueron reforzadas con la misma magnitud. McClure, Saulsgiver y Wynne (2009) encontraron en el mismo procedimiento que el punto de bisección fue más largo cuando devaluaron la recompensa dando a los sujetos acceso a esta antes de la prueba. Si la discriminación del tiempo fuera independiente del valor de la recompensa las manipulaciones de Galtress y Kirkpatrick o de McClure et al, no deberían afectar la estimación temporal en la tarea; aunque tal vez si pudiera afectar la ejecución, es decir los sujetos deberían abandonar la tarea, pero no deberían reportar que una señal es más larga o corta de lo que en realidad es. Las teorías propuestas por Galtress, Marshall y Kirkpatrick (2012) y Balci (2014) son modificaciones de SET que permiten introducir en la explicación de la respuesta el papel del valor de la recompensa.

En SET (Church, 2003; Gibbon et al., 1984) se proponen distintos módulos que operan para producir la respuesta. Primero hay un marcapasos que produce pulsos a una velocidad constante, tales pulsos pasan a través de un interruptor (switch) a un acumulador, en el segundo módulo ya que ocurre el reforzamiento el valor de pulsos en el acumulador se guarda en la memoria a largo plazo, finalmente en el módulo de decisión se compara continuamente el valor de pulsos del acumulador con el valor de la memoria a largo plazo, y si la razón entre estos valores está por encima de un determinado umbral entonces ocurre la respuesta. Este modelo en su versión original no incluye efectos del valor del reforzador por lo que se han formulado versiones modificadas para dar cuenta de esto.

Para Balci (2014) diferentes valores del reforzador están asociados a diferentes niveles de dopamina en el cerebro, y tales niveles afectan el valor del umbral para que ocurra la respuesta. Estos valores diferentes en el umbral explican los experimentos donde a valores pequeños de reforzamiento el intervalo se reporta más largo de lo que es, ya que el umbral para la respuesta es alto, en tanto que con valores de reforzamiento grande el tiempo se reporta como más corto ya que el umbral para responder es bajo. Para Galtress et al, (2012) el valor del reforzador

no solo afecta el valor del umbral sino también su variabilidad, esto es necesario ya que no en todos los experimentos donde se ha manipulado el valor del reforzador se ha encontrado que los sujetos reporten duraciones como más largas o más cortas, si no que se ha observado que cambia la precisión con la que los sujetos responden la tarea, es decir es más difícil para los individuos notar la diferencia entre dos duraciones.

Este problema puede ser similar a lo que Gescheider (1997) denomina sesgo de respuesta en el contexto de la TDS. El sesgo de respuesta de acuerdo con Gescheider puede generarse por al menos dos razones: 1. Por la expectativa de ocurrencia de una señal; si el sujeto espera que la señal ocurra muy frecuentemente es muy probable que reporte que tal alternativa ocurrió, aun cuando esta no haya ocurrido. 2. La que es más importante para este caso es por la consecuencia de reportar una señal; si la consecuencia por reportar una señal que no existe es nula, es más probable que el sujeto reporte la señal cuando esta no ha ocurrido, o si la consecuencia es aversiva por reportar una señal, que no se dio, es probable que el sujeto no reporte la señal, incluso cuando esta se presenta. En TDS la respuesta ocurre cuando la razón entre los valores de activación del ruido y la señal entre la activación por el ruido son mayores a un criterio. Este criterio a su vez es dependiente del valor obtenido por una correcta no detección menos el costo de una falsa alarma entre el valor de un acierto menos el costo de un fallo en la detección (ver ecuación 5.2, p. 112, Gescheider, 1997). Esto se ve en los procedimientos de discriminación temporal en el caso de los procedimientos de pico, en donde se observa mayor precisión, probablemente resultado de un criterio más alto, cuando hay un costo de oportunidad por la respuesta. Cuando se agrega un programa de Razón o Intervalo Aleatorio de manera concurrente al procedimiento de pico la respuesta parece seguir un gradiente de generalización acotado en comparación a condiciones control sin costo de oportunidad por responder (Sanabria, Thraillkill, & Killeen, 2009).

Veamos un par de ejemplos del efecto del valor del reforzador sobre la discriminación temporal. En un procedimiento de bisección temporal intentamos establecer el efecto que tendría la introducción de una demora en el reforzamiento sobre la discriminación temporal (Buriticá, Vilchez, & dos Santos, 2016). Se entrenó la discriminación a una palanca cuando la señal duró 2 s y a otra cuando la duración fue 8 s. Para un grupo de sujetos el reforzamiento de la respuesta correcta fue inmediato, y para el otro grupo el reforzamiento fue demorado 3 s. Un tercer grupo fue entrenado con duraciones de la señal más largas, 5 vs 11 s, y

con reforzamiento inmediato. Este control fue necesario para mostrar que la discriminación era de la duración de la señal, y no del tiempo desde que iniciaba la señal hasta la entrega del reforzador. Los resultados mostraron que la demora del reforzador no aumentó el punto de bisección, lo que hubiera sido evidencia de un aumento en el tiempo subjetivo de los sujetos que experimentaron reforzamiento demorado; una forma de devaluación del reforzador. Sin embargo, la demora disminuyó el rango de las respuestas, aumento el umbral diferencial (difference limmen) y la fracción de Weber, todos estos son indicadores de disminución del control temporal, y sugieren que el reforzamiento demorado hace más difícil detectar la diferencia entre duraciones.

Los resultados de Zamora y Pérez-Calzada (2015) apuntan en la misma dirección, ellos utilizaron magnitudes de reforzamiento diferentes para la opción corta o para la larga (1 vs 4 pellets; 4 vs 1 pellet), similar a lo utilizado por Galtress y Kirkpatrick (2010), y también diferentes pares de duraciones (0.5 s vs 2 s; 1 s vs 4 s; 2 s vs 8 s; 3 s vs 12 s). En sus resultados (ver Tabla 8, p. 88) se observa que el limen es mayor cuando se utilizó diferente magnitud que cuando la magnitud por responder en las opciones fue igual; cuando se utilizó un pellet como reforzador en ambas condiciones. Los resultados sugieren que el aumento del umbral para la respuesta no es suficiente para explicar los resultados, ya que en este caso también se esperaría un cambio en el punto de bisección; que no se observa. De acuerdo con Galtress et al (2012) si las diferencias en el valor del reforzador afectan no solo el valor medio del criterio o umbral para la respuesta sino también su grado de variabilidad un resultado como el obtenido por Buriticá et al (2016) y por Zamora y Pérez-Calzada es el esperado.

Si el argumento de que existe similitud entre discriminación temporal y la discriminación de otros estímulos es consistente entonces deberíamos observar un efecto similar en otros procedimientos de discriminación. Efectivamente, de acuerdo con Loftizadeh, Edwards, Redner y Poling (2012) disminuir la motivación por responder afecta la forma de los gradientes de generalización, aplanándolos, es decir aumentando la generalización. Este tipo de gradientes puede ser resultado de una mayor dificultad para notar la diferencia entre estímulos, que es lo que se observa con mayor consistencia en los estudios reportados de discriminación temporal y valor del reforzador. Como mencioné más arriba este tipo de resultados tiene cabida en la TDS.

En los procedimientos de bisección tal vez no se observa el desplazamiento porque estos son una interacción de dos gradientes. Cuando se observa un solo

gradiente, en procedimientos de pico tal vez es más sencillo ver el efecto de desplazamiento. En la TDS aplicada a una sola señal el criterio cambia con el valor de la consecuencia, pero cuando hay dos valores que comparar el criterio pudiera ser afectado por la otra comparación que es necesario hacer, y esto puede contrarrestar algún efecto de desplazamiento. Esta interpretación sugiere que el efecto de desplazamiento sería más fácil de observar en un procedimiento de un solo pico que en un procedimiento de doble pico.

El problema empírico que se enfrenta al estudiar el efecto del valor de la recompensa sobre la discriminación temporal aún no está completamente resuelto, es decir, ahora sabemos que hay un efecto, pero aún no es del todo claro cómo se explica este. La TDS sugiere un lugar donde tal efecto pudiera tener cabida, y sugiere la idea de que cambios en el reporte de la duración de una señal solo pudieran observarse claramente cuando la respuesta depende de una sola comparación, y no es claro qué debería ocurrir cuando tienen que detectarse más de una señal y compararse entre ellas cuál ha ocurrido. Finalmente, surge la pregunta ¿cuál es la mejor explicación posible de este fenómeno? La respuesta a esta es parte de un problema conceptual.

### **Un Problema Conceptual**

¿Cuál es la mejor/más correcta/verdadera teoría de estimación temporal? En realidad, son varias preguntas. Una teoría puede definirse de varias formas. De acuerdo con Burgos (2007) existen varias aproximaciones a la concepción de teoría, entre ellas la sintáctica y la semántica. Desde la perspectiva sintáctica una teoría puede entenderse como “(i) un conjunto de axiomas sin interpretar en un lenguaje formal explícito más (ii) un conjunto de reglas de correspondencia que proveen una interpretación empírica parcial en términos de entidades y procesos observables” (Giere, 2000; p. 519). Para la forma semántica una teoría es “(i) una definición teórica más (ii) un número de hipótesis teóricas” (Giere, 2000; p. 519). Una teoría puede entenderse como un conjunto de afirmaciones que pretende explicar algún tipo de observación, aumentar nuestra comprensión de las razones por las que algo ocurre, y/o predecir qué puede ocurrir en el futuro dadas ciertas condiciones (Douglas, 2009). Lo que pretendo hacer en esta sección más que resolver el problema es plantearlo, y mostrar implicaciones asociadas a éste.

Entendida como un conjunto de afirmaciones una teoría explica una observación cuando esta puede derivarse del conjunto de afirmaciones iniciales. Por ejemplo, en el caso de la teoría de Blough (1975) y Machado (1997) hay dos de-

finiciones: 1. El estímulo como conjunto de elementos o estados y, 2. La idea de que dada su presentación conjunta existe ganancia de fuerza asociativa entre tales elementos y la respuesta instrumental. Estas ideas explican que dado que solo se presenten algunos de los elementos que componen al estímulo se observe una menor probabilidad de respuesta, y que ésta sea cada vez menor cuando se presenten menos elementos. Es decir, a partir de estas teorías se puede derivar que debe observarse el fenómeno de generalización. En este sentido las teorías explican esta y otras regularidades de la ejecución en procedimientos de estimación temporal, así una mejor teoría sería aquella que explique la mayor cantidad de estos efectos.

Las teorías además deberían aumentar nuestra comprensión de un fenómeno. Por ejemplo, los experimentos sobre doble bisección temporal descritos antes sugieren que los animales en el procedimiento no eligen responder a una clave siguiendo su relación directa con la duración del intervalo, sino una regla relativa; responder al más largo o corto dadas las opciones presentadas. Esto parece darle a LeT una ventaja sobre SET, ya que la primera teoría sugiere que la memoria de las duraciones no son algo fijo que surge cuando se presenta la clave, sino que la respuesta surge de un proceso dinámico en el que la experiencia pasada y el presente interactúan para producir la respuesta. Lo anterior es una idea a considerar seriamente acerca de cómo realmente pudiera funcionar la memoria o el recuerdo, especialmente si siguiendo el argumento de este capítulo tal cosa puede extenderse a la discriminación de otro tipo de estímulos.

Una teoría además debería ser fuente de predicciones. Como vimos el valor del reforzador afecta la discriminación temporal, si tal efecto ocurre por un cambio en el valor y variabilidad del umbral para responder, y si mecanismos similares explican la detección de otro tipo de señales debería ser posible observar el mismo efecto en otro tipo de estímulos. La revisión de Lotfizadeh et al (2012) sugiere que los efectos del valor del reforzador observados en procedimientos de discriminación temporal también pudieran observarse con otros tipos de estímulo, sin embargo, aún no es claro si el mecanismo por el cual esto ocurre es el mismo, pero si ambos tipos de problema son resueltos a través de mecanismos de detección de señales la predicción de la teoría es que deberían ser similares. Esta predicción debería ser puesta a prueba.

Finalmente, la pregunta por la verdad de las teorías recuerda un curioso debate conceptual entre Hull y Spence. De acuerdo con Smith (1990) Hull y Spence concordaban poco sobre la naturaleza de las teorías. De acuerdo con Smith para Hull las teorías eran el reflejo de un mecanismo que puede ubicarse en algún lugar,

especialmente en la fisiología de los organismos. Por otro lado, para Spence las teorías eran herramientas heurísticas que guían el trabajo de los investigadores pero que no requieren un compromiso ontológico acerca de su existencia en algún nivel. En sus cartas y comentarios a los escritos de Hull, Spence le recomendaba no discutir a profundidad, e incluso eliminar las referencias más fisiológicas en sus escritos. Esta forma de razonar de Spence puede ser considerada conservadora en el sentido de que las afirmaciones que Hull podía hacer sobre la fisiología del cerebro eran muy especulativas, y con pocas posibilidades de llevarse al campo de la comprobación empírica.

Modelos como el propuesto por Simen, Balci, de Souza, Cohen y Holmes (2011) siguen una lógica similar a la que Hull proponía y Spence criticaba. De acuerdo con los autores el modelo guarda una relación cercana a SET, en la medida que propone una forma de contador de tiempo y comparaciones entre dicho contador y un valor de referencia, pero mencionan que matemáticamente es similar a BeT, aunque esa pequeña variación hace que el modelo explique más datos que BeT. Los autores proponen cuatro niveles en donde el modelo funciona, un nivel de la neurona individual, otro que considera poblaciones de neuronas, en el siguiente estas poblaciones se integran en circuitos que constituyen el contador de tiempo, y finalmente en el último nivel se propone un circuito que reúne todo lo anterior para explicar la conducta. El modelo que describe el último nivel es aquel que guarda similitudes formales con SET, y matemáticas con BeT. Dado el interés por llevar el modelo a diferentes niveles es claro que la plausibilidad fisiológica del modelo es central, es decir, para estos autores es importante encontrar una correspondencia entre su modelo y el funcionamiento del sistema nervioso central. No estoy seguro de que aun si se demostrara la correspondencia propuesta se pudiera hablar del modelo verdadero de estimación temporal, pero creo que es lo que más se le aproxima; por supuesto a una noción intuitiva de verdad como algo que realmente existe en el mundo.

La TDS pudiera ser considerada un marco general en el que varios de los modelos presentados hasta el momento pueden ser considerados aplicaciones específicas de la idea general a situaciones o problemas particulares. Es decir, dado señales específicas los modelos pueden funcionar de manera diferente, si la señal es un sonido o una luz, o si esta es un intervalo de duración corta o larga. Resultados como los encontrados por Valencia-Torres et al (2011) parecen sugerir que la discriminación temporal es más difícil de aprender que la discriminación de intensidades de estímulo. Sin embargo, es probable que, al menos en términos generales, los procesos

de discriminación sigan el patrón sugerido por la TDS, que pueden instanciarse a niveles moleculares como el funcionamiento de una neurona.

### **Comentarios Finales**

En este capítulo revise algunas similitudes y diferencias de varias teorías de discriminación de estímulos e intervalos, así como su posible relación con la TDS. La idea de que un solo marco general como la TDS puede estar detrás de todos estos modelos surge lógicamente de la noción de que la solución a un problema de supervivencia, o adaptación, que es resultado de un proceso evolutivo, tiene que tener características comunes, ya que ésta no puede surgir de la nada, tiene que ser la variación de algo que ya existe. El resultado del proceso evolutivo puede ser más algo más complejo, pero no necesariamente cualitativamente diferente. Esta idea por supuesto es especulativa y requiere comprobación.

En este ejercicio de comparación a lo largo del documento se presentaron diferentes predicciones que sería interesante probar empíricamente. En este sentido se puede afirmar que los modelos y teorías presentados aún son buena fuente de ideas para la investigación. Por lo tanto, pudiera concluirse que aún, cuando los modelos pudieran ser demostrados falsos, o no los mejores disponibles, estos originan ideas interesantes para observaciones relevantes que pudieran aumentar nuestra comprensión de la conducta.

Algo que queda pendiente, para lograr un mejor análisis de los modelos presentados, sería llevar a cabo esta comparación en términos formales; tal vez matemáticos o a través de simulaciones. Este ejercicio permitiría mostrar que tan profundamente relacionados están estos modelos. Haría posible evidenciar específicamente qué parte de la TDS se mantiene como algo común entre los modelos, y qué tanto es específico de cada uno. Por ejemplo, sería posible mostrar que el umbral de decisión y su variabilidad, o su equivalente, se definen a través del mismo tipo de distribuciones. Esto permitiría demostrar entre otras cosas que tan conservador ha sido el proceso de evolución para producir las adaptaciones necesarias para que la conducta de los organismos sea controlada por algo tan abstracto como el tiempo.

## Referencias

- Balci, F. (2014). Interval Timing, Dopamine, and Motivation. *Timing & Time Perception*, 2(3), 379–410. <https://doi.org/10.1163/22134468-00002035>
- Baquero, A., Puerta, A., & Gutiérrez, G. (2009). Magnitude Effects of Sexual Reinforcement in Japanese Quail. *International Journal of Comparative Psychology*, 22(2). Retrieved from <http://www.escholarship.org/uc/item/2cr7n85m>
- Blough, D. S. (1975). Steady state data and a quantitative model of operant generalization and discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1(1), 3–21. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.1.1.3>
- Blough, D. S. (2001). Some contributions of signal detection theory to the analysis of stimulus control in animals. *Behavioural Processes*, 54(1), 127–136. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(01\)00154-1](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(01)00154-1)
- Burgos, J. (2007). The Theory Debate in Psychology. *Behavior and Philosophy*, 35, 149–183. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/27759538>
- Buriticá, J. (2014). Estimación temporal de intervalos y discriminación del tiempo. In C. Torres-Ceja & C. Flores-Aguirre (Eds.), *Tópicos selectos de investigación: paradigmas experimentales en conducta animal* (pp. 49–67). Guadalajara: CUCBA-Universidad de Guadalajara.
- Buriticá, J., & dos Santos, C. (2016). Valor de la Recompensa: ¿Cómo se Usa y Para qué se Usa el Concepto? *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2), 233–250. <https://doi.org/10.15446/rcp.v25n2.50405>
- Buriticá, J., Vilchez, Z., & dos Santos, C. V. (2016). Temporal discrimination and delayed reinforcement. *Behavioural Processes*, 130, 71–74. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.009>
- Church, R. M. (2003). A concise introduction to Scalar Timing Theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing* (pp. 3–22). Boca Raton: CRC Press.
- de Carvalho, M. P., Machado, A., & Vasconcelos, M. (2016). Animal timing: a synthetic approach. *Animal Cognition*, 19(4), 707–732. <https://doi.org/10.1007/s10071-016-0977-2>
- Douglas, H. E. (2009). Reintroducing Prediction to Explanation. *Philosophy of Science*, 76(4), 444–463. <https://doi.org/10.1086/648111>
- Galtres, T., & Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation*, 41(2), 108–124. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2010.01.002>

- Galtress, T., Marshall, A. T., & Kirkpatrick, K. (2012). Motivation and timing: Clues for modeling the reward system. *Behavioural Processes*, *90*(1), 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.02.014>
- Gescheider, G. A. (1997). *Psychophysics: The Fundamentals* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar Timing in Memory. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 423, pp. 52–77). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb23417.x>
- Giere, R. N. (2000). Theories. In W. H. Newton-Smith (Ed.), *A companion to the Philosophy of Science* (pp. 515–524). Oxford: Blackwell.
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2004). Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*(4), 661–669. <https://doi.org/10.3758/BF03206548>
- Heinemann, E. G. (1983). A memory model for decision processes in pigeons. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein, & A. R. Wagner (Eds.), *Quantitative Analyses of Behavior: Discrimination processes Vol IV*. (pp. 3–19). Cambridge: Ballinger Publishing Company.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of Behavior*. New York: Appleton Century Crofts.
- Josefowicz, J., & Staddon, J. E. R. (2008). Operant behavior. In R. Menzel (Ed.), *Learning, Theory and Behavior* (pp. 75–102). Oxford: Elsevier.
- Kehoe, E. J. (2008). Discrimination and Generalization. In J. H. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A Comprehensive Reference* (pp. 123–149). Oxford: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012370509-9.00059-0>
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, *95*(2), 274–295. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.274>
- Lejeune, H., & Nagy, J. (1986). Operant conditioning in the newly hatched quail: Fixed interval performance. *Behavioural Processes*, *12*(4), 317–325. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(86\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0376-6357(86)90002-1)
- Lejeune, H., & Wearden, J. H. (1991). The comparative psychology of fixed-interval responding: Some quantitative analyses. *Learning and Motivation*, *22*(1), 84–111. [https://doi.org/10.1016/0023-9690\(91\)90018-4](https://doi.org/10.1016/0023-9690(91)90018-4)
- Lotfizadeh, A. D., Edwards, T. L., Redner, R., & Poling, A. (2012). Motivating Operations Affect Stimulus Control: A Largely Overlooked Phenomenon in Discrimination Learning. *The Behavior Analyst*, *35*(1), 89–100. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3359858/>

- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, 104(2), 241–265. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.104.2.241>
- Machado, A., & Keen, R. (1999). Learning to Time (LET) or Scalar Expectancy Theory (SET)? A Critical Test of Two Models of Timing. *Psychological Science*, 10(3), 285–290. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00152>
- Machado, A., Malheiro, M. T., & Erlhagen, W. (2009). Learning to Time: A Perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92(3), 423–458. <https://doi.org/10.1901/jeab.2009.92-423>
- Machado, A., & Pata, P. (2005). Testing the scalar expectancy theory (SET) and the learning-to-time model (LeT) in a double bisection task. *Animal Learning & Behavior*, 33(1), 111–122. <https://doi.org/10.3758/BF03196055>
- Mahometa, M. J., & Domjan, M. (2005). Classical conditioning increases reproductive success in Japanese quail, *Coturnix japonica*. *Animal Behaviour*, 69(4), 983–989. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.06.023>
- Matthews, R. N., Domjan, M., Ramsey, M., & Crews, D. (2007). Learning Effects on Sperm Competition and Reproductive Fitness. *Psychological Science*, 18(9), 758–762. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01974.x>
- McClure, E. A., Saulsgiver, K. A., & Wynne, C. D. L. (2009). Manipulating pre-feed, density of reinforcement, and extinction produces disruption in the location variation of a temporal discrimination task in pigeons. *Behavioural Processes*, 82(1), 85–89. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.03.009>
- Puentes, M. A. (2008). Magnitud del reforzamiento sexual en la codorniz japonesa macho (*coturnix japonica*). Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/1571/>
- Sanabria, F., Thraillkill, E. A., & Killeen, P. R. (2009). Timing with opportunity cost: Concurrent schedules of reinforcement improve peak timing. *Learning & Behavior*, 37(3), 217–229. <https://doi.org/10.3758/LB.37.3.217>
- Simen, P., Balci, F., de Souza, L., Cohen, J. D., & Holmes, P. (2011). A Model of Interval Timing by Neural Integration. *The Journal of Neuroscience*, 31(25), 9238 LP-9253. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3121-10.2011>
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Smith, L. D. (1990). Models, Mechanisms, and Explanation in Behavior Theory: The Case of Hull versus Spence. *Behavior and Philosophy*, 18(1), 1–18. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/27759206>

- Valencia-Torres, L., Olarte-Sánchez, C. M., Body, S., Fone, K. C. F., Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (2011). Fos expression in the prefrontal cortex and nucleus accumbens following exposure to retrospective timing tasks. *Behavioral Neuroscience*, *125*(2), 202–214. <https://doi.org/10.1037/a0022623>
- Zamora, O., & Pérez-Calzada, M. (2015). Reforzamiento y estimación temporal: Mecanismos motivacionales y temporales de la discriminación. In F. Cabrera, O. Zamora, H. Martínez, P. Covarrubias, & V. Orduña (Eds.), *Estudios Sobre Comportamiento y Aplicaciones Vol IV* (pp. 61–97). México: Universidad de Guadalajara - Universidad Nacional Autónoma de México.

# IX

## Apercibimiento de Consecuencias: Proposición alternativa para el concepto de retroalimentación como reforzador secundario

*Julio Agustín Varela Barraza*

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### **Resumen**

Se describe brevemente el origen del concepto retroalimentación y su clasificación como positiva y negativa, señalando sus características definicionales en el contexto original de la física. En una segunda parte se analiza el uso que se ha hecho de este término en el Análisis de la Conducta y algunas diferencias conceptuales que existen con el término original. Posterior a la revisión de algunas clasificaciones existentes de los tipos de retroalimentación se propone una clasificación que pretende ser inclusiva de la conducta animal humana y no humana: (1) mecánica o reactiva (2) convencional y (3) inmediata o demorada, siendo la segunda la única que es exclusiva del comportamiento humano. Con esta base se propone el empleo alternativo del término Apercibimiento de Consecuencias (AdC). Empleando el procedimiento de la igualdad de la muestra, se exponen tres tareas imaginarias que implican respuestas de complejidad creciente y por este medio hacer explícito que en los casos de conducta compleja, la AdC implica dos segmentos de respuesta en momentos diferentes: ante la tarea a resolver (respuesta implícita) y ante la AdC. Finalmente, se exponen tres estudios informales que ayudan como prueba empírica de la existencia y papel de la respuesta implícita.

En primer lugar es necesario hacer algunas consideraciones respecto al concepto de retroalimentación, pues en cierta medida justifican el cuestionamiento de su estatus además de que permiten juzgar la pertinencia de una alternativa que se propone. Para ello se especifica el contexto, definición y uso original a manera de una breve historia del concepto. Mediante estos elementos se analizan las circuns-

tancias en las que se emplea en relación a la conducta animal humana y no humana por lo que se indican las razones de que su uso es poco apropiado en esta área.

El término de retroalimentación se ha atribuido principalmente a Wiener, fundador de la cibernética en 1948, pero su concepto se liga claramente al de James Watt, físico escocés del siglo XVIII, quien incorporó el uso de este término para las máquinas de vapor como parte de un regulador centrífugo de bolas (Medina, 2013; Silva-Victoria, 2002). En la mecánica de Watts y en la ingeniería de sistemas de control de Wiener, el término hace referencia a los efectos que produce un mecanismo y que regulan su eficiencia posterior inmediata. Si el efecto es de aumentar o disminuir su eficiencia, se habla de retroalimentación positiva o negativa, respectivamente, es decir, ocurre un mismo proceso que aumenta o decrementa un parámetro regulado. Por ejemplo, en el caso de un regulador de temperatura, con base en alguna graduación impuesta al sistema, éste aumenta la temperatura (retroalimentación positiva) o la reduce (retroalimentación negativa) cuando el grado de calor detectado por el sistema está por debajo o por arriba de la graduación preestablecida. Se enfatiza en que si la temperatura es la indicada, el regulador no entra en función. El término generado en el campo de la mecánica significa el retorno de una parte de la salida de un circuito o sistema a su propia entrada. El diagrama de la figura 1 es ilustrativo. *B* representa el retorno parcial de la salida y supone que es diferente de *A* (respuesta) y por supuesto del *input* y el *output* pues es sólo una parte del output.

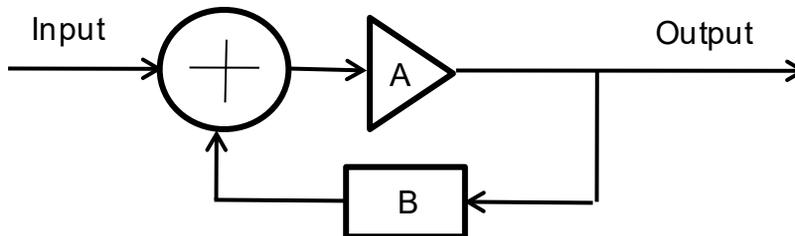


Figura 1. Modelo de la retroalimentación en el campo de la física y cibernética.

La retroalimentación se ha vinculado fuertemente a la teoría de los sistemas relacionada a los sistemas de control y de información electrónica como parte central de la cibernética. La colaboración del neurofisiólogo mexicano Arturo Rosenblueth, amigo de Wiener, facilitó que el término fuera empleado profusamente en

el campo de la neurociencia y de igual manera en la psicología cognitiva. El concepto de la retroalimentación fue adoptado en áreas de conocimiento tan diversas como son la biología, ingeniería, arquitectura, comunicación, administración de empresas, economía, entre otras. Una muestra es que el National Center for Biotechnology Information, NCBI, tiene 554,157 registros de dicho término en 33 bases de datos, siendo la base de datos más numerosa la de Nucleótidos con 83,590 registros. El sitio *US National Library of Medicine* contiene 236, 504 registros de los cuales el más antiguo data de 1965 (Genetics of human blood coagulation).

### **Su uso en el análisis experimental de la conducta**

En este campo la retroalimentación rápidamente adquirió la misma clasificación del reforzamiento, esto es positivo y negativo pero no así la de primario y secundario pues desde un inicio se le otorgó el carácter de reforzador secundario como se puede apreciar en la obra inicial de Skinner (1938), quien al describir el condicionamiento secundario de Tipo R dice que es el proceso de añadir un miembro inicial a la cadena de reflejos sin reforzar el último de la cadena. Y por tanto “el sonido del comedero adquiere un valor reforzante mediante su correlación con el reforzamiento. Esto puede funcionar como un agente reforzante aun cuando falte el reforzamiento final” (p. 82) y que describe en términos sencillos años más tarde (Skinner, 1951), incluyendo ejemplos de la conducta humana y haciendo énfasis en la atención, aprobación y afecto como poderosos reforzadores secundarios.

A partir del estudio de la conducta humana, Skinner (1953) usa el término en al menos dos formas. La primera es para referirse a la ayuda que proporcionan ciertos instrumentos que detectan movimientos sutiles como mover las orejas, reeducación de un paciente para mover un miembro paralizado y aprendizaje del habla en sordos, como también para la función del educador al proporcionar consecuencias arbitrarias. El uso de instrumentos especializados como fuente de la retroalimentación ha generado el campo de investigación denominado bioretroalimentación (Carrolles y Godoy, 1987). Una segunda forma ocurre al describir los efectos del reforzamiento diferencial ya que Skinner expone la importancia de la inmediatez de la retroalimentación ante la demora de la efectividad de su ejecución, como le ocurre a la persona que juega a los bolos ya que debe esperar a que la bola haga contacto con los bolos para poder verificar su efecto, por ello el autor añade que la “información se necesita para mantener el poder reforzante condicionado de la *retroalimentación*” (Skinner, 1953, p. 126).

Años más tarde Skinner describe que la conducta operante afecta el ambiente y genera estímulos que “retroalimentan” al organismo y “cualquier consecuencia de la conducta que sea recompensante o más técnicamente *reforzante*, incrementa la probabilidad de futuras respuestas” (Skinner, 1957a, p. 128). En su obra sobre conducta verbal (Skinner, 1957b, cap. 16), la usa como parte de la corrección verbal que consiste en la estimulación proporcionada por la comunidad verbal (oyente) y la emplea como sinónimo de los términos de autoestimulación y autoobservación. En los ejemplos que proporciona existe una clara relación entre la retroalimentación positiva y negativa con el reforzamiento y el castigo positivo. En su obra sobre la tecnología de la educación (Skinner, 1968), alude al informe inmediato (recompensa inmediata) sobre la exactitud de la respuesta que típicamente es llamada retroalimentación y enfatiza su importancia en la instrucción describiendo su función para moldear y mantener la respuesta apropiada del aprendiz. En su descripción, Skinner comenta que el uso de “la máquina, sólo mediatiza una relación que, *en esencia, es verbal*” (Skinner, 1968/1970, p. 69).

En la obra de Honig (1966/1975) el concepto de retroalimentación no aparece en el índice analítico pero sí en la obra posterior de este mismo autor junto con Staddon (Honig & Staddon, 1977/1983). Nevin y Reynolds (1973) emplean el término en relación a la conducta animal como también se observa en Staddon (1983), quien considera que la función de retroalimentación determina cómo la conducta del animal cambia el mundo.

En este breve recuento histórico destacan cuatro elementos que permiten considerar que la adopción del término retroalimentación ha sido incorrecta. El primero es que la cuna del término es la física y su objeto de estudio es diferente al de la psicología, lo que implica que su empleo en ésta conduce a la producción de metáforas, análogos o yerros conceptuales al no ajustarse a las propiedades del objeto de estudio propio. No obstante que el préstamo de términos empleados en otra ciencia puede no ser un problema si se adecúa de manera explícita y pertinente, en este caso parece no haber ocurrido de esa manera y por lo tanto su adopción constituye un error. Por ejemplo, al igualar el funcionamiento de un mecanismo con el funcionamiento conductual de un organismo.

En la física el término considera la eficiencia de un mecanismo que aumenta o disminuye su funcionamiento, lo cual no implica dos respuestas de naturaleza diferente, pues es la misma. En el ejemplo propuesto, la producción de más o menos energía calorífica. Por tanto, otra violación es que en el caso del análisis conductual, la retroalimentación positiva y negativa se aplica a dos conductas de

naturaleza diferente. Por ejemplo, responder correctamente al estímulo presentado y por otro lado, cualquier otra respuesta diferente considerada como error.

Otro aspecto es que aunque el uso de instrumentos distintos al “mecanismo” se mantiene en el caso de la bioretroalimentación, no es así en el caso de la autoestimulación y autoobservación, que ocurren como parte del comportamiento del organismo, no son entidades diferentes al mismo.

Otra violación más ocurre ante el empleo de los análogos de reforzamiento positivo (retroalimentación positiva) y castigo positivo (retroalimentación negativa), pues el primero incrementa la probabilidad de la respuesta y el segundo suprime o reduce la respuesta. Incrementar la probabilidad de respuesta no implica hacerla más eficiente y suprimir la respuesta no implica reducir su eficiencia. Sobre todo en este segundo caso de la retroalimentación negativa, su uso no es congruente con el concepto original.

Por último, existe una importante diferencia respecto al uso del término retroalimentación en función de si la investigación se realiza con animales o con humanos, ya que en el primera nunca tiene propiedades verbales y en la segunda, la mayor parte de las veces tiene esa característica, como ya quedó señalado (Skinner, 1968/1970, p. 69). Habiéndose empleado de manera inicial en la investigación animal, parece ser otro error conceptual incorporarlo acríticamente a la descripción y explicación de actividades netamente humanas en las que de manera usual interviene la conducta verbal y sin que quede clara su funcionalidad ni su definición.

Como ejemplo de esto último, en la investigación se ha supuesto que decirle “Bien” o cualquier otra frase análoga, por algún medio a una persona, como consecuencia de su respuesta se trata de un reforzamiento (retroalimentación positiva) y “Error”, siguiendo la misma lógica, se ha asumido como castigo positivo (retroalimentación negativa). Sin embargo, dicha nominación a veces parece referirse a la morfología pues su relación funcional, muchas veces no se aprecia claramente. Al respecto se ha dicho que la retroalimentación no incrementa el aprendizaje (cf. Wentling, 1973), aunque también se ha mencionado que en una parte de la investigación en la instrucción programada, no se haya cuidado de que los participantes hayan tenido posibilidad de ver la respuesta antes de responder (véase Roper, 1977). Peterson (1982) señala que aun cuando la retroalimentación se ha evidenciado como efectiva, rara vez se hace un análisis de por qué lo es en términos de los principios conductuales. El autor indica que “La retroalimentación funciona (a veces) pero por qué lo hace no es del todo claro en muchos casos y típicamente no se presenta un análisis conductual” (p. 101).

Los elementos históricos del origen y empleo del término retroalimentación en el Análisis de la Conducta son muy amplios pero para el objetivo de este trabajo, los que se han descrito permiten una visión general de las características que se desean analizar. Un último aspecto que es necesario añadir, se refiere a algunas formas en que se ha clasificado el término, más allá de su primera categorización como positiva y negativa.

### **Tipos de retroalimentación**

La retroalimentación, como el reforzador, ha sido objeto de muchas clasificaciones. Un caso particular en la investigación que emplea el procedimiento de la igualación de la muestra, ha servido para hacer comparaciones entre las descripciones que se hacen en la retroalimentación ya que pueden ser respecto a las características de los elementos situacionales, de la relación entre los estímulos o por otro lado, en relación al momento en que se presenta la retroalimentación, esto es, al inicio de la sesión, antes de la respuesta, concurrentemente, después o al término de la sesión (Martínez, 1994). Otra clasificación más corresponde a los elementos a que hace mención, pudiendo ser intrasituacional (descripción textual de la instancia de respuesta correcta), extrasituacional (explicación breve de por qué la respuesta es correcta o incorrecta, incluyendo la definición del término ejemplificado y la correspondencia entre la definición y el ejemplo del ensayo) y transituacional (breve explicación de la respuesta correcta o incorrecta que sólo incluye la definición del término empleado en ese ensayo) (Carpio, Pacheco, Carranza, Flores y Canales, 2003). En el área de la instrucción programada, Jaehnig y Miller (2007) describen que en los estudios del área destacan cuatro tipos de retroalimentación: (1) El Conocimiento de Resultados (CR), en cuyo caso se notifica el acierto o error de la respuesta correspondiente. (2) El Conocimiento de Respuestas Correctas (CRC) consiste en mostrar la respuesta correcta, siendo o no correcta la respuesta del participante, por ejemplo: “Error, la respuesta correcta es X”. (3) En el caso de Retroalimentación con Elaboración (RE) se añade información o una explicación de la respuesta correcta. Por ejemplo: “Error. La respuesta correcta es *Estímulo Discriminativo*. El niño responde sólo cuando está presente un triángulo que es el *Estímulo discriminativo*”. Y finalmente, (4) La Retroalimentación Demorada (RD) que se proporciona en diferentes momentos de una sesión o experimento. De acuerdo a la revisión hecha por Jaehnig y Miller (2007), la que ha probado ser más efectiva es la de CRC, la RE y RD ofrecen perspectivas interesantes y la de menor efectividad es la de RC, que por otro lado

es muy empleada en la investigación en otras áreas diferentes. Al respecto llaman la atención tres aspectos. El primero es que, aunque se supone que todos son tipos de retroalimentación, este término no se incluya en el nombre en los dos primeros casos reportados por Jaehnig y Miller (2007). El segundo es que en el momento en que se habla del diferente grado de eficacia de los tipos de retroalimentación, eso se refiere a que la retroalimentación sirve con relativa eficacia. Lo importante es identificar el porqué de esto tanto para la retroalimentación positiva como negativa. El tercer aspecto es que, puesto que la retroalimentación se asume como un reforzador condicionado, dadas las evidencias, en algunos casos queda en entredicho que sea un reforzador sumamente potente. Por ello es importante indagar por qué de ello.

Recientemente, Carpio (2014), en su Modelo de Regulación Lingüística del Comportamiento Humano, rechaza el término de retroalimentación al calificarlo como un grave error categorial al intentar conjuntar un concepto perteneciente a una formulación teórica antagonica. Por ello propone la categoría de componentes verbales consecuentes y concurrentes independientes, además del componente verbal final, que constituye una forma de evaluación general dada al término de una sesión. De manera interesante este autor considera entre otros, los componentes verbales introducidos por el participante, aspecto que de manera usual se omite en la investigación conductual (ver por ejemplo: Debert, Matos, & McIlvane, 2007; Fields, Garruto, & Watanabe, 2010; Gannon, et al., 2011; Lipkens, & Hayes, 2009), a los que da el nombre de componentes verbales concomitantes, que se han analizado parcialmente en el fenómeno de *naming* (Horne & Lowe, 1996) y que se constituye de todo lo que el participante se dice a sí mismo a partir de la tarea y de lo que se le dice (retroalimentación). La proposición es de suyo importante al incorporar en el análisis las respuestas que el participante puede hacer ante la situación estímulo que se le presenta pero, obviamente esto ocurre en situaciones en las que existe un problema a resolver y éste puede ser relativamente sencillo (como en el caso de la igualación de la muestra de primer orden) o complejo, como puede ocurrir en algunos casos de la igualación de la muestra de segundo orden. Aunque dicha proposición contribuye al análisis del fenómeno de la retroalimentación sólo se refiere a la conducta verbal humana y con ello se excluyen los casos en los que este componente no existe tanto en el ser humano como en el animal.

Teniendo en consideración las distintas clasificaciones que se han descrito, sin asumir que sean todas las existentes, a continuación se propone una clasificación de los diferentes tipos de retroalimentación.

### Proposición de los tipos de “retroalimentación”

En general, pueden distinguirse tres tipos de retroalimentación. El primero puede ser llamado mecánico o reactivo y el segundo convencional. En cualquiera de estos casos, al considerar el lapso entre la respuesta y su consecuencia se obtiene la retroalimentación inmediata y demorada. En la siguiente parte se definen y describen los tres tipos y sus subtipos.

1. La retroalimentación por lo general es una *consecuencia condicional* a la ocurrencia de la respuesta con la excepción del caso de contigüidad que no es condicional (Skinner, 1948). Así, se puede considerar el subcaso de la retroalimentación *mecánica* que ocurre ante cualquier respuesta cuya morfología implique lo táctil o gustativo o bien *reactiva* que incluye las respuestas de todas las otras modalidades sensoriales. Este tipo de retroalimentación que está presente de manera continua en las actividades de un organismo, también se ha considerado como sensorial (Nevin y Reynolds, 1973), aunque el concepto original de reforzamiento sensorial (Kish, 1966) se usa para aquellos casos en los que ocurre un proceso de reforzamiento primario que es resultado de la presentación contingente sobre una respuesta, de ciertos estímulos de intensidad moderada que no pueden catalogarse como reforzamiento o castigo primario positivo o negativo. Tal es el caso de las luces y sonidos generados por algunas cámaras experimentales.

La diferencia que propongo, mecánica o reactiva, obedece a que el medio de contacto (Kantor & Smith, 1975/2015), esto es, la vía gracias a la cual es posible la interacción del organismo con el objeto de estímulo, es distinto dado que los sentidos táctil y gustativo son afectados por la consecuencia mecánica de la piel y en los demás sentidos, al tratarse de modalidades sensoriales distales, el medio de contacto es el aire o la luz.

A su vez, este tipo de consecuencia mecánica o reactiva puede subdividirse en *condicional fortuita* y *necesariamente condicional*. La diferencia entre ellas es que la relación condicional de la consecuencia con el acto, en el primer caso ocurre cuando el acto no es deliberado y en el segundo cuando el acto es deliberado.

Ejemplo del primer subtipo de retroalimentación es el caso de una persona que recientemente adquirió una computadora habilitada con pantalla digital (touch screen) y que al tocar accidentalmente la pantalla, esto produce un cambio mecánico (retroalimentación) en la misma. O considere el acto más frecuente de apretar accidentalmente la tecla [CTRL] al mismo tiempo que alguna otra tecla. En muchos casos, el equipo registra dicha acción conjunta como un acceso rápido (*shortcut*) y para sorpresa del usuario algo insólito ocurre como puede ser que

desaparezca el texto completo como sucede si de manera fortuita se aprietan las teclas [CTRL] + [e] seguidas de cualquier otra tecla. El resultado es que en la pantalla aparece solamente el grafo de la última tecla oprimida. Esta consecuencia, de acuerdo a nuestra clasificación, es una retroalimentación fortuita de tipo mecánico.

Los ejemplos de retroalimentación necesariamente condicional son constantes y diversos en la vida de cualquier organismo. Por ejemplo, el caso en que una persona necesita sacar una moneda del bolsillo. Mueve la mano y el brazo en dirección al bolsillo, mete la mano y cuando siente la moneda, el movimiento de la mano, debido a la retroalimentación necesariamente condicional, se modifica para coger la moneda. O bien cuando en una situación se oye algo de manera no muy clara. Es probable que el organismo voltee la cabeza orientándose en dirección al lugar en que oye dicho sonido. En el momento que ve el objeto que produce dicho sonido se produce la retroalimentación y cesa el movimiento de la cabeza. De esta forma se puede analizar cualquier interacción cotidiana, considerando las consecuencias necesarias que se producen en cada ocasión. Un aspecto notable es que si la retroalimentación de este tipo es considerado como un reforzador condicionado, su efecto no es precisamente el de incrementar la tasa de respuesta sino en todo caso, mantener la probabilidad de que vuelva a ocurrir la respuesta en ocasión semejante.

Otros ejemplos ocurren de manera usual en el mundo moderno. Considere por ejemplo la apertura de puertas automáticas ante la presencia física y próxima de un organismo, la iluminación de botones cuando se oprimen, los indicadores de la velocidad en los automóviles, etc. En estos casos podemos especificar que las consecuencias necesariamente condicionales ocurren cuando están programadas o planeadas por una entidad diferente al organismo que responde.

2. Como ocurre en las situaciones de entrenamiento, sean o no experimentales, en los ejercicios o ensayos existe retroalimentación pero es necesario distinguir que en estos casos muchas veces se trata de un segundo tipo de retroalimentación que puede nominarse como convencional o lingüística. La ventaja de éstos dos es que el término verbal es insuficiente al limitarse a los eventos en los que una persona habla y no incluye de manera explícita los actos lingüísticos de tipo gestual, de lectura, de escritura y observacionales.

Al mencionar que se trata de una retroalimentación convencional, se hace referencia a que incluye elementos adoptados por consenso que permiten una interacción lingüística (Kantor, 1977). Es necesario precisar que en los modos

lingüísticos clasificados como afectivos (escuchar, observar y leer), las respuestas del individuo no producen necesariamente una consecuencia, los estímulos correspondientes sólo lo afectan y por esto su clasificación (Varela, 2013). De esta forma, las respuestas en dichas modalidades pueden no producir consecuencias condicionales necesarias.

Este tipo de retroalimentación convencional a su vez puede dividirse en dos subtipos. De manera usual el primero es provisto por alguien más, podemos nominarlo informativo y consiste en la notificación de algo relativo a la circunstancia presente pero sin especificar qué se puede o se debe hacer. A este subtipo Jaehnig y Miller (2007) lo denominan como Conocimiento de Resultados. Algunos ejemplos son los avisos que se dan a los participantes en numerosas investigaciones que consisten de avisos o letreros de “Correcto”, “Error” o cualesquiera otros similares. En algunas aplicaciones, simuladores, juegos, etc., otra retroalimentación informativa dice “Peligro”, o algo semejante. Hago énfasis que en este trabajo, el término informativo no deviene de la teoría de la información sino que se usa en el sentido de obtener conocimiento respecto a algo, en el mismo sentido que lo usan Kantor y Smith (1975/2015, pp. 278-279). Como se puede considerar, este tipo de retroalimentación informa al individuo de cierto tipo de circunstancias pero sin describir, demandar o sugerir una acción específica y efectiva. Ante la retroalimentación “Correcto” o “Error”, el participante puede percibir la notificación pero posiblemente no pueda identificar claramente qué fue lo que hizo o qué propiedad del estímulo es la pertinente. Posiblemente por esto, esta forma de retroalimentación a veces tiene el efecto esperado y a veces no, sobre todo si la respuesta correcta tiene propiedades relacionales complejas con el estímulo. De esta forma, no se trata de una respuesta simple como lo es apretar una tecla cada vez que se presenta una señal en la pantalla. Se volverá a este punto más adelante.

En muchos modelos cognitivos (Baddeley, & Hitch, 1974; Coello, 2005; Geeraerts, Kristiansen, and Peirsman, 2010; Goldwin-Meadow, and Mayberry, 2001) y en la investigación operante con animales, se ha introducido equivocadamente el término información con el mismo significado que en la teoría de la información lo cual constituye un error categorial. Algunos casos usuales se refieren a la reacción puramente fisiológica del cerebro pues se dice que éste *manda información* al órgano o receptor nervioso en el que se originó la acción original. En estos casos, se dice que la información puede ser aferente o eferente y así se mezcla la acción de transmisión sináptica con lo que se postula en la teoría de la información.

En el área operante no es raro encontrar la expresión de que el estímulo discriminativo es el que *informa* al sujeto de que... Expresión que además no corresponde a la definición del E<sup>D</sup>. Un foco prendido *no informa* al animal de que puede apretar una tecla, simplemente forma parte del procedimiento diseñado para que bajo esa circunstancia, una respuesta en el operando, sea registrada y reforzada. Lo mismo ocurre con muchas declaraciones empleadas para la explicación de distintos programas de reforzamiento que se hacen como efecto del reforzamiento o de los estímulos: la señal informaba al sujeto que la probabilidad del reforzamiento se incrementaba hacia el final del periodo; el reforzamiento informa al sujeto que... Desde otra perspectiva, la información es posible sólo si ocurre mediante el lenguaje en cualquiera de sus modos como medio convencional. Cuando no interviene el lenguaje son ejemplos de retroalimentación mecánica o reactiva.

Una característica de la retroalimentación informativa es su correspondencia funcional con la respuesta de la que es consecuencia, esto es, la retroalimentación tiene una relación directa con el contenido de la respuesta, excepto en los casos en que se ha investigado el efecto de instrucciones contrarias a las consecuencias de la tarea (c.f. Martínez, Ortiz y González, 2007). Debido a que las variaciones que pueden existir entre las respuestas que uno o más participantes pueden proporcionar en una situación, generalmente en la experimentación esto conduce al investigador a programar una situación parcialmente “cerrada” y considerando respuestas relativamente discretas. Por ejemplo, la retroalimentación que se proporciona ante una respuesta errónea puede ser: “Recuerda que para responder debes emplear las teclas *q*, *t* y *p*”. Esto permite al investigador programar la retroalimentación educativa para cada tecla (opción de respuesta), no pudiendo ocurrir ninguna otra respuesta pues el equipo no registra su ocurrencia. Por ejemplo, si el participante aprieta la tecla *r*. O bien, en caso de no bloquear todo el resto del teclado, puede programarse la retroalimentación educativa siguiente ante una respuesta incorrecta: “Recuerda que sólo debes emplear las teclas *q*, *t* y *p*”. En el caso de que se requieran respuestas rápidas, la retroalimentación que se puede programar ante una respuesta con una demora mayor a los 5s sería: “Recuerda que debes responder rápidamente en menos de 5 segundos”. Pero en estos dos casos debe notarse que la retroalimentación es de tipo informativa pues no indica cuál es la respuesta correcta.

Por último, el segundo subtipo de retroalimentación convencional se puede nominar educativa que puede definirse como aquella consecuencia en la que se

especifica lo que debe o puede hacerse, además siempre ocurre mediante algún modo lingüístico y por lo tanto no es mecánica ni reactiva (en el sentido expresado estrictamente en este escrito) pues es convencional y programada por el investigador o educador. Tampoco se les debe confundir con las instrucciones pues éstas no son consecuencia de una respuesta específica. Su objetivo usual es la formación de una función de respuesta que tenga propiedades específicas en términos de su duración, morfología, espaciamiento, correspondencia, coherencia o algún otro parámetro o relación con una tarea determinada.

Ejemplos de este tipo de retroalimentación educativa se encuentran fácilmente en las interacciones relativas a la instrucción programada y en la actividad de un profesor con sus alumnos como las que reporta Pacheco (2010) y que describen cómo el profesor retroalimenta las respuestas proporcionando ejemplos, verificando el lenguaje técnico empleado, etc. En el estudio de la conducta escritora se ha empleado la retroalimentación correctiva (ver Ortega-González, 2015, para una revisión amplia) que consiste en señalar mediante diversas formas los errores cometidos por el que escribió además de la ejemplificativa que consiste en ilustrar o modelar de diversas maneras, la forma en que se espera que se modifique un texto escrito. Ortega-González (2015) comenta que los resultados de la investigación son contradictorios.

Como puede considerarse, en este caso se estudian los efectos de una educación directa. Por ejemplo, después de una respuesta incorrecta de un participante ante un arreglo en el que mediante teclas diferentes hay que distinguir figuras que sean iguales, semejantes o diferentes puede retroalimentarse de la manera siguiente: “Error. Recuerda que debes oprimir la tecla *q* cuando las figuras sean iguales, la *t* cuando sean semejantes y la *p* si son diferentes”. Este caso es similar al que Jaehnig & Miller (2007) llaman Retroalimentación con Elaboración. En las situaciones educativas usuales, el profesor puede proporcionar retroalimentación educativa de una manera muy amplia al no existir restricciones programadas de las respuestas de los alumnos. Tales casos son una forma efectiva para verificar la calidad de la educación que proporciona el profesor.

En situaciones y procedimientos educativos formales e informales, la retroalimentación convencional usualmente ocurre mediante el lenguaje en cualquiera de sus modos. En los modos lingüísticos afectivos (escuchar, observar, leer) sólo ocurre de manera convencional y usualmente es proporcionada por otros ante distintas condiciones que pueden ser fortuitas, informativas o educativas.

3. Usualmente la retroalimentación es simultánea a la respuesta u ocurre inmediatamente después aunque puede existir una demora por circunstancias normales, por ejemplo, el jugador de bolos, o artificiales como en los experimentos en los que la consecuencia es demorada como en los estudios en los que se desfasa la audición de lo que se dice (Ratner, Gawronski y Rice, 1964). La vida cotidiana de todo organismo animal humano o no humano está llena de consecuencias inmediatas que la mayor parte de las veces pasan desapercibidas, excepto cuando la consecuencia necesaria no se produce y entonces el organismo atiende a dicha situación. Este tipo de retroalimentación se ha analizado como reactiva (Camacho, Irigoyen, Gómez Fuentes, Jiménez y Acuña, 2008).

Concluida la exposición de los tipos de retroalimentación, en resumen se puede señalar que las propiedades definitorias de la retroalimentación son: (1) Generalmente es consecuencia condicional de una respuesta, (2) Usualmente es simultánea u ocurre de manera inmediata después de la respuesta, (3) Su demora puede ocurrir bajo circunstancias normales debido a eventos prolongados o por medios artificiales, (4) De acuerdo a su forma pueden ser mecánicas o reactivas y convencionales. En este caso se subdividen en informativas y educativas, (5) Aunque pueden funcionar como reforzadores condicionados, no necesariamente tienen esa función. ¿Por qué? En la siguiente sección se pretende dar explicación de esto.

### **Proposición alterna**

Como se ha señalado antes, el concepto de retroalimentación deviene del concepto de sistema en la física y al emplearlo en psicología se comete un error categorial en el que se iguala al organismo actuante como parte de un sistema mecánico. Por ello se propone un concepto opcional iniciando por señalar que en lugar de sistema, debe considerarse la *interacción* recíproca entre el organismo y el objeto de estímulo. Dicha interacción se incluye en el término de *Apercibimiento de la Consecuencia* (AdC) aclarando que apercebir es un término polisémico, una de cuyas acepciones es percibir, observar, caer en la cuenta y es con este sentido en el que lo uso, no con el de prevenir o amonestar.

Las ventajas de este término son que no se deriva de ninguna otra área de conocimiento ajena a la psicología y por otro lado, que alude a la interacción de la respuesta del individuo (apercepción) con el objeto de estímulo (consecuencia) y no a la consecuencia en sí misma, como ocurre con el término retroalimentación.

### Por qué la retroalimentación es o no efectiva

A continuación, se proponen tres distintas tareas imaginarias que de manera expresa se ajustaron de tal forma que independientemente de la tarea, siempre se solicita una respuesta en la tecla 1 o en la tecla 0. La tarea A, diseñada para verificar la identificación de las letras del alfabeto, consiste en apretar la tecla 1 siempre que aparezca una letra en la pantalla en el menor tiempo posible pero si lo que aparece no es una letra, debe apretarse la tecla 0, como se ilustra en la figura 2. Ante la respuesta en la tecla 1, aparecerá la palabra “Acierto” y en caso de que se oprima la tecla 0, aparecerá la palabra “Error”.

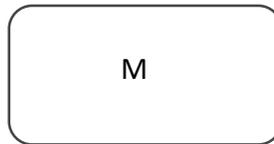


Figura 2. Si se aprieta la tecla 1 aparecerá el letrero “Acierto”. Si se aprieta la tecla 0, aparecerá el letrero “Error”.

En la figura 3 se diagrama la interacción (flechas de doble cabeza) de la respuesta ( $R_1$ ) del participante con la Situación Estímulo (SE) que puede ser “M” o cualquier grafo que no sea una letra arábica por ejemplo  $\Sigma$ , con la Apercepción de Consecuencia (AdC) respectiva y con la respuesta ante ésta ( $R_{AdC}$ ). Esta tarea es similar a la desarrollada de manera usual en la investigación con animales. La respuesta de apretar la palanca ante una tecla iluminada o responder de otra forma si no está iluminada, por lo que se puede clasificar la interacción como simple, pues se puede suponer que hay una relación directa entre la SE, la respuesta del participante ( $R_1$ ), el Apercibimiento de la Consecuencia (retroalimentación) y la respuesta ante la “retroalimentación”. Al AdC muchas veces se le ha asignado un valor reforzante que en este caso es de tipo informativo, esto es, sólo notifica el valor de la circunstancia.

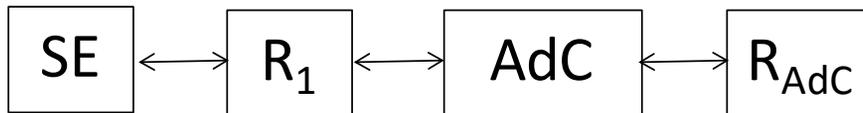


Figura 3. La interacción del participante con la situación estímulo (SE) y el apercibimiento de la consecuencia (AdC) es mediada por la respuesta del participante ( $R_1$ ) que consiste en apretar una tecla. La  $R_{AdC}$  es la respuesta ante el AdC.

Si el participante sigue respondiendo correctamente se habrá probado la relación funcional entre la SE, la Respuesta, la Apercepción de Consecuencia y la respuesta a ésta, si no responde correctamente de manera consistente, en la literatura se describe como poco eficiente pero se mantiene la nomenclatura de retroalimentación (reforzador secundario), lo cual no se ajusta a la definición original pues en el AEC no tiene el sentido de aumentar la eficiencia de una respuesta.

En la tarea *B* que se muestra en la figura 4, mediante un arreglo de igualación de la muestra de primer orden, el participante debe elegir de entre tres figuras, aquella que es diferente a la del estímulo de muestra. En la pantalla de cada ensayo, aparece un ejercicio resuelto señalando la respuesta elegida mediante una flecha pero el participante debe indicar si está bien o mal resuelto. Esto lo hace oprimiendo la tecla 1 o 0, respectivamente.

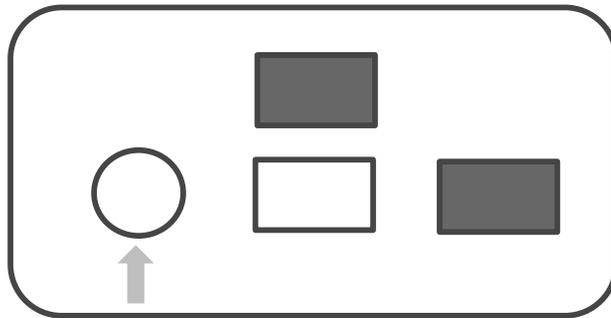


Figura 4. Pantalla en la que se muestra al participante un ensayo resuelto. La flecha indica la opción que fue elegida y es diferente al estímulo de muestra. Dado que se trata de un ensayo bien resuelto, si el participante aprieta la tecla 1 aparecerá un letrero que diga "Acierto". En caso contrario, si aprieta la tecla 0 aparecerá un letrero que diga "Error".

En este caso la respuesta (RSE) del participante ante la SE (arreglo de estímulos correspondientes a la igualación de la muestra de primer orden) ya no es simple (directa) pues antes de responder, debe comparar cada Estímulo de Comparación (Eco) con el Estímulo Muestra (EM) e identificar cuál de los Eco no tiene la misma forma y color que el EM. En caso de que dicha relación no sea clara para el participante, en la figura 5 se presenta esta interacción con una flecha de doble cabeza y con línea interrumpida. Una vez que se responde (respuesta explícita R1, apretar la tecla 1 o 0) se presentará la AdC correspondiente y ante ésta ocurre la  $R_{AdC}$ , semejante a la de la tarea A. La interacción entre la AdC y la  $R_{AdC}$  es simple

y por eso se diagrama con una flecha de doble cabeza y línea continua. Sin embargo, la dificultad de la tarea radica en la interacción de la SE que está mediada por lo que el participante observa y se dice (respuesta implícita,  $R_{SE}$ ) para poder responder ( $R_1$ ).

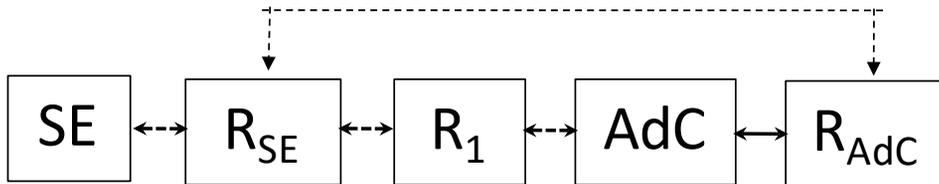


Figura 5. La interacción entre la SE y el participante genera una respuesta implícita ( $R_{SE}$ ) y ésta permite la ocurrencia de la respuesta explícita  $R_1$  (apretar la tecla) que a su vez interactúa con la AdC. En este caso, RSE es una respuesta compleja,  $R_1$  y  $R_{AdC}$  son respuestas simples.

Por otro lado, la tarea C se presenta mediante el mismo procedimiento anterior pero de segundo orden. Ahora la tarea consiste en identificar si la clase gramatical de los estímulos de segundo orden es diferente, esto es, sustantivos y adjetivos. Enseguida debe verificar si existe la misma relación entre el EM y el que se eligió de los Eco. Como lo ilustra la figura 6, la tecla para confirmar que en caso de que el ensayo esté resuelto en forma correcta es la tecla 1 y la tecla 0 en caso de que el ensayo sea erróneo.

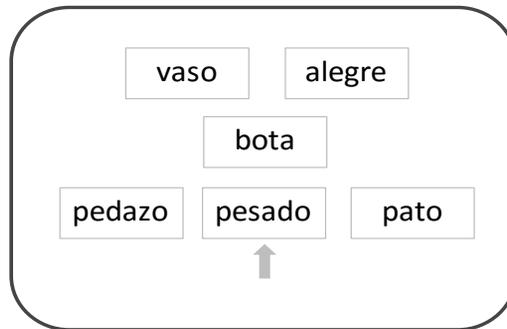


Figura 6. En la pantalla aparece un ensayo resuelto en el que se seleccionó la opción “pesado” que es correcta porque los estímulos superiores indican que la relación es de diferencia (sustantivo-adjetivo) por lo que tecla correcta sería la que tiene el número 1. Si la elige aparecerá el letrero “Acierto” pero si aprieta la tecla 0, el letrero será “Error”.

Puede suponerse que el participante interactúa con la SE y con la AdC, pero esto ocurre en dos segmentos diferentes como se muestra en la figura 7 y por tanto, existen dos respuestas de diferente complejidad. La respuesta ( $R_1$ ) del participante puede interactuar de fácil manera con la AdC pero la interacción entre la SE y RSE no es simple (por eso aparece en la figura con línea punteada). Si es así, difícilmente la AdC tendrá la función de reforzador secundario ya que la probabilidad de que el participante incremente la respuesta correcta depende de que el participante identifique la relación que existe entre el arreglo de los estímulos presentados. Desde mi punto de vista, ésta parece ser la principal razón por la cual el efecto de la denominada retroalimentación es variable en tareas cuya respuesta no es simple, como en esta tarea.

La investigación ha mostrado que en ocasiones un participante que logra un alto porcentaje de respuestas correctas en este tipo de tareas, en un momento posterior al pedirles que describan lo que hicieron, los reportes no necesariamente corresponden con los criterios de la tarea (v. gr. Martínez, 1994; Martínez, González, Ortiz y Carrillo, 1999). Resultados similares, sobre todo en tareas más complejas, me permiten suponer que cuando el participante logra identificar cuál es la relación pertinente (lo que se dice el participante a sí mismo, como lo expone Carpio, 2014), aunque no pueda describirla, la interacción del participante con la SE, se vuelve familiar como lo es su interacción con la AdC. Esto se representa en la figura 7 mediante una flecha sólida de doble cabeza. Al identificarse de manera consistente la relación pertinente de los estímulos presentados en el arreglo de la igualación de la muestra de segundo orden, inicia el incremento de la frecuencia de respuestas correctas. Si esto es así, se acredita el carácter de “reforzador condicionado” a la AdC, pero con esto ¿acaso no se pone en duda el papel de reforzador? Esto es parte de la circularidad del reforzamiento: si se incrementa la respuesta el estímulo proporcionado se convierte en un reforzador pero si se refuerza correctamente, se incrementa la tasa de respuestas. Esto puede plantearse de otra forma. ¿Es el reforzamiento (retroalimentación) “Correcto” el que contribuye a que las respuestas correctas incrementen o es la identificación del criterio de respuesta del participante ante el arreglo de estímulos lo que contribuye a la mejora? Mi argumento es la segunda suposición.

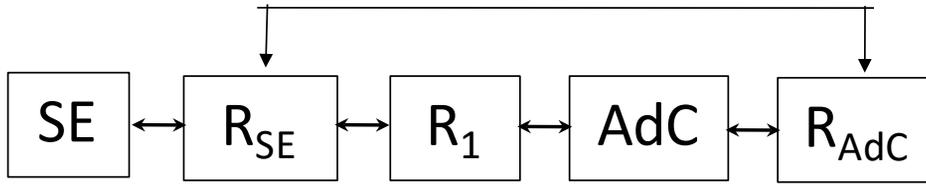


Figura 7. Cuando el participante identifica (R<sub>SE</sub>) la relación que existe en la SE, la interacción de la AdC ocurre de manera sistemática y las respuestas R<sub>SE</sub> y R<sub>1</sub> (apretar la tecla) se vuelven similares funcionalmente. De esta forma puede ocurrir la interacción entre la SE y la AdC lo cual se representa mediante la flecha con línea sólida.

### Comentario general

Como se ha expuesto, el origen, definición y contexto del concepto de retroalimentación es ajeno a la psicología por lo que al usarlo en este ámbito, debería tener una adecuación de acuerdo a la teoría psicológica. El concepto de retroalimentación y su definición como reforzador secundario es desafortunado pues a veces sus efectos no son claros. El análisis de la interacción aparentemente de un sólo elemento de respuesta en los estudios en los que se ha empleado la retroalimentación, permite ver que en realidad se trata de dos segmentos conductuales diferentes, esto es, uno ocurre ante la situación de estímulo y otro ante la AdC que ocurren en momentos diferentes.

Es necesario detenerse un poco en la primera respuesta (R<sub>SE</sub>) ante la SE. El análisis de la conducta humana deviene de los estudios de la investigación con animales en cuyo caso, la respuesta de apretar la palanca puede implicar sólo la discriminación simple de un estímulo (respuesta simple o directa) cuya presencia establece la oportunidad de respuesta. Este mismo planteamiento se ha supuesto en los estudios con humanos: ante la SE, que es un E<sup>P</sup>, la persona responde de alguna manera. La respuesta (número de veces que dijo algo, operó algún dispositivo o hizo algo específico) es analizada en términos de su ocurrencia al igual que en la investigación animal. Sin embargo, en las tareas B y C que propongo, la respuesta a la tecla 1, es *sólo* un eslabón de una serie de respuestas antecedentes, esto es, todo lo que el participante hizo o se dijo *antes* de apretar la tecla (R<sub>1</sub>). Visto de esta forma, la R<sub>1</sub> *no* puede ser la respuesta. Es algo más.

Una crítica de la teoría cognitiva hacia el conductismo es que éste postula la reacción automática del organismo ante los estímulos y por ello han considerado la existencia de procesos internos denominados de múltiples formas (construc-

ción, decodificación, representación, procesamiento, etc.) y con ello preserva el modelo mentalista. La proposición que aquí se hace no tiene ninguna relación con dicha teoría cognitiva pues no se asume ningún proceso interno al afirmar que el participante se habla a sí mismo ante la SE y con base en esto, aprieta la tecla. En términos del análisis de la conducta, el participante busca la regla, la fórmula y después aprieta la tecla. Todo esto puede analizarse como parte del flujo conductual, sólo que una parte es una respuesta implícita y el último eslabón es explícito, pero éste *no* es la respuesta.

### **Evidencias empíricas informales**

Con objeto de dar cierto soporte empírico a la tesis de que las respuestas implícitas (cubiertas) de los participantes son importantes en algunas tareas y participan de la ejecución que al registrarse como respuesta es retroalimentada, a continuación se describen tres estudios informales no publicados y realizados de manera no tradicional que versan sobre el aprendizaje asociativo, de memorización y secuencial además que muestran la presencia e importancia de las respuestas implícitas de los participantes ante ciertas tareas.

#### **Estudio 1**

El objetivo fue hacer una réplica informal y parcial del estudio de Greenspoon (1955) para observar el efecto del reforzamiento en la conducta verbal. Participaron cuatro estudiantes de psicología, seleccionadas aleatoriamente a quienes se les pidió que durante un minuto dijeran en voz alta, clara y pausada, las palabras que se les ocurrieran de objetos o seres vivos. Los observadores registraron por escrito cada palabra dicha (variable dependiente) y si el investigador decía “Muy bien” (variable independiente) o alguna expresión similar cuando el participante dijera una palabra en particular que estuviera en plural, sin que esto no se notificara a los participantes y a los observadores. El número de palabras dichas por cada participante fue 33, 28, 16 y 30 respectivamente de las cuales 1, 2, 4 y 1 fueron en plural. Dichas palabras representan el 3%, 7%, 25% y 3% respectivamente del total de palabras dichas.

Al final del formato de registro de respuestas empleado por los observadores estaba la pregunta: “Considero que el investigador dijo ‘Muy bien’ ante ciertas palabras debido a:”. Las respuestas de participantes, quienes también respondieron por escrito a dicha pregunta, y observadores aludieron a: la velocidad en que se decían las palabras (3), campos semánticos (4), objetos presentes (5), para seguir

diciendo palabras (2), explicación confusa (4), no sé (4), para distraer al participante (9), palabras que terminan en “s” o son plural (1). Los cuatro participantes se refirieron a aspectos diferentes entre sí y de los 28 observadores intervinientes, sólo uno de éstos identificó la regla. Estos resultados se muestran en la figura 8.

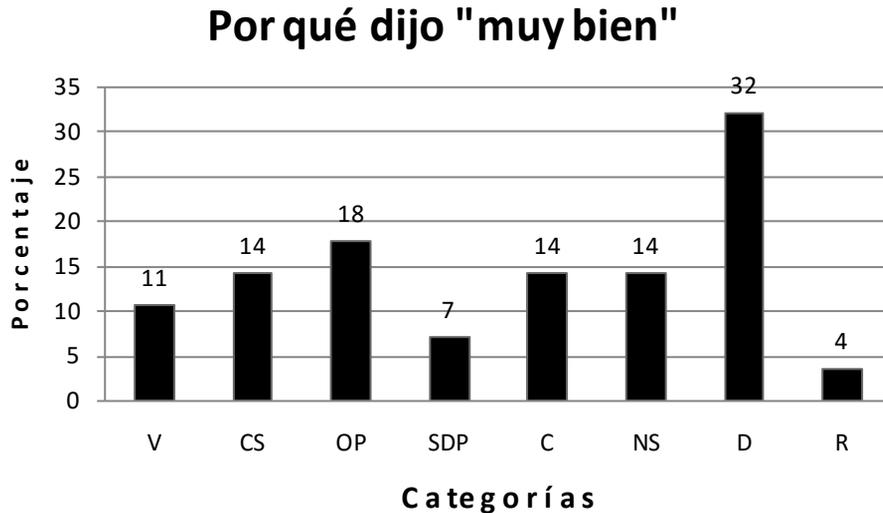


Figura 8. Muestra el porcentaje de respuestas de los participantes y observadores respecto a porqué el investigador decía “Muy bien”. V= velocidad, CS= Campos semánticos, OP= Objetos presentes, SDP= seguir diciendo palabras, C= Confusa, NS=No sé, D=Distraer, R=Regla correcta.

Los resultados del estudio no respaldan los reportados por Greenspoon (1955) pero es similar a muchos del área en los que no se puede asumir una influencia directa de la expresión verbal “Muy bien”, por lo que en este caso no constituyó un reforzador para lograr el condicionamiento de la conducta verbal. Sin embargo, es necesario enfatizar algunos aspectos. A partir de la publicación de Greenspoon (1955) se realizaron muchos estudios similares y los resultados obtenidos fueron contrastantes entre sí. Holz y Azrin (1980) hacen una buena compilación de los trabajos realizados y se recomienda su revisión para un mayor conocimiento de los estudios y referencias que se omiten aquí para no extender demasiado este trabajo. Los autores señalan que algunos de los problemas metodológicos se relacionan con: la definición de la unidad de la conducta verbal; la dificultad para

retroalimentar la respuesta dado que a veces las respuestas son muy rápidas; las palabras dichas pueden fungir como singulares o plurales (por ejemplo: tenis, tesis); la presencia del investigador, entre otras. La dificultad de proporcionar consecuencias fue patente en el estudio que aquí se reporta.

Otro aspecto que se destaca en la compilación de Holz y Azrin, se refiere a que una limitante para obtener el condicionamiento es la existencia de un fuerte control ejercido por clases temáticas. Una alternativa que se dio ante esto fue extender el proceso de condicionamiento a periodos mayores de una hora, como se procedió en la investigación original. Otra posibilidad, no probada antes, es considerar que dicho control pudiera no ejercer si el periodo es muy breve y ante esto se optó por dar sólo un minuto a cada participante. Sin embargo, los resultados fueron similares a los de otras investigaciones, aunque sobresale que en este caso, el 32% (9 de los 32 participantes-observadores) dijo que el investigador decía “muy bien” para distraer el participante y sólo uno de los observadores identificó la regla.

### **Discusión**

El análisis de la interacción de los participantes ante la tarea se puede analizar en varios términos. Un caso ocurre cuando el participante empieza a describir las cosas ante las que está presente. En dicho caso las respuestas, de acuerdo al análisis skinneriano, son tautos. En un momento dado el participante puede empezar a decir palabras que están relacionadas a una categoría (animales, objetos, ciudades, etc.), experiencias pasadas o futuras en cuyo caso, puede recurrirse al concepto de respuestas intraverbales que constituyen actos verbales que el participante se dice a sí mismo. En cualquier caso, en este tipo de investigación no se puede asumir que el papel del AdC sea el de un reforzador y llama la atención que la interacción de los participantes con la consecuencia en este estudio fue muy particular pues 32% de los participantes la consideraron como distractor. Ante todo, es pertinente destacar el hecho de que el participante está interactuando con sus propias respuestas sin que para esto se tenga que aludir a constructos o formulaciones de procesos mentales.

### **Estudio 2**

Con objeto de denotar más claramente la interacción implícita de una persona ante una tarea y ver los efectos que tenía el aprendizaje por memorización con o sin apoyo de un acróstico, el mismo grupo de 32 estudiantes del estudio anterior participó en este segundo estudio informal. En éste se seleccionaron aleatoriamente

te cuatro participantes a quienes se les entregó una lista de 12 palabras (Piedra, Arma, Vaca, Leña, Ostra, Vino, Wifi, Arco, Trucha, Señal, Oso, Nata) para que las memorizaran en un tiempo libre, fuera del salón. Las variables independientes fueron una lista (A) que contenía los acrósticos de Pavlov y Watson pero en el caso, de la segunda lista (AN), la primera letra de cada palabra del acróstico, apareció con negrita. A los participantes a los que les tocó la segunda lista marcada, el investigador además les comentó que se fijaran en la primera letra, no así a los de la primera lista. Una vez que los participantes memorizaron la lista, pasaron al salón y se les pidió que dijeran la lista de palabras (variable dependiente) en el orden en que aparecieron en la lista. Los cuatro participantes dijeron las 12 palabras en el mismo orden, sólo uno cambió una palabra por otra. El tiempo promedio en que cada grupo A y AN memorizaron la lista fue de 6.5 y 5 minutos (segunda variable dependiente).

Un detalle que llamó la atención es que cuando los cuatro participantes dijeron la lista de palabras, en el momento en que debían decir la palabra con la que iniciaba el acróstico de Watson (Wifi), hicieron una pausa mayor que en las palabras anteriores. Al finalizar se les preguntó a los cuatro participantes por qué lo habían hecho. Los dos participantes con lista AN (acróstico en negrita) comentaron que era para poder seguir la secuencia de los nombres de los autores. Una de las participantes con lista, A comentó que cuando las estuvo memorizando se dio cuenta del acróstico y que por eso había hecho la pausa. El último participante dijo que sólo había sido casualidad pues no identificó el acróstico. Con esto, el tiempo empleado para lograr la memorización puede agruparse de manera diferente: los dos participantes que memorizaron la lista con apoyo de un acróstico y la que lo identificó, tuvieron un tiempo promedio de 4.7 minutos y el que lo hizo sin ese apoyo, lo logró en 9 minutos, lo que representa casi un 50% más, que los anteriores.

En este estudio, los resultados del aprendizaje de la lista por memorización no permiten hacer diferencia dado que todos los participantes obtuvieron prácticamente el 100% de respuestas correctas, lo que indica un claro efecto de techo. Las doce palabras empleadas en la lista eran de uso común por lo que no se requirió el aprendizaje de ninguna de ellas, por esto, la tarea se concretó a memorizar en orden la secuencia de palabras conocidas. Sin embargo, el tiempo diferencial requerido para lograr la memorización, sugiere que el acróstico tuvo un efecto dado que los nombres de los autores implicados eran familiares para los estudiantes y eso posiblemente haya contribuido a un aprendizaje memorístico facilitado o “guiado” a partir de estímulos (nombres de autores) que eran conocidos por los

participantes. Esto fue diferente en el caso del participante que no identificó ni contó con el señalamiento del acróstico que fue el que tardó más que los otros tres participantes. Este resultado sugiere que lo que el participante se dice ante la tarea y el recuerdo puede estar influyendo en los resultados.

### Discusión

En contraste con el primer estudio en el que los estímulos eran producidos por el participante, en este estudio los estímulos se les proporcionaron a los participantes en forma de lista. El aprendizaje memorístico de una palabra puede ilustrarse mediante la figura 9 en la que la flecha externa representa la repetición para memorizar la palabra. Al tratarse de una lista de 12 palabras, la interacción se puede diagramar como se representa en la figura 10. En cambio, cuando se marcaron los acrósticos, se hizo explícito a los participantes respectivos o se dio cuenta de ello, su interacción pudo haber sido diferente al operar el acróstico como un estímulo supraordinado, por lo cual su interacción fue diferente, como se ilustra en la figura 11. Esto tiene varias posibles implicaciones: (1) dicho estímulo supraordinado pudo intervenir en la tarea de memorización, (2) puede suponerse también que el participante interactuó de manera implícita con dicho estímulo supraordinado y (3) puede implicar la interacción del participante con lo que él mismo se fue diciendo al reportar la lista memorizada (P...iedra, A...rma, V...aca, L...eña, O...stra, V...ino)

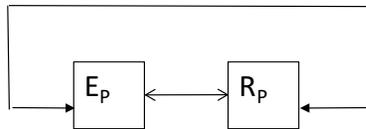


Figura 9. Interacción entre el Estímulo-Palabra (EP) de la lista y la Respuesta-Palabra (RP). La flecha externa de doble cabeza se usa como representación de la memorización, esto es, la repetición de la palabra.

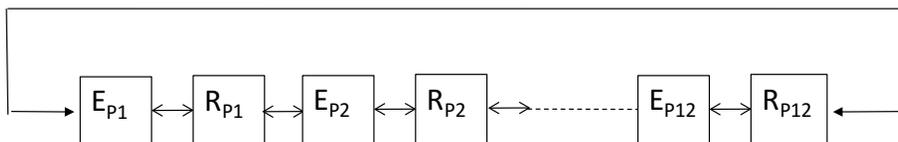


Figura 10. Representa la interacción del participante con la tarea de palabras (E1, E2, ... E12) y las respuestas respectivas (R1, R2, ... R12) de las 12 palabras de la lista. El aprendizaje memorístico (repetición) de la lista se representa mediante la flecha externa.

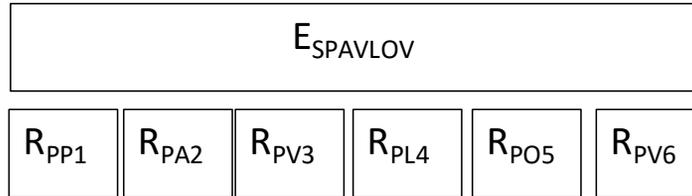


Figura 11. El acróstico opera como un estímulo supraordinado y “guía” las respuestas a cada momento. Lo mismo puede suponerse con el acróstico de Watson.

### Estudio 3

Este estudio tuvo por objetivo hacer más patente la interacción implícita del participante ante la tarea que consistió en identificar una secuencia numérica sin y con señalamiento. Los 32 participantes del grupo de estudiantes fungieron simultáneamente como participantes y observadores, lo cual es una manera atípica de realizar un experimento en el área. La secuencia numérica estuvo formada por 12 series de cuatro cifras de dos o tres dígitos que terminaban secuencialmente en 9, 6, 3 y 0. Las cifras fueron entre el 10 y el 500 que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Lista de las 12 secuencias de números proporcionados en los 48 ensayos. Cada secuencia está formada por cuatro cifras cuyo dígito final decrementa de 3 en 3 a partir del 9.

Ensayo	Número	Ensayo	Número	Ensayo	Número
1	<b>39</b>	17	<b>239</b>	33	<b>179</b>
2	<b>146</b>	18	<b>336</b>	34	<b>76</b>
3	<b>253</b>	19	<b>353</b>	35	<b>213</b>
4	<b>420</b>	20	<b>140</b>	36	<b>80</b>
5	<b>369</b>	21	<b>329</b>	37	<b>249</b>
6	<b>16</b>	22	<b>456</b>	38	<b>26</b>
7	<b>123</b>	23	<b>393</b>	39	<b>173</b>
8	<b>200</b>	24	<b>290</b>	40	<b>190</b>
9	<b>109</b>	<b>25</b>	<b>69</b>	41	<b>219</b>
10	<b>186</b>	26	<b>276</b>	42	<b>476</b>
11	<b>233</b>	27	<b>473</b>	43	<b>203</b>
12	<b>130</b>	28	<b>180</b>	44	<b>330</b>
13	<b>149</b>	29	<b>399</b>	45	<b>59</b>
14	<b>66</b>	30	<b>256</b>	46	<b>376</b>
15	<b>83</b>	31	<b>153</b>	47	<b>53</b>
16	<b>240</b>	32	<b>360</b>	48	<b>280</b>

Las variables independientes fueron la serie de 4 números que terminaban en 9, 6, 3 y 0 sucesivamente, dichas desde el inicio en intervalos de 10 segundos, la retroalimentación del investigador y el señalamiento que el investigador hizo a partir de la séptima serie, al comentar a los participantes que tomaran en cuenta la sucesión de cuatro cifras para encontrar la solución. En total se emplearon 12 series (48 ensayos) sin que se repitiera una cifra. Las variables dependientes fueron las respuestas de los participantes y el tiempo total de exposición de las series.

El formato de registro de respuestas, proporcionado a cada participante, contenía 48 espacios, uno para cada ensayo y uno o dos ensayos señalados con negrita aleatoriamente que correspondía(n) al ensayo en el cual debía participar en voz alta, diciendo su respuesta particular. Enseguida del número de ensayo había dos espacios más en los que el participante-observador debía registrar en primer lugar la cifra que dijera el investigador y en el segundo, la respuesta de cada participante designado para cada ensayo, agregando si el investigador retroalimentaba la respuesta como acierto o error.

Para familiarizar a los participantes con el procedimiento, se hicieron cinco ensayos previos en los que el investigador comentó que iba a decir una palabra y que todos debían pensar a qué categoría gramatical pertenecía dicha palabra (sustantivo), pero sólo el participante del turno señalado en su formato, respondería en voz alta. En los cinco ensayos realizados hubo cuatro aciertos que se retroalimentaron de manera consecuente. A continuación, el investigador dio la siguiente instrucción al grupo de participantes-observadores: “Ahora voy a decir una cifra de 2 o 3 números. Su tarea consiste en adivinar cuál sería la siguiente cifra. En caso de error o acierto, se los haré saber. Registren en su formato la cifra que yo diga, la respuesta del participante en turno y lo que yo diga. Cuando les toque responder, tomen el tiempo que consideren conveniente. Es muy importante que se mantengan en silencio absoluto y sólo atiendan a las cifras que yo diga, la que diga el participante y sus anotaciones en el formato. ¿Alguna duda? Anoten el tiempo de inicio”. Ante esto, inició el Bloque 1.

Antes de iniciar el ensayo 25 (Bloque 2) correspondiente a la séptima serie, el investigador dijo a los participantes-observadores: “En los ensayos restantes, seguiremos el mismo procedimiento pero para que encuentren la solución de la tarea, a partir de aquí, para responder consideren la secuencia de cuatro cifras, desde el inicio de los ensayos. Es muy importante que se mantengan en silencio absoluto y sólo atiendan a las cifras que yo diga, las que diga el participante y

sus anotaciones en el formato. Anoten el tiempo de inicio”. Antes de iniciar el Bloque 3 con el ensayo 33 (novena serie), ante la ocurrencia de varios errores (seis en ocho ensayos), el investigador volvió a repetir esta instrucción.

Los resultados que se muestran en la figura 12, indican que en el bloque 1 (ensayos 1 al 24) ocurrieron dos respuestas correctas que representa el 8% de aciertos del total de ensayos. En el bloque 2 (ensayo 25 al 32) hubo dos aciertos (25%) y en el bloque 3 (ensayo 33 al 48) hubo siete aciertos (44%). El tiempo promedio que tardaron en responder los participantes fluctuó entre los tres bloques siendo de 20 s, 30 s y 15 s, respectivamente, como se muestra en la figura 13. Como tarea final se pidió a los participantes-observadores que en el formato de registro escribieran lo que consideraban que constituyó la regla de la secuencia numérica. En la figura 14 se observa que el 50% de los participantes identificó la regla de la secuencia, 22% no lo hicieron, 14% omitió la respuesta y en un 13% no fue posible catalogar su respuesta por omisión de datos pertinentes.

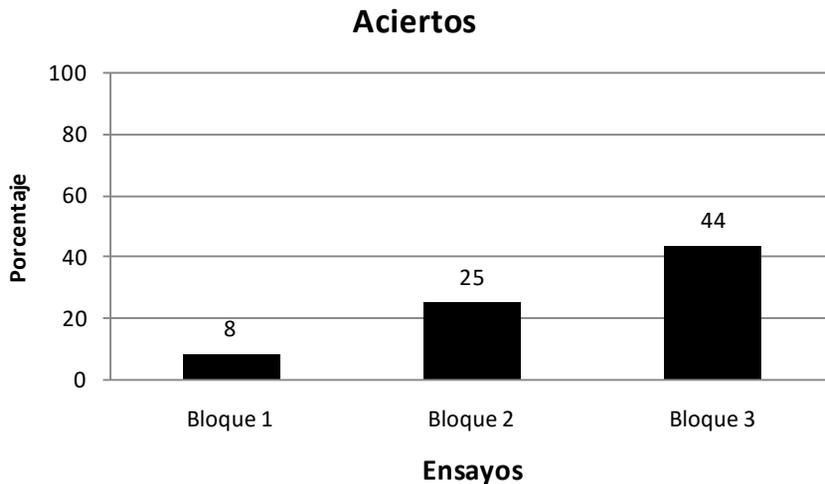


Figura 12. Porcentaje de respuestas correctas entre los ensayos 1-24 (Bloque 1), 25 al 36 (Bloque 2) y 37 al 48 (Bloque 3)

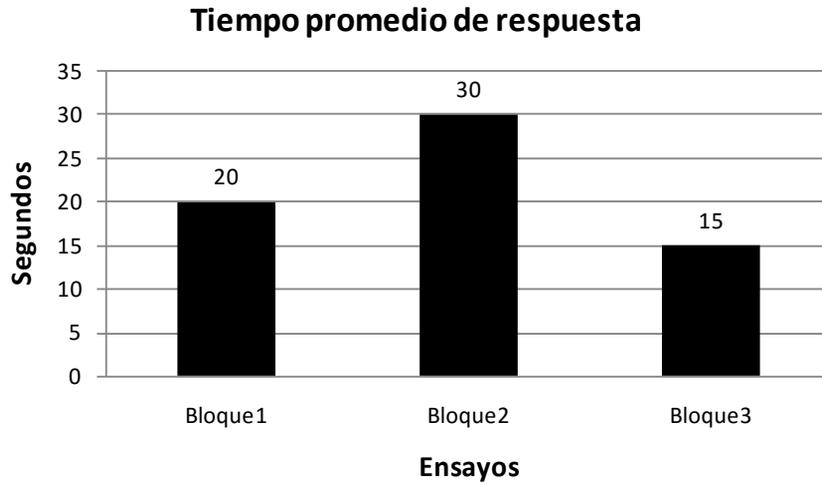


Figura 13. Tiempo promedio en que cada participante respondió en cada Bloque.

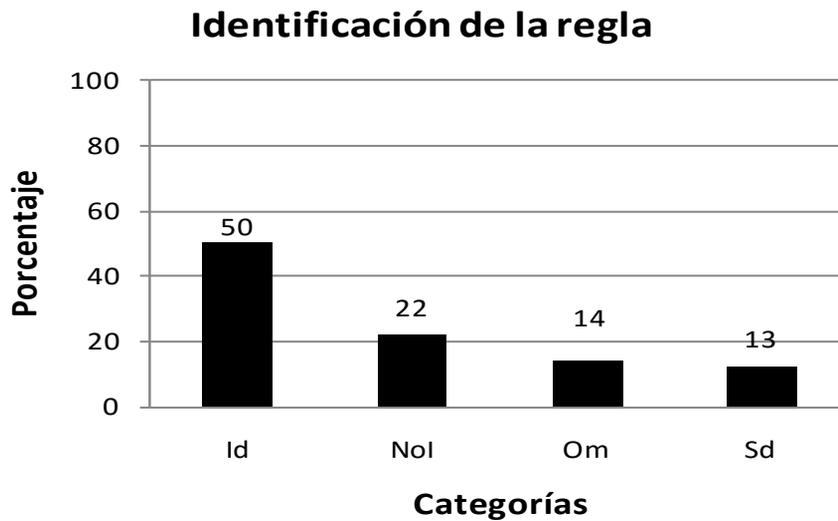


Figura 14. Porcentaje de participantes que identificó (Id) la regla, no la identificó (NoI) correctamente, omitió su respuesta (Om) o no fue clasificable por falta de datos (Sd).

## Discusión

Este último estudio se realizó de manera atípica pues los 32 participantes a su vez eran observadores (en lo sucesivo esto se abreviará como P-O). Aunque esta forma de proceder dificulta la verificación del aprendizaje individual, se optó por esta vía dado debido a las limitaciones de la situación y dado el objetivo primordial: considerar el papel de las respuestas implícitas (lo que el participante se dice a sí mismo ante una tarea). Por estas razones, en el estudio se solicitó que cada observador participara en forma implícita en todos los ensayos, aunque su participación explícita se limitó a uno o dos ensayos asignados aleatoriamente.

Los ensayos para familiarizar a los P-O posibilitaron que desde un inicio no hubiera dudas respecto al procedimiento seguido en los 48 ensayos experimentales. El incremento del porcentaje de aciertos en los tres bloques de ensayos (8%, 25% y 48%) sugiere que algunos P-O lograron la identificación de la secuencia a partir de los dos señalamientos (antes del ensayo 25 y 37) y con base en la AdC proporcionada por el investigador. Este aspecto es respaldado por las respuestas que los P-O escribieron al finalizar los 48 ensayos: el 50% identificó la regla de la secuencia. Debido a la pérdida de formatos de registro o la imposibilidad de identificar la identidad de cada participante, no se puede determinar si los que escribieron la regla se desempeñaron correctamente en caso de que les haya tocado participar de manera explícita en uno de los ensayos del segundo o tercer bloque.

El tiempo promedio de la duración de cada ensayo (20, 30 y 15 s, en cada bloque de ensayos) podría suponer una ejecución aleatoria, de búsqueda y confirmación respectivamente. Pero estos resultados deberían tener mayor respaldo empírico en condiciones mejor controladas.

Holz y Azrin (1980) indican que la declaración de “darse cuenta” es un problema cuando se asigna a la misma un papel causal pues “se llega a un círculo completo respecto a la noción del control por eventos internos” (p. 949). Y agregan que:

“El problema no está muy alejado [...] de la rata que acciona una palanca. Se notará que hay una engañosa simplicidad en decir que la rata acciona la palanca porque se ha enterado de que al hacerlo puede obtener una bola de alimento. Sería menos factible intentar demostrar que no son necesarios para el análisis de la conducta humana.” (pp. 949-950).

Esta posición es correcta cuando se trata de la conducta animal, pero en el caso de los animales humanos, debe considerarse que éstos además se comportan verbalmente y debe marcar una forma diferente de concebir la ejecución ante tareas como las de los tres estudios informales que se presentaron antes. Como se ha afirmado antes, en este trabajo, la respuesta considerada como variable dependiente ante los estímulos que se presentan en una tarea compleja, sólo es una parte de la respuesta explícita del participante lo cual puede considerarse cuando se le pide a la persona que diga: una serie de palabras, una lista de palabras memorizadas con apoyo de un acróstico o identifique una secuencia numérica.

Si los participantes hubieran respondido a los estímulos de las tareas de los tres estudios aquí presentados, de la misma forma en que lo hace un animal no humano, sus respuestas posiblemente hubieran sido aleatorias, como parecen haber sido las respuestas en los primeros 24 ensayos del tercer estudio.

El estudio y análisis del comportamiento lingüístico, considerado como conducta verbal en el análisis de la conducta, debe incorporar las respuestas que el participante se dice a sí mismo ante la tarea experimental (decir serie de palabras; memorizar palabras con o sin ayuda de un acróstico; identificar series numéricas) y ante el apercibimiento de consecuencias, en el primer y tercer caso. Los resultados de los tres experimentos descritos, pretenden mostrar que la respuesta ante el Apercibimiento de Consecuencias, es un segmento conductual al que le antecede una respuesta implícita por parte del participante. En un ámbito diferente, esto ya se ha señalado al decir que “Hay creciente evidencia... de que la relación entre la respuesta textual del lector y el acto de hablar como escucha en sus producciones... es probable que sea un componente clave en la comprensión de la lectura” (Hanna et al., 2011, p. 38).

### **Discusión general**

Los tres experimentos, realizados en forma atípica, permiten suponer la existencia de respuestas implícitas por parte del participante, ante la tarea experimental. En el caso de decir palabras (condicionamiento de una clase de respuestas verbales) durante un minuto, la investigación del área asume sobre todo que las palabras dichas, son parte de campos semánticos (Holz y Azrin, 1980) mismas que no se derivan de las instrucciones, ni le son sugeridas al participante. En este primer experimento, pudo observarse también el hecho de que los participantes decían nombres de objetos presentes en la situación. El nulo efecto de “Muy bien”, dicho por el experimentador ante palabras en plural, pudo deberse parcialmente a la velocidad con la que los participantes decían palabras. Aunque en las instrucciones dadas al inicio de la sesión, se les señaló que lo

hicieran en forma pausada, todas las participantes lo hicieron rápidamente con sólo algunas pausas para poder continuar. Aparentemente estaban más atentas a la producción de palabras que a lo que el experimentador decía ocasionalmente. En otras palabras, las participantes parecían estar más pendientes de las palabras que decían de acuerdo al campo semántico o lo que estaba en su campo visual. Dada la naturaleza de la tarea, en este caso no se requiere de respuestas implícitas sino explícitas pero que a su vez están relacionadas con los campos semánticos que sí constituyen respuestas implícitas.

En el caso del segundo experimento, memorización de una lista de palabras con o sin acróstico señalado, es pertinente aclarar que la apercepción de consecuencias (retroalimentación), posiblemente haya sido proporcionada por el participante en el momento de decir la siguiente palabra de la lista. En tres de las cuatro participantes el acróstico pudo haber funcionado como estímulo supraordinado, permitiéndoles requerir un tiempo más breve para lograr la memorización. Tener en cuenta el acróstico es la respuesta implícita cuya consecuencia era producir la palabra correcta. A diferencia del primer experimento en el que el apercebimiento de consecuencias fue explícito y proporcionado por el investigador, en este caso el apercebimiento de consecuencias fue implícito y producto de la palabra dicha.

En el tercer experimento, se hizo explícito el apercebimiento de consecuencias por parte del experimentador y los resultados sugieren la presencia de respuestas implícitas (identificación y seguimiento de la regla), vinculadas a la respuesta explícita (cifra numérica) dicha por el participante en turno.

En resumen, el primer experimento muestra la ineficacia del apercebimiento de consecuencias debido al casi nulo contacto funcional entre la respuesta explícita (decir una palabra en plural) y el apercebimiento de consecuencias (Muy bien). En el segundo caso, dado el breve tiempo de memorización (4.7 versus 9 minutos) cuando se identificó el acróstico, se puede asumir contacto funcional entre el acróstico y la respuesta explícita (decir la siguiente palabra de la lista) pero como es obvio, el apercebimiento de consecuencias en este caso no incrementa la tasa de respuestas (c.f. Baum, 2001) sino que su efecto es el mantenimiento de respuesta y la reducción del tiempo empleado para el logro de la tarea. De acuerdo a clasificación de los tipos de apercebimiento de consecuencias (retroalimentación) proporcionada antes, éste es un caso de una retroalimentación que se vuelve necesariamente condicional, aunque en esta ocasión se trata de una respuesta lingüística, no sólo sensorial. En el tercer experimento se hace más patente la existencia de respuestas implícitas (regla) y su contacto funcional con el apercebimiento de consecuencias que en este caso, sí parece tener el papel de reforzador condicionado.

## Referencias

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89.
- Baum, W. M. (2001). From molecular to molar paradigm: A paradigm shift in behavior analysis. *Journal of The Experimental Analysis of Behavior*, 78, 1, 96–116
- Carpio, C. (Noviembre, 2014). *Lenguaje y comportamiento humano: una propuesta analítica*. Conferencia en el XXIV Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, Guadalajara, México.
- Carpio, C. Pacheco, V., Carranza, N., Flores, C. y Canales, C. (2003). Tipos de retroalimentación en el aprendizaje de términos metodológicos de la psicología experimental. *Anales de Psicología*. 19, 1 (junio), 97-105.
- Carrolles, J. A. y Godoy, J. (1987). *Biofeedback. Principios y aplicaciones*. Barcelona: Martínez Roca.
- Camacho, J. A., Irigoyen, J. J., Gómez Fuentes, D., Jiménez, M. Y. y Acuña, K. F. (2008). Adquisición y transferencia de modos lingüísticos en tareas de discriminación condicional sin retroalimentación reactiva. *Notas. Boletín Electrónico de Investigación de la Asociación Oaxaqueña de Psicología*, 4, 1, 97-106.
- Coello, Y. (2005). Spatial context and visual perception for action. *Psicológica*, 26, 39-59.
- Debert, P., Matos, M.A., and McIlvane, W. (2007). Conditional Relations With Compound Abstract Stimuli Using A Go/No-Go Procedure. *Journal of The Experimental Analysis of Behavior*, 87, 1, 89–96.
- Fields, L. Garruto, M. and Watanabe, M. (2010). Varieties of stimulus control in matching-tosample: A kernel analysis. *The Psychological Record*, 60, 3–26.
- Gannon, S., Roche, B., Kanter, J. W., Forsyth, J.P and Linehan, C. (2011). A Derived Relations Analysis of Approach–Avoidance Conflict: Implications for the Behavioral Analysis of Human Anxiety. *The Psychological Record*, 61, 227–252.
- Geeraerts, D., Kristiansen, G, and Peirsman, Y. (Eds.) (2010). *Advances in Cognitive Sociolinguistics*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York.
- Greenspoon, J. (1955). The reinforcing effect of two spoken sounds on the frequency of two responses. *American Psychologist*, 68, 409-416.
- Goldwin-Meadow, S. and Mayberry, R. I. (2001). How do Profoundly Dead Children Learn to Read? *Learning Disabilities Research & Practice*, 16, 4, 222-229.

- Hanna, E. S., Kohlsdorf, M., Quinteiro, R. S., De Melo, R.M., Das Graças De Souza, De Rose, J. C., and McIlvane, W.J. (2011). Recombinative Reading Derived from Pseudoword Instruction in A Miniature Linguistic System. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 95 (1), 21–40.
- Holz, W. C., y Azrin, N. H. (1980). Condicionamiento de la conducta verbal humana. En: W. K., Honig (Ed.). *Conducta operante. Investigación y aplicaciones*.
- Honig, W., K. (1966/1975). *Conducta operante. Investigación y aplicaciones*. México: Ed. Trillas.
- Honig, W.K. y Staddon, J.E.R. (1977/1983). *Manual de Conducta Operante*. México: Ed. Trillas.
- Horne, P.J., & Lowe, F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65,1, 185-242.
- Jaehnig, W. and Miller, M.L. (2007). Feedback Types in Programmed Instruction: A Systematic Review. *The Psychological Record*, 57, 219-232.
- Kantor, R. J. (1977). *Psychological Linguistics*. Chicago: Principia Press.
- Kantor, R. J. y Smith, N. W. (1975/2015). La ciencia de la psicología. *Un estudio interconductual*. México: UdG-University Press of the South.
- Kish, G.B. (1966/1975). Estudios sobre el reforzamiento sensorial. En, W. K. Honig. *Conducta operante. Investigación y aplicaciones*, cap. 4. México: Ed. Trillas.
- Lipkens, R. and Hayes, S. C. (2009). Producing and Recognizing Analogical Relations. *Journal of The Experimental Analysis of Behavior*, 91, 1, 105–126.
- Martínez, 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, 1, 19-48.
- Martínez, H., González, A., Ortiz, G. y Carrillo, K. (1999). Efectos del entrenamiento concurrente en dos relaciones sobre las ejecuciones de sujetos humanos en una tarea de discriminación condicional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 25, 3, 297-327.
- Martínez H, Ortiz G. y González A. (2007). Efectos diferenciales de instrucciones y consecuencias en ejecuciones de discriminación condicional humana. *Psicothema*, 19, 1, 14-22.
- Medina, E. (2013). *Revolucionarios científicos. Tecnología y política en el Chile Salvador Allende*. Santiago de Chile: Lom Ediciones.
- Nevin, J. A. & Reynolds, G. S. (1973). *The Study of Behavior*. Glenview, Ill.: Scott, Foresman and Company.

- Ortega-González, M. (2015). *Efectos de consecuencias en la emergencia de auto-suplementación en la elaboración de textos en universitarios* (Tesis de doctorado). UNAM-FES Iztacala. México.
- Pacheco, V. (2010). *¿Se enseña a escribir a los universitarios? Análisis y propuestas desde la Teoría de la Conducta*. México: UNAM-Iztacala.
- Peterson, N. (1982). On terms: Feedback is not a new principle of behavior. *The Behavior Analyst*, 5, 101–102.
- Ratner, S. C., Gawronski, J. J., and Rice, F. E. (1964). The variable of concurrent actions in language of children: effect of delayed speech feedback. *Psychological Record*, 14, 47-56.
- Roper, W.J. (1977). Feedback in computer assisted instruction. *Programmed Learning and Educational Technology*, 14 (1), 43-49.
- Silva-Victoria, H. O. (2002). *Tipos funcionales de retroalimentación y emergencia del comportamiento creativo*. (Tesis de Licenciatura) UNAM-FES Iztacala. México.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms*. N. Y. Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. F. (1948). Superstition in Pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 168-172.
- Skinner, B. F. (1951). How to teach animals. *Scientific American*, 185, 26-29.
- Skinner, B. F. (1953/1969). *Ciencia y Conducta Humana*. Barcelona: Editorial Fontanella.
- Skinner, B. F. (1957a/1972). *Cumulative Record: A Selection of Papers*. Third Edition. N.Y.: Appleton Century Crofts. Publicado originalmente en *American Scientist*, 45, 343-371.
- Skinner, B. F. (1957b). *Verbal Behavior*. N. J.: Prentice Hall, Inc.
- Skinner, B. F. (1968/1970). *Tecnología de la enseñanza*. Barcelona: España.
- Staddon, J. E. R. (1983). *Adaptive Behavior and Learning*. N.Y.: Cambridge University Press
- Varela, J. (2013). Acerca de los modos lingüísticos: su definición, clasificación y relación con las nociones de tiempo y espacio. *Conductual. Revista Internacional sobre Interconductismo y Análisis de la Conducta*, 1, 3, 2-21. ISSN: 2340-0242: <http://conductual.com/content/acerca-de-los-modos-ling%C3%B3-C%C3%ADsticos>.
- Wentling, T.L. (1973). Mastery versus nonmastery instruction with varying test item feedback treatments. *Journal of Educational Psychology*, 65, 50-58.



## X

# Verbalización concurrente, generación de reglas y control instruccional en tareas de discriminación condicional

*Diana Idaly Núñez Esparza, Félix Héctor Martínez Sánchez  
y Vicente Pérez Fernández\**

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA-INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA-MADRID\*

### **Resumen**

Se indagaron los efectos de la verbalización concurrente bajo una tarea de discriminación condicional sobre la generación de reportes verbales y su posterior funcionalidad como instrucción para un segundo participante. Con ese propósito, participaron 24 estudiantes universitarios, doce de ellos en la primera fase formaron cuatro grupos ( $n=3$  participantes A) que fueron expuestos a una tarea de igualación a la muestra bajo instrucciones genéricas y retroalimentación continua. Al finalizar la tarea se solicitó a cada participante un reporte verbal acerca de la tarea. En una fase subsecuente, los otros doce participantes (B) fueron expuestos a una tarea similar y se les otorgaron los reportes verbales de los participantes (A) de la primera fase como instrucción para resolver la tarea, pero no recibieron retroalimentación por su desempeño hasta finalizar la tarea. En ambas fases las condiciones experimentales fueron: a) verbalización concurrente a la ejecución y anticipación de la finalidad del reporte verbal; b) verbalización concurrente sin anticipación; y, c) únicamente anticipación de la función del reporte verbal como instrucción. A un grupo control bajo el mismo procedimiento, no se le solicitó verbalización concurrente ni se le otorgó anticipación acerca de la finalidad del reporte verbal. Los resultados mostraron que la verbalización concurrente puede afectar negativamente la ejecución de la tarea, pertinencia y funcionalidad del reporte verbal. Además, la anticipación de la finalidad del reporte verbal alteró la

efectividad del mismo como instrucción para otro individuo. Los resultados reflejaron la diversidad y complejidad de relaciones entre el reporte verbal, la situación experimental, el control instruccional y las consecuencias para otro individuo emulando en cierta medida la transmisión de conocimiento.

Una cualidad de la especie humana es que la exposición a las contingencias puede dar lugar a la generación de una descripción verbal de su propia conducta y de las condiciones bajo las cuales ocurre. Evolutivamente estas descripciones verbales han servido para ahorrar a otros congéneres la exposición a las contingencias y posibilita la emisión de comportamientos apropiados ante situaciones novedosas o complejas. Un buen ejemplo es la educación, ámbito en el que somos enseñados mediante descripciones verbales de hechos y acontecimientos de interés individual, social y contribuyen al bienestar de la especie humana. El seguimiento de instrucciones constituye un repertorio básico del comportamiento humano. Una cantidad importante de nuestro comportamiento se establece y mantiene bajo el control de las instrucciones. Dicho control permite la adaptación al ambiente y el desarrollo social de las personas. Su efectividad otorga varias ventajas, entre ellas obtener el éxito en una tarea, la economía de recursos, ahorro de tiempo y el favorecimiento en la adquisición de aprendizaje sin estar necesariamente expuestos a consecuencias positivas o aversivas de manera directa (Baron, Kaufman, & Stauber, 1969). La importancia de estudiar el control instruccional reside no sólo en la comprensión de la conducta humana, sino que también puede ser aplicado en el ámbito educativo, laboral, científico, entre otros. Esto es posible, en parte, debido a la cotidianeidad de las instrucciones, las cuales proporcionan herramientas que incrementan la posibilidad de que una respuesta ocurra exitosamente (Ayllon & Azrin, 1964; Hayes, Thompson, & Hayes, 1989).

La evidencia experimental ha mostrado la influencia de las instrucciones sobre la ejecución de tareas de discriminación condicional y el decremento del control ejercido por las contingencias (Martínez & Tamayo, 2005; Martínez & Ribes, 1996). Por ejemplo, Martínez y Tamayo (2005) sin solicitar ninguna verbalización durante la ejecución ni reporte verbal al final de la tarea, encontraron que la correspondencia entre instrucciones y consecuencias favoreció la adquisición y mantenimiento de una tarea de discriminación condicional. Otros estudios identifican que el rol de la precisión, la pertinencia de la instrucción, la historia instruccional, la densidad y la distribución de la retroalimentación, así como la correspondencia entre instrucciones y consecuencias, son variables que influyen

sobre la fuerza del control instruccional, la ejecución instrumental y la adquisición de dominio en una tarea (para una revisión ver Baron & Galizio, 1983). A pesar de estas demostraciones de control instruccional, se ha reportado que cuando se solicitan verbalizaciones durante el transcurso de la ejecución de una tarea (i.e., discriminación condicional) se puede producir un deterioro, o bien ningún efecto sobre tal ejecución. Además, se ha señalado que, si se solicita generar un reporte al finalizar la tarea es posible que este no sea efectivo ante la solicitud de verbalizar durante la tarea (Martínez, 1994).

### **Discriminación condicional y análisis del control instruccional**

Dentro del estudio del comportamiento animal y humano se ha documentado el empleo del procedimiento de discriminación condicional. Dicho procedimiento establece que una respuesta discriminativa está condicionada a la relación entre al menos, un par de estímulos. Una modalidad de este procedimiento es el uso de tareas de igualación a la muestra de primer y segundo orden, las cuales permiten evaluar las características de los procesos discriminativos complejos y la influencia de diversos parámetros que van desde la duración de ensayos, la adición de requisitos de respuestas, relaciones temporales entre estímulos, tipos de relación entre estímulos, entre otras. Una descripción simplificada de la tarea de igualación a la muestra es la siguiente: al seleccionar el estímulo de comparación (Eco) que corresponde con el estímulo muestra (Em), el sujeto recibe reforzamiento. Si se elige el estímulo que no corresponde con el Em, la consecuencia será la ausencia de reforzamiento o el castigo. Aunque en la mayoría de los casos se utiliza un estímulo muestra y dos estímulos de comparación, es posible incrementar el número de estímulos de comparación, con la finalidad de aumentar la dificultad de la tarea o para ampliar las relaciones entre los estímulos de comparación y el estímulo muestra. Una característica de este procedimiento es que permite especificar el tipo de relación considerada “adecuada”, cuya selección determina la ejecución correcta. El uso de este procedimiento ofrece un acercamiento al entendimiento del control instruccional mediante la exploración de las variables que intervienen en el fenómeno instruccional, a través de la modificación de instrucciones y el análisis del efecto sobre la ejecución, las descripciones pre y post exposición a las contingencias, y/o del efecto de la retroalimentación sobre el control instruccional, entre otras.

### **El reporte verbal: un medio para el estudio de la conducta verbal**

Catania y Shimoff (1998) establecen que la conducta gobernada por estímulos verbales, es aquella operante controlada por antecedentes verbales y mantenida por contingencias sociales. El control de estímulos verbales sobre la conducta, incluye el seguimiento instruccional y el control ejercido por conducta verbal generada por uno mismo o por otros. A pesar de que el estudio de la conducta verbal resulta evidente para el entendimiento del comportamiento humano, el análisis de la conducta verbal dadas las dificultades que conlleva, aún es limitado. El reporte verbal es uno de los medios empleados para llevar a cabo estudios relacionados con el análisis de la conducta verbal. Normalmente, se solicita al sujeto que verbalice un determinado evento/contingencia o acción. Uno de los principales obstáculos es el tratamiento de los datos contenidos en el reporte verbal, hasta el momento se carece de metodología específica para un tratamiento apropiado. Sin embargo, una propuesta interesante ha sido planteada por Watson (1920) y retomada por Ericsson y Simon (1984). Pensar en voz alta o verbalizar durante la ejecución de la tarea, hace posible la obtención del reporte verbal sobre los estímulos que controlan el comportamiento durante dicha ejecución. La solicitud de verbalizar durante la ejecución de una tarea, permite el análisis de un reporte verbal de manera cuantificable (Hayes, 1986). Esta verbalización constituye un tipo de auto-reporte verbal. Ericsson y Simon (1984) y Hayes (1986) han señalado que no es posible reportar algo a lo que no se está atendiendo, ya sea porque la tarea se encuentra automatizada, o porque simplemente la persona no está “pensando” en la tarea.

Aunado a lo anterior, Ericsson y Simon (1984) diferencian los reportes verbales en varias categorías dependiendo de la temporalidad en la que se emite el reporte: la primera es el “habla sonora” o verbalización concurrente en voz alta donde el sujeto enuncia lo que está diciéndose a sí mismo o su conducta al momento de realizar una tarea. Un segundo tipo de reporte verbal es el retrospectivo, en el cual el reporte verbal es producto de una descripción posterior a la realización de la tarea. Un último tipo de procedimiento es el reporte verbal prospectivo en el que la verbalización tiene lugar antes de responder a la tarea. De acuerdo con los protocolos señalados, los procesos asociados a la tarea no se ven afectados por la realización del habla sonora o el pensar en voz alta, de manera que se modifique el reporte verbal o la ejecución de la tarea; sino que facilitan el acceso a la información que se reporta. Sin embargo, la literatura sobre los efectos de la verbalización concurrente es aun controvertida. Por ejemplo, Bentall, Lowe y Beasty (1985) señalan que conforme se adquiere la conducta verbal, se facilita el

aprendizaje de nuevas operantes. Otros autores sugieren que la conducta verbal auto-descriptiva facilita la adquisición de una tarea de discriminación condicional y la formación de relaciones condicionales equivalentes (Torres & López, 2004). Por otro lado, diversos estudios reportan que el empleo de la verbalización y la re-actualización continua, puede obstaculizar la ejecución de la misma (Martínez, 1994; Martínez & Ribes, 1996).

En un estudio realizado por Martínez (1994) se analizaron los efectos de la temporalidad de verbalizaciones en voz alta y la efectividad en la ejecución de una tarea de discriminación condicional. Para ello, se solicitó a los participantes que verbalizaran en voz alta la descripción de la regla o criterio de respuesta de la tarea en diferentes momentos dependiendo del grupo al que correspondían (el reporte verbal podía ser retrospectivo, concurrente o prospectivo). Los resultados mostraron que la verbalización en voz alta de la regla, no resulta indispensable para la adquisición del dominio de la tarea; dentro de su muestra, algunos participantes fueron influenciados por las reglas previamente emitidas durante la tarea y no por las contingencias programadas en el arreglo experimental, por lo que las ejecuciones fueron poco efectivas. En cambio, cuando la verbalización se solicitó de forma concurrente o previa a la tarea, se obtuvieron descripciones de la contingencia programada, la conducta realizada y un desempeño más efectivo.

En otro estudio Cepeda y cols. (2009) evaluaron los efectos de descripciones verbales y diferentes densidades de consecuencias, sobre la adquisición y transferencia de una respuesta de igualación a la muestra de primer orden, así como la formulación de reglas. En su estudio, al finalizar cada sesión se solicitó a los participantes que reportaran la regla de ejecución mediante textos incompletos. Los resultados demostraron que la ejecución no siempre conlleva la emergencia o la generación de reglas precisas.

Posteriormente Hickman, Plancarte, Moreno, Cepeda, y Arroyo (2011), evaluaron los efectos de diferentes tipos de instrucciones sobre el reporte verbal y la ejecución de una tarea de discriminación condicional. Las autoras reportaron que la descripción de la ejecución y de las relaciones de condicionalidad en las instrucciones, correspondió con la respuesta emitida. Sin embargo, la descripción de relaciones entre estímulos concurrentes a la ejecución no facilitó de manera significativa la adquisición y transferencia de la tarea. Además, las autoras enfatizaron la importancia del desarrollo lingüístico y el aprendizaje complejo; particularmente al contrastar el seguimiento de instrucciones específicas o tácticas y generales o estratégicas.

En un estudio similar, Cepeda, Moreno, Hickman, Arroyo y Plancarte (2011) evaluaron los efectos del dominio de la tarea y las descripciones verbales intra-sesión como precursores de la formulación de una regla. Para ello, se solicitó a los participantes que completaran distintos tipos de textos incompletos a lo largo de las condiciones de entrenamiento. Además, al término de cada sesión se solicitó a los participantes que reportaran la regla general de ejecución. Lo reportado por estas autoras fue que el papel de las descripciones promovió de manera poco significativa el reporte de una regla explícita; señalan que la solicitud de la regla después de la ejecución, facilita la autogeneración de reglas; las cuales permiten responder en condiciones diversas. Además, interpretaron que estas reglas autogeneradas adquirieron la función de reglas específicas, debido a que no fue posible generalizarlas cuando las condiciones de estímulo fueron distintas.

Los estudios señalados anteriormente ejemplifican algunas de las aproximaciones al estudio de la conducta verbal. Un método para evaluar el efecto del reporte verbal sobre la ejecución y su relación con el control instruccional es mediante la modificación de su temporalidad, es decir, si el reporte se realiza antes, durante o después de la exposición a las contingencias. En el caso de la verbalización concurrente, se ha señalado que esta no es un requerimiento para la adquisición de dominio de una tarea, (Sidman, Cresson, & Willson-Morris, 1974; Sidman, Raubin, Lazar, Cunningham, Tailby, & Carrigan, 1982) aunque en algunos casos dicha verbalización puede afectar la ejecución de una tarea (Devany, Hayes, & Nelson, 1986; Peláez, Gewirtz, Sánchez, & Mahabir, 2000). Sin embargo, el efecto de la verbalización aún es controvertido (i.e. Cepeda, Moreno, Hickman, Arroyo, & Plancarte, 2011; Martínez, 1994; Guerrero & Ortiz, 2007; Martínez & Ribes, 1996; Ortiz, González, Rosas, & Alcaraz, 2006; Torres & López, 2004).

La evaluación del efecto de la verbalización sobre la ejecución de una tarea es un campo ampliamente estudiado. Sin embargo, el efecto y la funcionalidad del reporte verbal de un participante como instrucción para un segundo participante sobre la ejecución de una tarea aún no se ha dilucidado. El interés del presente estudio fue evaluar los efectos de la verbalización concurrente sobre la ejecución de una tarea de discriminación condicional, la generación de reglas (participante A) y la funcionalidad del reporte verbal como instrucción para otro individuo (participante B).

## **Método**

### ***Participantes***

Se contó con la participación voluntaria de 24 jóvenes universitarios, 4 varones y 20 mujeres entre 20 y 24 años de edad, sin experiencia previa en la tarea experimental. La selección de los jóvenes se llevó a cabo bajo los siguientes criterios de inclusión: el rango de edad, escolaridad y desempeño académico regular (promedio de 8.0 o superior). Los criterios de exclusión fueron: desertar en cualquiera de las fases del estudio o, la omisión de la firma de la carta de consentimiento informado. El reclutamiento de los participantes se realizó mediante el personal docente de la Universidad del Valle de México, campus Zapopan.

### ***Aparatos y materiales***

Se utilizaron dos computadoras portátiles, de marca comercial con pantallas de 16 y 17" para la presentación de la tarea y el registro automático de las respuestas. La programación de los estímulos, diseño de instrucciones, exposición a la tarea experimental y recolección de datos, fue realizada con el software E-Prime versión 1.0. Los datos fueron analizados con el software Sigma Plot versión 11.0. Las descripciones verbales acerca de la tarea fueron recabadas en tarjetas bibliográficas de 20.0 x 12.5 cm. y bolígrafos de marca comercial. El experimento fue realizado en dos cubículos con iluminación artificial, dentro de las instalaciones de la universidad para evitar distractores ambientales e interrupciones.

### ***Procedimiento y tarea experimental***

El presente estudio estuvo compuesto por dos fases experimentales. En cada fase participó el 50% de los integrantes de cada grupo. En la primera fase los participantes denominados "A" fueron expuestos a una tarea de igualación a la muestra bajo instrucciones no específicas (genéricas). Al finalizar se solicitó a los participantes que reportaran por escrito cómo resolvieron la tarea. En la segunda fase, los participantes restantes de cada grupo (B) fueron expuestos a una tarea similar en la que además de recibir las instrucciones genéricas, se otorgó a cada participante el reporte generado por uno de los participantes A como instrucción adicional para resolver la tarea. De forma similar a la fase anterior, al concluir la tarea experimental se solicitó a los participantes B que proporcionaran una descripción acerca de cómo resolvieron la tarea (Ver Figura 1).

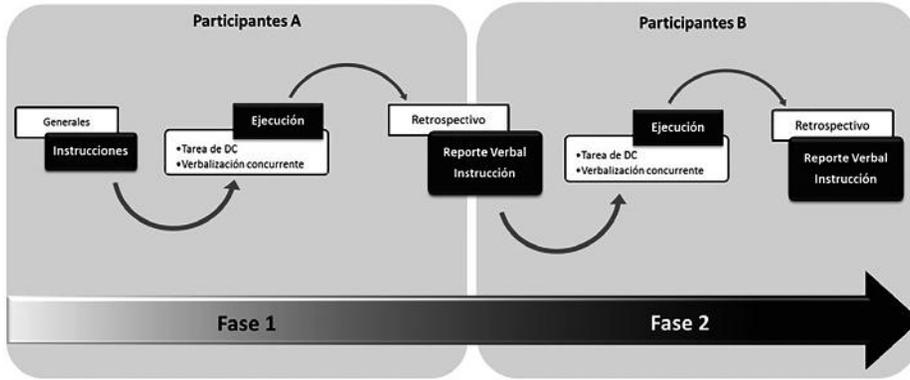


Figura 1. Procedimiento. Muestra la presentación de instrucciones, tarea experimental y solicitud del reporte verbal para los participantes de cada fase.

### Fase I

Inicialmente se dio la bienvenida a cada participante A, se continuó con la firma de consentimiento informado y se solicitó que se sentaran frente a la computadora. Después se dio inicio a la tarea experimental. En la pantalla se presentó un mensaje de bienvenida y las instrucciones para realizar la tarea experimental. Una vez que los participantes comprendieron las instrucciones se prosiguió con la tarea. En cada ensayo se presentaban en la pantalla cuatro estímulos: un estímulo muestra (Em) en la parte superior central de la pantalla y tres estímulos de comparación (Eco) alineados horizontalmente en la parte inferior de la pantalla como se muestra en la Figura 2.

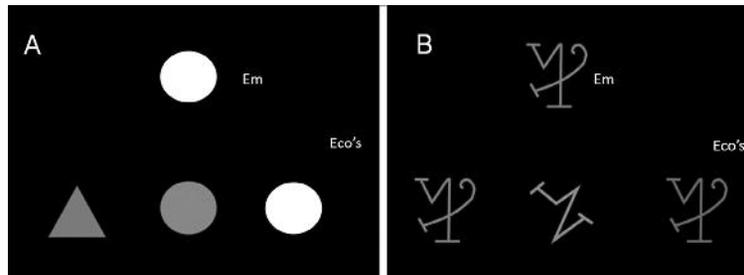


Figura 2. Arreglo de Estímulos. A) muestra el arreglo de estímulos muestra (Em) y de comparación (Eco's) empleado en las sesiones de línea base y prueba de transferencia. B) el panel de la derecha muestra el arreglo de estímulos muestra (Em) y de comparación (Eco's) empleado en las sesiones experimentales. En ambos casos cada Eco guarda una relación de identidad, semejanza o diferencia respecto al Em.

Cada Eco guardaba una relación con respecto a las propiedades físicas del Em; i.e., identidad (misma forma y color), semejanza (misma forma y diferente color o diferente forma y mismo color) o diferencia (distinta forma y color). La tarea consistió en elegir el Eco que guardara la relación de diferencia respecto al Em. Esta elección se realizaba presionando las teclas 1, 2 ó 3 de acuerdo a la posición de los Ecos en la pantalla i.e., izquierda (tecla 1), centro (tecla 2) y derecha (tecla 3). Los estímulos empleados fueron símbolos tomados del alfabeto tebano y figuras geométricas. En las sesiones de línea base y prueba se emplearon: círculos, cuadrados, triángulos y rectángulos. En cambio, en las sesiones experimentales se emplearon los símbolos correspondientes a las grafías L, H, G y Q. Los colores empleados para todos los estímulos fueron: verde, rojo, blanco y azul.

Durante las sesiones experimentales de la primera fase se otorgó retroalimentación continua. Después de cada respuesta según correspondiera aparecieron las palabras “ACIERTO” o “ERROR” durante 1 segundo en color verde y rojo respectivamente; con esto concluyó cada ensayo e inmediatamente comenzaba el siguiente. En cambio, durante las sesiones de línea base y prueba de transferencia no se otorgó retroalimentación. Todas las sesiones (línea base, experimentales y prueba de transferencia) terminaron cuando el participante completaba 36 ensayos por sesión. Concluida la tarea experimental, a cada participante se le proporcionó una ficha bibliográfica y se solicitó que realizara una descripción acerca de cómo había resuelto la tarea. Posteriormente se agradeció y despidió a cada participante.

## **Fase II**

El procedimiento y tarea experimental de la Fase II fue similar al empleado durante la primera fase. Sin embargo, se realizaron las siguientes modificaciones: A) Al inicio de las sesiones experimentales a los participantes de esta fase (B) se les presentó la instrucción genérica para realizar la tarea y se otorgó a cada participante la descripción realizada por uno de los participantes de la fase anterior (A) como instrucción para resolver la tarea. La asignación de los reportes verbales para cada participante B estuvo en función del grupo al que perteneció cada uno, de manera que la descripción emitida por el participante A de uno de los grupos (v.gr., *Verbalización Concurrente con Anticipación*) fue otorgada como instrucción a un participante B del mismo grupo. B) La segunda fase estuvo conformada por la sesión de línea base, prueba de transferencia y dos sesiones experimentales únicamente. C) Durante las sesiones experimen-

tales se otorgó retroalimentación demorada. Al concluir las dos sesiones experimentales, aparecía en la pantalla el total de respuestas correctas y errores obtenidos. Lo anterior fue con la finalidad de controlar que la conducta de los participantes B fuera gobernada por reglas (seguimiento instruccional) y no por las contingencias de reforzamiento.

### **Instrucciones**

En todas las fases experimentales a lo largo de las sesiones se emplearon distintos tipos de instrucciones de acuerdo a las condiciones de cada grupo. La primera constó de una instrucción genérica que informaba acerca de los estímulos y cómo responder; empleada en las sesiones de línea base y prueba de transferencia. Posteriormente, al iniciar cada sesión experimental se presentó la instrucción genérica y se agregó información sobre la retroalimentación. La tercera instrucción indicaba que era necesario decir en voz alta el criterio de respuesta al momento de responder cada ensayo (solicitud de verbalización concurrente a la tarea). Una instrucción más indicó que al finalizar la tarea se tendría que realizar una descripción del criterio empleado para resolver la tarea por escrito e informaba de la finalidad que tendría como instrucción para alguien más. Los textos utilizados fueron los siguientes:

#### **Instrucción genérica:**

En la pantalla aparecen cuatro símbolos, uno arriba y tres abajo. De los símbolos de abajo escoge el que creas que tiene alguna relación con el de arriba. Con las teclas 1, 2 ó 3 puedes escoger el símbolo que quieras: Izquierda (tecla 1), Centro (tecla 2) y Derecha (tecla 3).

Oprime la barra espaciadora para continuar

#### **Instrucción genérica y retroalimentación:**

En la pantalla aparecen cuatro símbolos, uno arriba y tres abajo. De los símbolos de abajo escoge el que creas que tiene alguna relación con el de arriba.

Con las teclas 1, 2 ó 3 puedes escoger el símbolo que quieras:

Izquierda (tecla 1), Centro (tecla 2) y Derecha (tecla 3)

En la pantalla aparecerá la palabra “acierto” o “error” después de cada una de tus respuestas. Si tienes alguna duda, consulta al asistente, pues una vez iniciada la sesión no será posible hacerlo.

Oprime la barra espaciadora para continuar

**Instrucción para verbalización concurrente:**

Para comenzar, te pedimos que digas en voz alta, cuál es la regla o criterio que estás siguiendo para responder al mismo tiempo que oprimes la tecla, recuerda que es al mismo tiempo que respondes.

Oprime la barra espaciadora para continuar.

**Anticipación del reporte verbal y su finalidad:**

Al finalizar la tarea se te proporcionará una hoja y una pluma para que escribas cómo resolviste la tarea. Tu descripción se empleará como instrucción para otro participante en el estudio.

Además de las instrucciones señaladas, se agregaron otros mensajes para indicar a los participantes el final de la tarea, la ausencia de retroalimentación en las sesiones de prueba y para presentar el reporte verbal generado por un participante A como instrucción para un participante B en la segunda fase experimental. Los textos empleados fueron los siguientes:

**Fin de la tarea y solicitud del reporte escrito:**

Has terminado la tarea, por favor llama al asistente.

A continuación, se te proporcionará una hoja y pluma para que escribas cómo resolviste la tarea.

**Notificación de la ausencia de retroalimentación (Prueba de transferencia):**

*En esta parte de la tarea no se te indicará si tu elección es correcta o incorrecta.* Si tienes alguna duda, consulta al asistente, pues una vez iniciada la sesión no será posible hacerlo.

**Instrucción del reporte verbal del participante A como instrucción para el participante B (segunda fase):**

Otro participante ya realizó la tarea y te dejó la siguiente instrucción:

*En esta parte se colocó la instrucción correspondiente (reporte verbal del participante A).* Sólo hasta que termine el estudio te diremos si tus respuestas fueron correctas o incorrectas. Si tienes alguna duda, coméntasela al asistente, pues una vez iniciada la prueba no será posible.

### ***Diseño Experimental***

Los participantes fueron asignados a uno de cuatro grupos. Tres experimentales y uno control. Cada grupo fue conformado por seis sujetos (tres participantes para cada fase experimental). De forma que cada grupo constaba de tres diadas. Las diferencias entre los grupos fueron en función del requisito de verbalización concurrente de la regla de ejecución y de la anticipación de la solicitud de realizar un reporte verbal al finalizar la tarea e informar la finalidad del mismo. No se proporcionó retroalimentación a las verbalizaciones emitidas por los sujetos. La caracterización de cada grupo fue la siguiente:

Al Grupo VCA (Verbalización Concurrente con Anticipación) se le solicitó que verbalizara en voz alta el criterio para resolver la tarea de forma concurrente a su ejecución. Además, se le informó anticipadamente que al finalizar la tarea se le solicitaría realizar una descripción acerca de cómo resolver la tarea y se mencionó que dicha descripción sería otorgada como instrucción para otro participante en el estudio.

Al Grupo VCS (Verbalización Concurrente Sin anticipación), se le solicitó la verbalización concurrente a la tarea. Sin embargo, no se informó sobre el reporte verbal a realizar al finalizar la tarea ni de la finalidad del mismo como instrucción para alguien más. A un tercer grupo VAA (Verbalización Ausente con Anticipación) únicamente se le informó que al finalizar la tarea se solicitaría la descripción acerca de cómo resolver la tarea y del uso que tendría este reporte para alguien más como instrucción. A este grupo no se le solicitó verbalizar de forma concurrente. Finalmente se contó con un grupo control VAS en el que las condiciones de solicitud de verbalización concurrente y la anticipación del reporte verbal estuvieron ausentes.

En la primera fase experimental la mitad de los participantes de cada grupo (participantes A) iniciaron el estudio con una sesión de línea base de 36 ensayos por sesión de una tarea de igualdad a la muestra de primer orden bajo instrucciones genéricas y sin retroalimentación. Después fueron expuestos a cuatro sesiones experimentales de 36 ensayos por sesión de una tarea de igualdad a la muestra de primer orden bajo instrucciones genéricas y retroalimentación continua. En estas sesiones se presentaban o no, la solicitud de verbalización concurrente a la ejecución e información referente a la solicitud y finalidad del reporte verbal dependiendo del grupo. Posteriormente, se presentó una sesión de prueba de transferencia similar a la sesión de línea base. Al finalizar se recabó el reporte verbal de cada participante A.

En la segunda fase se presentaron los reportes verbales de la primera fase a los participantes B de cada grupo como las instrucciones para resolver la tarea. En esta fase, los participantes (B) comenzaron el estudio con una sesión de línea base igual a la presentada en la fase experimental anterior. Después se presentaron la instrucción genérica, el reporte generado por los participantes A como instrucción y los textos en los que se solicitaba la verbalización concurrente y en el que se informaba anticipadamente del reporte verbal a realizar de acuerdo a cada grupo. Posteriormente los participantes B fueron expuestos a dos sesiones de la tarea experimental (36 ensayos por sesión) con retroalimentación demorada y una sesión de prueba sin retroalimentación. Finalmente se recabó el reporte verbal de los participantes (B) de la segunda fase.

### **Resultados**

La Figura 3 muestra el porcentaje de respuestas correctas de todos los participantes en cada una de las sesiones experimentales. En el panel A se presentan los participantes A mientras que en el panel B se presentan las ejecuciones de los participantes B. En la parte superior de cada uno de los paneles se muestran los grupos bajo la condición de verbalización concurrente (VCA y VCS) mientras que en la parte inferior de cada panel aparecen los grupos a los que no se solicitó la verbalización concurrente a la tarea (VAA y VAS). La columna izquierda de cada panel muestra los grupos a los que se les anticipó la finalidad del reporte verbal (VCA y VAA) mientras que la columna derecha presenta los grupos a los que no se les proporcionó tal información (VCS y VAS).

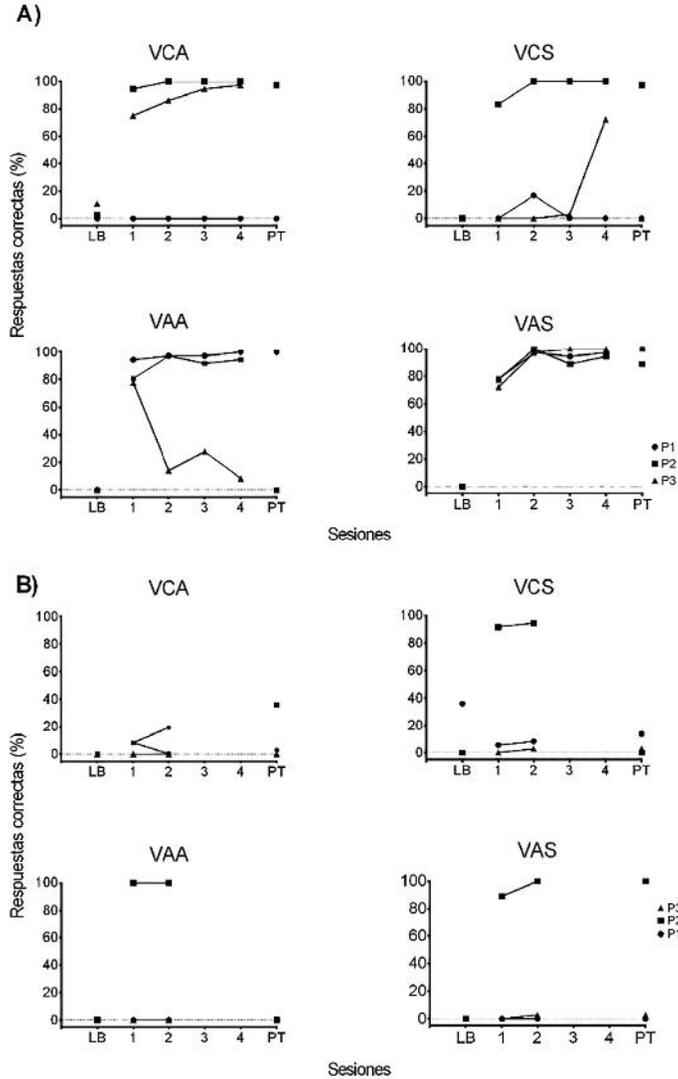


Figura 3. Ejecución de participantes . A) muestra el porcentaje de respuestas correctas (Eje Y) en cada una de las sesiones (Eje X) obtenido para cada participante A de cada grupo en la primera fase experimental. B) muestra la ejecución de los participantes B de cada grupo durante la segunda fase experimental.

En general el desempeño de los participantes A fue mejor que el obtenido por los participantes B, únicamente dos participantes A obtuvieron ejecuciones bajas (cercanas al 0% de aciertos). En contraste, la mayoría de los participantes B obtuvieron un bajo desempeño (menores al 30% de respuestas correctas) a excepción de tres participantes.

### ***Participantes A***

La gráfica superior izquierda del panel A de la Figura 3 muestra las ejecuciones de los participantes A bajo la condición de verbalización concurrente y anticipación (grupo VCA). Los participantes P2 y P3 obtuvieron un alto desempeño desde el comienzo de las sesiones experimentales (75% y 94% de aciertos). En cambio, el participante P1 obtuvo una ejecución baja (0%) en todas las sesiones experimentales. Finalmente, en la sesión de prueba de transferencia el participante P2 fue el único en obtener un alto desempeño (97% de aciertos).

La ejecución de los participantes del grupo VCS bajo la condición de verbalización concurrente sin anticipación (gráfica superior derecha del panel A Fig. 3) mostró mayor variabilidad a lo largo de las sesiones experimentales. El participante P1 obtuvo un bajo porcentaje de respuestas correctas (16.66%). En contraste, el participante P2 obtuvo un alto desempeño en todas las sesiones experimentales (>80% de respuestas correctas). En cambio, el participante P3 obtuvo un bajo desempeño en las primeras tres sesiones experimentales (cercanas al 0% de aciertos); sin embargo, en la última sesión experimental obtuvo una mejor ejecución (72% de respuestas correctas). En la sesión de prueba de transferencia únicamente el participante P2 obtuvo un alto desempeño (97.22% de aciertos), mientras que el resto de los participantes obtuvieron ejecuciones bajas.

Los participantes bajo la condición de anticipación y sin la solicitud de verbalización concurrente (grupo VAA) también mostraron ejecuciones variables (gráfica inferior izquierda panel A Fig. 34). En este grupo, los participantes P1 y P2 obtuvieron ejecuciones altas en todas las sesiones experimentales (94% y 100% de respuestas correctas). En contraste, el participante P3 obtuvo un bajo desempeño caracterizado por un detrimento en su ejecución a lo largo de las sesiones experimentales. En la prueba de transferencia únicamente el participante P1 obtuvo una ejecución alta (100% de aciertos).

El grupo VAS (control) se caracterizó por ejecuciones menos variables entre sus miembros. El desempeño de los tres participantes de este grupo fue alto (entre 72% y 100% de respuestas correctas) en todas las sesiones experimentales. Ade-

más, todos los participantes obtuvieron ejecuciones altas en la prueba de transferencia (88.8% y 100% de aciertos).

### **Participantes B**

En el orden similar del panel A, el panel B de la Figura 3 muestra las ejecuciones de los participantes B de cada grupo. El grupo VCA (verbalización concurrente y anticipación) se caracterizó por mostrar el desempeño más bajo de todos los grupos (< 20% de aciertos) en todas las sesiones experimentales. En la sesión de prueba la ejecución de este grupo también fue baja. Los participantes P1 y P3 obtuvieron menos del 10% respuestas correctas. En contraste, el participante P2 obtuvo una mayor cantidad de aciertos (19.4 %) en la última sesión experimental. En la sesión de prueba de transferencia el desempeño también fue bajo para los participantes P1 y P3 (2% y 0% de respuestas correctas respectivamente). Sin embargo, el participante P2 obtuvo un desempeño mayor (36% de aciertos) en la prueba de transferencia al obtenido en las sesiones experimentales.

A excepción de un participante, el desempeño de los participantes bajo la condición de verbalización concurrente sin anticipación (grupo VCS) fue pobre. El desempeño de los participantes P1 y P3 fue menor al 10%. En cambio, el participante P2 obtuvo un alto desempeño en las dos sesiones experimentales (91% y 94% de aciertos). En la sesión de prueba la ejecución de los tres participantes mostró un bajo desempeño (<14% de respuestas correctas).

El grupo VAA bajo la condición anticipación y sin el requisito de verbalización concurrente mostró un desempeño similar al grupo anterior. Únicamente el participante P2 obtuvo ejecuciones altas en las sesiones experimentales (100% de aciertos); mientras que los participantes P1 y P3 no obtuvieron respuestas correctas. El desempeño de los tres participantes en la prueba de transferencia fue nulo; ninguno de los participantes obtuvo aciertos.

Finalmente, el grupo VAS (control) obtuvo un desempeño similar a los dos grupos anteriores. Los participantes P1 y P3 mostraron una ejecución nula en todas las sesiones experimentales (0% de aciertos). En cambio, el participante P2 obtuvo un alto desempeño en las dos sesiones experimentales (88% y 100% de respuestas correctas). En la sesión de prueba, únicamente el participante P2 obtuvo una ejecución alta (100% de aciertos) mientras que el resto de los participantes no obtuvieron respuestas correctas.

### **Latencias**

La Figura 4 muestra los promedios individuales de la latencia de respuesta en milisegundos correspondientes a cada sesión para cada uno de los participantes. Como antes, el panel A muestra los promedios de latencia correspondientes a los participantes A y los correspondientes a los participantes B aparecen en el panel B. En general, los promedios de las latencias de respuesta de los participantes A (ver panel A Fig. 4) fueron inferiores a 6,000 milisegundos a excepción los obtenidos por el grupo VCS que mostró variabilidad entre sus participantes. Además, se registraron promedios de latencias mayores en los grupos a los que se les solicitó la verbalización concurrente a la ejecución (i.e., VCA y VCS).

Para el grupo VCS los promedios de latencia obtenidos por los tres participantes en la sesión de línea base fueron menores a 2,500 milisegundos, aunque mostraron variabilidad durante las sesiones experimentales. En el caso del participante P1, en las primeras dos sesiones experimentales se registró un incremento en su latencia de respuesta (4208.5 milisegundos); posteriormente se observa un detrimento en las sesiones. El participante P2 obtuvo un promedio de latencia significativamente mayor en la primera sesión experimental (20,214.6 milisegundos). En las sesiones siguientes los promedios de latencia de respuesta mostraron un detrimento progresivo. A diferencia del resto de los participantes A, el participante P3 del grupo VCS incrementó el promedio de latencia en la última sesión experimental en contraste con los valores obtenidos en las sesiones anteriores.

En el caso de los participantes B los promedios de latencia de respuesta se caracterizaron por una menor variabilidad en contraste con los participantes A (gráficas superiores del panel B Fig. 4). Además, los promedios obtenidos por los participantes B fueron menores que los obtenidos por los participantes A. Sin embargo, los participantes de los grupos bajo la condición de verbalización concurrente obtuvieron promedios de latencia de respuesta mayores en comparación con los grupos en los que no se solicitó la verbalización concurrente.

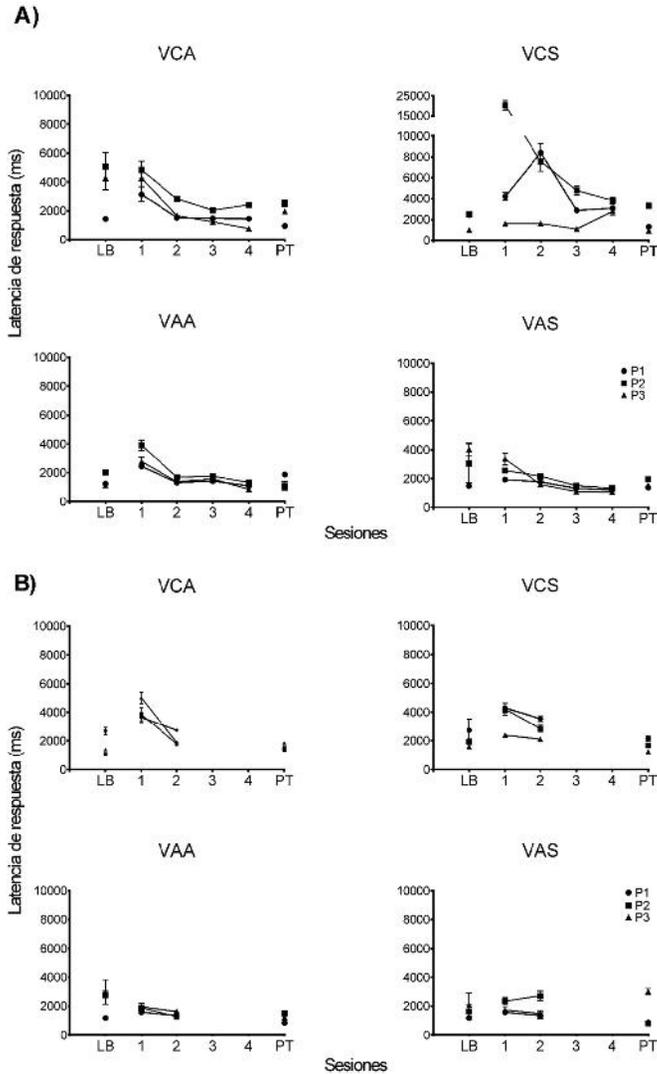


Figura 4. Latencia de respuesta. A) muestra los promedios individuales  $\pm 2$  SME de la latencia de respuesta en milisegundos (Eje Y) durante la línea base, sesiones experimentales y prueba de transferencia (Eje X) de los participantes A. B) muestra los promedios individuales  $\pm 2$  SME de la latencia de respuesta en milisegundos de los participantes B.

### **Reportes verbales**

Los reportes verbales generados por cada participante fueron clasificados de acuerdo a la taxonomía de Ortiz, González y Rosas (2008). De acuerdo a esta clasificación los reportes catalogados como específicos y pertinentes fueron los que contenían los elementos de respuesta, estímulos, retroalimentación y contexto, mismos que debían ser congruentes con la situación enfrentada. De los reportes realizados por los participantes A el 33.3 % cumplieron con estos criterios, de los cuales, la mayoría fueron generados bajo la condición de verbalización concurrente ausente (75%). Uno de los reportes verbales de los participantes A corresponde a un reporte específico no pertinente, en el que se hizo mención de los elementos señalados anteriormente, pero de forma incongruente con la tarea. Este reporte verbal fue generado bajo la condición de verbalización concurrente con anticipación (participante P1 del grupo VCA).

De forma similar, los reportes fueron catalogados como genéricos y pertinentes si contenían al menos uno de los elementos de la contingencia programada de forma congruente. El 41.6% de los reportes obtenidos por los participantes A correspondieron a este rubro, de los cuales la mayoría fueron generados por participantes bajo la condición de verbalización concurrente y por participantes a los que no se les informó de manera anticipada de la finalidad que tendría el reporte verbal como instrucción para otro participante. Por otra parte, se caracterizaron como genéricos no pertinentes a aquellos reportes que mencionaran uno de los elementos contingenciales y cuya descripción fuera incongruente con la situación experimental. De los reportes obtenidos por los participantes A, solo uno cumplió con estos criterios y fue emitido bajo la condición de verbalización concurrente con anticipación (participante P3 del grupo VAA). Otro caso similar, corresponde a un reporte catalogado como ausente dada la carencia de elementos contingenciales en la descripción. Esta caracterización la obtuvo el reporte generado por el participante P3 bajo la condición de verbalización concurrente con anticipación (VCA).

En cuanto a los reportes verbales obtenidos de los participantes B, el 25% de los reportes fueron descripciones genéricas y pertinentes. De los cuales la mayoría fueron generados bajo la condición de verbalización ausente (66.6%). Además, todos los reportes bajo este rubro fueron proporcionados por participantes a quienes no se les informó de la finalidad que tendrían los reportes.

El 75% restante de la totalidad de los reportes proporcionados por los participantes B corresponden a descripciones genéricas no pertinentes en los a pesar

de que se hizo mención de los elementos de la contingencia programada, fueron incongruentes con la situación experimental. Una parte de estos reportes fueron generados bajo la condición de verbalización (55.5%) y la mayoría de ellos fueron proporcionados por participantes pertenecientes a los grupos VCA y VAA, a quienes se les informó de la finalidad que tendrían sus descripciones (66.6%).

Un aspecto a destacar de los datos obtenidos es que únicamente en 3 diadas la ejecución del participante A y B de cada diada fue eficiente. La Figura 5 representa estos casos, en cada panel se muestra la ejecución del participante A (gráfica superior), en la parte media aparece el reporte verbal realizado por el participante A que fue otorgado como instrucción para el participante B y la gráfica inferior muestra la ejecución del participante B.

En el primer caso (panel A), bajo la condición de verbalización concurrente sin anticipación (VCS) la ejecución de ambos participantes mostró correspondencia. El participante A obtuvo una ejecución alta durante las sesiones experimentales (100% de respuestas correctas) y la sesión de prueba de transferencia (97.2% de aciertos). El reporte verbal generado por este participante fue breve indicando a que características de los estímulos se debía atender para resolver la tarea correctamente. Posteriormente este reporte fue otorgado al participante B de esta diada cuya ejecución también fue alta (94.4% de respuestas correctas). Sin embargo, la ejecución del participante B no mostró transferencia en la sesión de prueba.

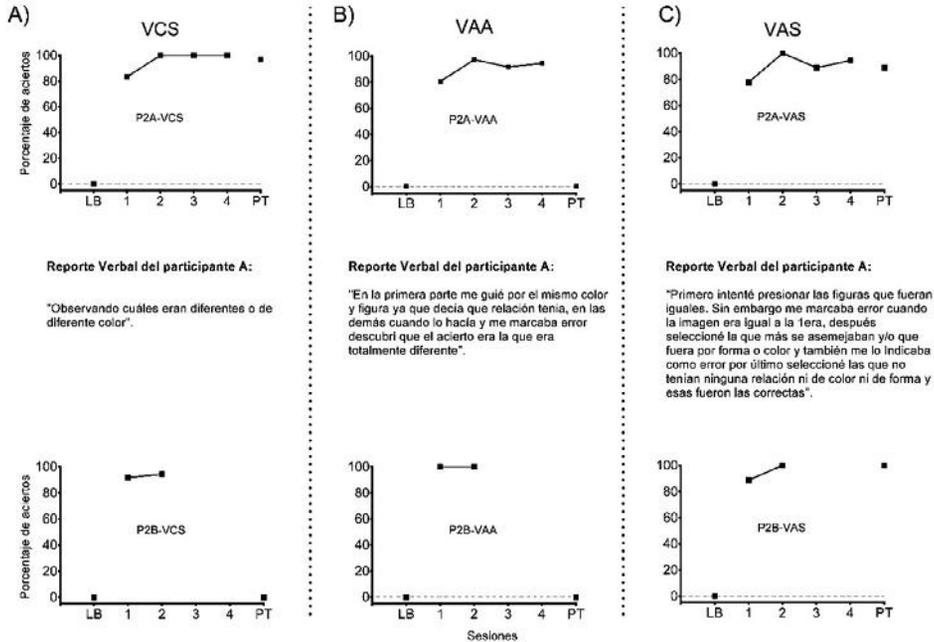


Figura 5. Seguimiento instruccional. Muestra la ejecución no verbal (gráfica superior), el reporte emitido por el participante A (parte central de la figura) y la ejecución del participante B (gráfica inferior). A) ejecución y reporte de la diada 2 del grupo verbalización concurrente sin anticipación. B) ejecución y reporte de la diada 2 del grupo verbalización ausente con anticipación. C) ejecución y reporte de la diada 2 del grupo control.

El panel B de la Figura 5 expone otro caso similar bajo la condición de verbalización concurrente ausente sin anticipación (ver columna central Fig. 5). En esta diada la ejecución del participante A durante las sesiones experimentales fue alta (97.2% de respuestas correctas). El reporte verbal proporcionado por este participante menciona las estrategias empleadas para resolver la tarea. De manera similar, este reporte fue proporcionado al participante B quien obtuvo un buen desempeño en las fases experimentales (100% de aciertos). Sin embargo, en la sesión de prueba de transferencia ambos participantes mostraron un desempeño similar al obtenido en la sesión de línea base.

El último caso en el que la ejecución de los integrantes de la diada fue eficiente corresponde a la segunda diada del grupo VAS (panel C Figura 5). El participante

A de esta diada obtuvo un buen desempeño durante las sesiones experimentales (e.g. 100% aciertos en la segunda sesión) y la prueba de transferencia. El reporte verbal generado por este participante, también señala las estrategias empleadas para resolver la tarea y los cambios de criterio de respuesta realizados para responder adecuadamente. Una vez presentado como instrucción para resolver la tarea se observó que la ejecución del participante B fue eficiente en las sesiones experimentales y en la sesión de prueba de transferencia.

### **Discusión**

El objetivo principal de este estudio consistió en evaluar si la generación de una regla mediante un reporte verbal después de la ejecución de una tarea de discriminación condicional por parte de un participante A sirve funcionalmente como una instrucción ante una tarea semejante para un participante B. Además, como objetivo adicional analizamos la presencia o ausencia de la verbalización concurrente al desempeño en una tarea de igualación a la muestra y manipulamos anticipar o no la finalidad de la solicitud del reporte verbal. En general, los resultados mostraron: a) que los reportes verbales obtenidos por los participantes A fueron variables y no fueron efectivos como instrucciones para los participantes B; b) los participantes A expuestos a esas contingencias demostraron un bajo desempeño y mayores latencias de respuesta; c) los reportes verbales provenientes de participantes bajo la solicitud de verbalización concurrente se caracterizaron por ser menos específicos y menos pertinentes; y d) la anticipación de la solicitud del reporte verbal no mejoró la ejecución en la tarea de los participantes. De acuerdo con lo esperado, la verbalización concurrente no favoreció la adquisición del dominio en la tarea, ni la emisión de reportes verbales precisos efectivos como instrucción para un segundo participante.

### ***Verbalización concurrente***

Torres y López (2004) han propuesto que la conducta auto-descriptiva facilita la adquisición de tareas de discriminación condicional; sin embargo, en el presente estudio no se confirmó dicho efecto facilitador en el desempeño de los participantes a los que se les requirió una verbalización simultánea a la ejecución. Similar a lo encontrado por Martínez (1994), los resultados sugieren un efecto de interferencia entre el reporte verbal y la ejecución. Una posibilidad sería que esta interferencia sea producto de la dificultad de discriminar entre los patrones de respuesta ante la tarea y las verbalizaciones a lo largo de los ensayos. Otra

posible interpretación para explicar esta discrepancia entre el reporte verbal y la ejecución radicaría en la temporalidad del requisito de la verbalización solicitada con respecto a la ejecución de los participantes durante la tarea. A pesar de que se les pedía a los participantes que sus verbalizaciones fueran simultáneas con respecto a sus respuestas instrumentales, en muchas ocasiones las verbalizaciones antecedieron aún por tiempos muy breves a la ejecución. Los datos que muestran latencias más largas en los participantes a los que se les requirió la verbalización concurrente, podrían estar reflejando esta diferencia temporal soportando esta interpretación. De ser así, la verbalización concurrente en un ensayo tendría la función de estímulo que estuviera controlando la respuesta de elección en el siguiente ensayo; en este caso la verbalización en cada uno de los ensayos siguientes únicamente sería una réplica de verbalizaciones pasadas y la ejecución concurrente junto con la terminación del ensayo estarían reforzando dicha verbalización, interfiriendo o compitiendo con el control que pudiera ejercer la retroalimentación. Esta interpretación también podría aplicar para aquellos participantes que mostraron patrones conductuales de baja ejecución en todas las sesiones experimentales y reportes verbales cuyo contenido expresaron descripciones imprecisas sobre las contingencias. Esta interpretación de la función de estímulo de la verbalización anticipada a la ejecución ilustraría la dinámica de la formación de una regla en el sentido propuesto por Skinner (1963). El papel del estímulo verbal en estas condiciones tendría la función de estímulo discriminativo con respecto a la elección del participante en cada ensayo. De esta manera, el participante iría configurando el reporte verbal final que podría ser identificado como una regla correcta o no derivada de la exposición a las contingencias.

Un aspecto a destacar es que cada participante generó un reporte verbal o una regla particular derivada de su propia experiencia en la tarea. Esta situación supone una dificultad para comparar los distintos reportes verbales entre los participantes y sus efectos posteriores. La diversidad de reportes verbales podría estar determinada por la diferencia de habilidades para realizar descripciones de esta índole. Como sabemos, debido a las historias particulares, no todas las personas muestran la misma eficacia para describir apropiadamente las contingencias que ejercen el control sobre su comportamiento. Una solución apuntaría a entrenar previamente a los participantes para realizar descripciones relacionadas con la tarea a desempeñar asegurando las habilidades requeridas. Cepeda y col., (2011) realizaron este entrenamiento previo de descripciones y, aunque los reportes solicitados fueron apropiados no disminuyó la variabilidad de los reportes finales

entre participantes. En nuestro estudio a pesar de la variabilidad entre reportes de los participantes A, intentamos evaluar su efectividad, al presentarlos como instrucción para un segundo participante (B). El resultado fue que únicamente tres participantes B ejecutaron con niveles altos durante la exposición a la tarea. El efecto de la instrucción se pudo registrar en la ejecución de los participantes B en las sesiones experimentales debido a que estos participantes sólo recibieron retroalimentación una vez completadas las dos sesiones experimentales y por lo tanto la instrucción recibida era la única variable explícita que podría estar relacionada con la ejecución de la tarea. Cabe recordar que, a excepción de la retroalimentación, la tarea para los participantes B fue exactamente la misma que ejecutaron los participantes A correspondientes.

Por contraste, nuestros resultados mostraron que la ausencia del requisito de verbalización concurrente a la ejecución favoreció de manera positiva la adquisición del dominio de la tarea de discriminación condicional. Los dos grupos experimentales (VAS y VAA) bajo esta condición obtuvieron un mejor desempeño en la tarea. En concordancia con Martínez (1994) y Martínez y Tamayo (2005), estos datos replicaron que la verbalización no es un requisito indispensable para el dominio de una tarea de discriminación condicional y que la correspondencia entre instrucciones y consecuencias favorece la adquisición de una tarea de discriminación condicional.

### ***Anticipación de la finalidad del reporte verbal***

Respecto a la anticipación del uso que se le daría al reporte verbal de un primer participante como instrucción para un segundo participante, encontramos que la solicitud de anticipación no afectó la ejecución de los participantes que recibieron esa información. Partimos del supuesto de que, si los participantes eran informados acerca de que su reporte verbal iba a ser presentado como una instrucción para otro participante, se favorecería la elaboración y por lo tanto la efectividad del reporte verbal como instrucción. Además, como consecuencia se esperaría que la ejecución también resultaría beneficiada. En discrepancia con el reporte de Ortiz (2010), en el que señala que la anticipación de la solicitud del reporte verbal al finalizar la tarea propició una mayor correspondencia entre ejecuciones altas y reportes pertinentes; en nuestro estudio hubo mayor correspondencia entre la ejecución y la descripción en los participantes de los grupos en los que no se indicó la finalidad que tendría dicha descripción. Los participantes bajo la condición de anticipación proporcionaron reportes menos pertinentes que los participantes

a quienes no se les proporcionó esta información. Lo anterior es consistente con Cepeda y col., (2011) en su estudio los resultados mostraron que el papel de la anticipación no promovió que el reporte de una regla explícita fungiera como instrucción. Parecería claro que no es suficiente informar con anticipación a los participantes acerca de la solicitud de un reporte verbal al final de la tarea para que el reporte verbal sea apropiado. Todo indicaría que las contingencias proporcionadas no moldean adecuadamente las descripciones de los participantes. Una posible solución a esta deficiencia debería considerar que probablemente las contingencias a las que son expuestos los participantes deberían incluir contingencias explícitas para las verbalizaciones concurrentes de los participantes. Es decir, que la retroalimentación no solo dependa de la ejecución en la tarea sino también de las verbalizaciones que el participante va emitiendo a lo largo de los ensayos.

### ***Efectividad del reporte verbal***

Los resultados también muestran variabilidad en la ejecución, la calidad, los elementos del reporte verbal del participante y la funcionalidad del reporte como instrucción para otro individuo. La congruencia entre la ejecución y el reporte verbal fue evidente en la mayoría de los casos. Tanto para los participantes A como para los B un alto desempeño precedió a descripciones verbales pertinentes genéricas y/o específicas, mientras que un bajo desempeño en la tarea antecedió a descripciones verbales no pertinentes o ausentes. La correspondencia y confluencia de ejecuciones altas y reportes verbales pertinentes coincide con los lineamientos sugeridos por Varela y Ribes (2002) para la abstracción de reglas. Por otro lado, Cepeda y col., (2009) establecieron que la ejecución no siempre conlleva la emergencia de reglas precisas, tal fue el caso de dos participantes, quienes obtuvieron una baja ejecución y realizaron reportes verbales específicos y pertinentes (participante A de la diada 1 del grupo VCS y participante B de la diada 1 del grupo VAS). La no correspondencia entre la ejecución y el reporte de estos casos se puede atribuir a diferencias individuales respecto a la historia de proporcionar reportes verbales. Historias en las que probablemente, aún no se ha adquirido dominio en realizar descripciones, no se ha reforzado realizar reportes de manera pertinente o se ha reforzado reportar la manera de no realizar u omitir una tarea.

Respecto a la correspondencia entre las descripciones de los participantes pertenecientes a la misma diada fue evidente en algunos casos, independientemente de si los participantes obtuvieron un alto o bajo desempeño. En tales casos el

reporte verbal del participante A fue congruente con su desempeño, dicho reporte fue proporcionado al participante B como instrucción y su ejecución correspondió con el reporte del participante A. Además, fue posible identificar una correspondencia entre los reportes verbales de ambos participantes. Lo anterior sugiere que el control instruccional fue efectivo y que la precisión de los elementos a atender afectó la función instruccional de reporte verbal confirmando lo señalado por Ortiz, Rosas y Alcaraz (2006). Sin embargo, esto fue evidente únicamente en cuatro de las díadas experimentales, pues en las demás no se consiguió el control instruccional por el participante B.

Esta falta de control instruccional en el resto de las díadas se evidenció en la discrepancia de ejecuciones entre los participantes A y B, la no correspondencia entre reportes verbales y en las diferencias en la frecuencia de elección en los ensayos para ambos participantes. A pesar de que la diferencia entre los promedios de latencia esperada fue evidente en siete de las díadas, ésta no puede ser considerada como indicador del control instruccional efectivo debido a la falta de correspondencia encontrada en las ejecuciones entre los participantes A y B de cada diada.

Los resultados del presente estudio sugieren varios aspectos de interés para el estudio de la generación de reglas y la transmisión mediante instrucciones entre participantes: a) el efecto de la verbalización concurrente sobre la ejecución de una tarea; b) las diferencias entre la presencia o ausencia de anticipación sobre la finalidad de un reporte verbal como instrucción; y, c) la correspondencia entre participantes y el control instruccional efectivo. Sin embargo, es importante considerar algunas limitaciones de nuestro estudio. En lo concerniente a la muestra, en este estudio no se consideró como un requisito la habilidad de los participantes para realizar reportes verbales o descripciones, dado que uno de los objetivos del estudio fue emular la generación de reglas como instrucciones y su transmisión entre individuos. Dada la variabilidad de los reportes verbales el número de participantes parecería insuficiente (3 díadas por grupo), el tamaño de la muestra puede parecer limitado y es posible sugerir incrementar el número de participantes en futuros estudios con el objetivo de maximizar las diferencias entre condiciones experimentales. Sin embargo, una desventaja evidente al incrementar el número de participantes sería que también incrementaría la variabilidad de los reportes verbales. Otra de las limitaciones derivadas de la variabilidad de los reportes es la taxonomía empleada para la clasificación de los reportes verbales, ya que al analizar los datos resultó ambigua, dificultando la clasificación de los mismos. Por lo que los criterios de cada categoría fueron ajustados durante el análisis de los datos

durante este estudio. Sería importante insistir en mejorar el sistema de categorías especialmente incluyendo el aspecto funcional además de las características morfológicas y de semántica.

### **Conclusión**

En el presente estudio se exploraron los efectos de la verbalización concurrente y la anticipación de la finalidad del reporte verbal como instrucción sobre la generación de reglas y la transmisión mediante instrucciones entre participantes. Los datos reflejaron la diversidad y complejidad de relaciones entre el reporte verbal, la situación experimental, el control instruccional y las consecuencias para otro individuo en una condición similar, emulando en cierta medida lo que podríamos denominar transmisión de conocimiento. Los resultados obtenidos sugieren que la verbalización concurrente a la tarea puede afectar la ejecución de una tarea de igualación de la muestra y la pertinencia, especificidad y funcionalidad del reporte verbal como instrucción debido a un efecto de interferencia entre el control del estímulo verbal concurrente y el ejercido por el reforzamiento. En contraste, la ausencia de verbalización propició ejecuciones altas y reportes verbales pertinentes y funcionales. Mientras que la anticipación del uso que se le dio al reporte verbal como instrucción para otro individuo puede alterar la efectividad del mismo como instrucción sin alterar la ejecución de una tarea de discriminación condicional. Sin embargo, las interpretaciones de estos resultados no parecen ser suficientes para explicar la variabilidad del seguimiento de instrucciones generadas por otros. Por lo que se sugiere considerar las limitaciones de este estudio y el papel que puedan desempeñar otras variables para esclarecer la transmisión conocimiento o experiencias mediante instrucciones entre individuos.

La importancia de este fenómeno que provisionalmente denominamos de transmisión social tiene fuertes implicaciones en muchos ámbitos del comportamiento humano. Probablemente esta transmisión social, sin ninguna connotación de las teorías de la comunicación tradicionales, sea una de las características más destacadas de la especie humana ya que no solo pone en relevancia a la conducta verbal, sino que añade una de las ventajas del establecimiento de este repertorio alusivo a la evolución de la especie humana. Sin estas consecuencias evolutivas, a diferencia de diversas especies, la especie humana seguramente habría tenido muchas dificultades para sobrevivir a las contingencias naturales proporcionadas por el ambiente; por tanto, es una tarea para los analistas de la conducta el análisis de las variables que representan las fuentes de control de este tipo de comportamiento hasta ahora típicamente humano.

## Referencias

- Ayllon, T., & Azrin, N. H. (1964). Reinforcement and instructions with mental patients. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7(4), 327-331. doi:10.1901/jeab.1964.7-327
- Baron, A., & Galizio, M. (1983). Instructional control of human operant behavior. *The Psychological Record*, 33(4), 495.
- Baron, A., Kaufman, A., & Stauber, K. A. (1969). Effects of instructions and reinforcement-feedback on human operant behavior maintained by fixed-interval reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(5), 701-712. doi:10.1901/jeab.1969.12-701
- Bentall, R. P., Lowe, C. F., & Beasty, A. (1985). The role of verbal behavior in human learning: II. Developmental differences. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 43(2), 165-181. doi:10.1901/jeab.1985.43-165
- Catania, A. C., & Shimoff, E. (1998). Special Section: Current Status and Future Directions of the Analysis of Verbal Behavior: The experimental analysis of verbal behavior. *The Analysis of Verbal Behavior*, 15, 97.
- Cepeda, M. L., López, A., Moreno, D., Plancarte, P., Arroyo, R. M. & Hickman, H. (2009). Efecto de las descripciones y el reforzamiento sobre la generación de reglas. *Universitas Psychologica*, 8(2), 371-384.
- Cepeda, M. L., Moreno, D., Hickman, H., Arroyo, R., & Plancarte, P. (2011). Dominio de la tarea y descripciones verbales en la formulación de reglas generales de ejecución. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 37 (2), 117-138.
- Devany, J. M., Hayes, S. C., & Nelson, R. O. (1986). Equivalence class formation in language-able and language disabled children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46 (3), 243-257.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1984). Protocol analysis: Verbal reports us data. Cambridge, MA: MIT Press.
- Guerrero, A., & Ortiz, G. (2007). El papel de la retroalimentación y la ausencia o presencia de instrucciones en la descripción en tareas de discriminación condicional. *Acta Comportamentalia*, 10 (1), 5-13.
- Hayes, L. J., Thompson, S. & Hayes, S. C. (1989), Stimulus equivalence and rule following. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52: 275–291. doi:10.1901/jeab.1989.52-275

- Hayes, S. C. (1986). The case of the silent dog—Verbal reports and the analysis of rules: A review of Ericsson and Simon's Protocol Analysis: Verbal Reports as Data. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45(3), 351-363. doi:10.1901/jeab.1986.45-351
- Hickman, H., Plancarte, P., Moreno, D., Cepeda, M. L., & Arroyo, R. (2011). Efecto de tipo de instrucción sobre el informe verbal y la ejecución en niños y adultos. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 11(3), 425-441.
- Martínez, 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(1), 19-48.
- Martínez, H., & Ribes, E. (1996). Interactions of contingencies and instructional history on conditional discrimination. *The Psychological Record*, 46(2), 301-317.
- Martínez, H., & Tamayo, R. (2005). Interactions of contingencies, instructional accuracy, and instructional history in conditional discrimination. *The Psychological Record*, 55(4), 633.
- Ortíz, G. (2010). Precisión de descripciones, retroalimentación y conocimiento de la finalidad de la descripción poscontacto sobre la ejecución y transmisión de descripciones. *Acta Comportamentalia*, 18(2), 189-123.
- Ortíz, G., González, A., Rosas, M., & Alcaráz, F. (2006). Efectos de la precisión instruccional y la densidad de retroalimentación sobre el seguimiento, la elaboración y transmisión de descripciones en tareas de discriminación condicional. *Acta Comportamentalia: Revista Latina de Análisis de Comportamiento*, 14(2), 103-130.
- Peláez, M., Gewirtz, J. L., Sanchez, A., & Mahabir, N. M. (2000). Exploring stimulus equivalence formation in infants. *Behavioral Development Bulletin*, 9(1), 20-25. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100534>
- Sidman, M., Cresson, O. J., & Willson-Morris, M. (1974). Acquisition of matching to sample via mediated transfer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(2), 261-273.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. (1982). A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 23-44.
- Skinner, B. F. (1963). Operant behavior. *American Psychologist*, 18(8), 503-515. doi:10.1037/h0045185

- Torres, A., & López, F. (2004). Discriminación condicional de la propia conducta, verbalización de contingencias y relaciones condicionales emergentes. *Sociedad Mexicana de análisis de la Conducta*, 30(2).
- Varela, J. A., y Ribes, E. (2002). Aprendizaje, inteligencia y educación. En E. Ribes, *Psicología del Aprendizaje* (pp. 191-204). México: Manual Moderno.
- Watson, J. B. (1920). Is thinking merely action of language mechanisms? *British Journal of Psychology*, 11(1), 87-104. doi:10.1111/j.2044-8295.1920.tb00010.x

## XI

# Influencia de las características espaciales de la secuencia y la correspondencia estímulo-respuesta sobre la ejecución de una Tarea de Tiempo de Reacción Serial

*Saira Mayté García Reynoso, Priscila Berriel Saez, Mónica Itzel Navarro Padilla, Nayamin Esther Aceves Ortega, Humberto Madera Carrillo y Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera<sup>1</sup>*

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### **Resumen**

El modelo de tarea de reacción serial (SRTT, por sus siglas en inglés) es utilizado en un gran número de investigaciones para identificar los elementos que intervienen en el aprendizaje secuencial. La mayoría de estos trabajos utilizan secuencias espaciales que se forman con ubicaciones distintas de los estímulos o respuestas y las conclusiones suelen generalizar el aprendizaje a todo tipo de secuencias. Este trabajo se propuso investigar si las características espaciales y la correspondencia de la repuesta influyen en el aprendizaje de una secuencia. Se realizaron dos experimentos y en cada uno se compararon tres cantidades de características espaciales (completa, parcial y nula); en el primer experimento la correspondencia de las respuestas fue compatible, y en el segundo experimento fue incompatible. Los resultados mostraron que las secuencias espaciales se asocian con un mayor índice de aprendizaje.

Reconocer las regularidades en el ambiente es una habilidad necesaria para la supervivencia de los seres vivos, ya que permite anticipar situaciones futuras y

---

<sup>1</sup> Parte de este trabajo constituyó la Tesis de Licenciatura en Psicología de Saira Mayte y Mónica Itzel, bajo la dirección del último autor. Correspondencia: Daniel Zarabozo, Laboratorio de Psicofisiología de Procesos Perceptuales, Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara, México. Francisco de Quevedo 180, Arcos Vallarta, Guadalajara, Jal. CP 44130 (daniel.zarabozo@academicos.udg.mx).

responder de la mejor manera posible. Esta capacidad se ha denominado aprendizaje secuencial y se concibe como la adquisición de una cadena de unidades estímulo–respuesta (S-R) (Jensen & Rohwer, 1965) que resulta de detectar, integrar y almacenar regularidades del ambiente (Schwarb & Schumacher, 2012).

La secuenciación y organización de nuestro comportamiento es una característica esencial en el desarrollo del ser humano; la mayoría de nuestras acciones de la vida cotidiana son realizadas en secuencia, desde vestirse por la mañana, practicar deportes o tocar instrumentos musicales, hasta utilizar el lenguaje.

La importancia del aprendizaje secuencial ha sido ampliamente reconocida por la comunidad científica desde los años 60's, por lo que la investigación del fenómeno ha aumentado sustancialmente en las últimas décadas (Abrahamse, Jiménez, Verwey, & Clegg, 2010). Dos de los paradigmas más utilizados para el estudio de éste fenómeno son: el modelo de gramáticas artificiales (Reber, 1989) y el modelo de Tarea de Tiempo de Reacción Serial (SRTT por sus siglas en inglés) desarrollado por Nissen y Bullemer (1987).

El modelo SRTT consiste básicamente en la ejecución de bloques de ensayos, en los cuales se presentan de manera ordenada o aleatoria estímulos (iguales o diferentes) en una de varias posibles ubicaciones (secuencias espaciales), o estímulos distintos en una misma ubicación (secuencias puntuales) correspondiendo a cada estímulo una respuesta diferente. Este modelo permite modificar y controlar diversas variables para investigar los elementos que influyen en el aprendizaje secuencial; por ejemplo, se han estudiado la influencia de la atención, la modalidad sensorial (visual, auditiva o táctil), la modalidad de la secuencia (espacial o puntual), los tipos de respuesta (motriz o verbal), la estructura de la secuencia (de primero o segundo orden), la correspondencia estímulo–respuesta (compatible o incompatible) y los tiempos entre respuesta y estímulo (RSI, por sus siglas en inglés), entre otros (Cleeremans & Destrebecqz, 2003; Cohen, Ivry, & Keele, 1990; Conway & Christiansen, 2009; Deroost & Soetens, 2006a; Duncan, 1978; Hartman, Knopman, & Nissen, 1989; Hoffmann, 1997; Kelly & Burton, 2001; Mayr, 1996; Nissen & Bullemer, 1987; Reber, 1989; Willingham, 1999).

La mayoría de las investigaciones que utilizan el modelo SRTT suelen usar secuencias espaciales (Cohen et al., 1990; Deroost & Soetens, 2006a, 2006b; Destrebecqz & Cleeremans, 2001; Jiménez, Méndez, & Cleeremans, 1996; Keele, Jennings, Jones, Caulton, & Cohen, 1995; Nissen & Bullemer, 1987; Nissen, Willingham, & Hartman, 1989; Perruchet, Bigand, & Benoit-Gonin, 1997; Stadler, 1992; Willingham & Goedert-Eschmann, 1999; Willingham, Wells, Farrell, &

Stemwedel, 2000), y son relativamente pocas las investigaciones que emplean secuencias puntuales (Eimer, Goschke, Schlaghecken, & Stürmer, 1996; Hartman, Knopman, Nissen, 1989; Nattkemper & Prinz, 1997; Schlaghecken, Stürmer, & Eimer, 2000). Sin embargo, la interpretación de los resultados se realiza de una manera general sobre el aprendizaje de la secuencia, aun cuando ha llegado a proponerse (Berriel, 2015) que pueden existir diferencias relacionadas con las características espaciales de la secuencia. Por esta razón nos propusimos investigar cómo influyen las características espaciales de la secuencia y la correspondencia estímulo-respuesta sobre la ejecución de una Tarea de Tiempo de Reacción Serial.

### **Método**

Participaron de manera voluntaria 100 estudiantes (68 mujeres) de entre 18 a 25 años ( $M = 21.77$ ,  $DE = 1.67$ ), diestros, inscritos en alguna de las licenciaturas ofrecidas en la Universidad de Guadalajara, sin antecedentes de trastornos psiquiátricos ni de traumatismos craneoencefálicos y con visión normal o corregida. Se excluyeron 4 sujetos con baja ejecución en la tarea (33% o menos respuestas correctas).

Se asignaron aleatoriamente 16 sujetos a cada nivel de Características Espaciales (completa, parcial y nula), que se denominarán de aquí en adelante CEC, CEP y CEN, en cada uno de los dos experimentos definidos por la Correspondencia de la Respuesta (compatible, incompatible), que se denominarán de aquí en adelante Experimento RCOM y Experimento RINC.

### **Estímulos y materiales**

Los estímulos se presentaron en la pantalla de una computadora portátil, cada una con pantallas de 15.6", colocada aproximadamente a 60 cm. de los ojos del participante. La generación de los estímulos y el registro de los Tiempos de Reacción (TR) y de las Respuestas Correctas (RC) se realizó con el programa PsychoPy (Peirce, 2007).

En la condición CEC (espacial completa) apareció un cuadro blanco de 2 cm de lado en una de cuatro ubicaciones horizontales (denominadas A, B, C y D de izquierda a derecha); la distancia entre los cuadros fue de 2 cm. En la condición CEP (espacial parcial) los estímulos (flechas de 2.5 cm de alto, en el centro de la pantalla) señalaban hacia cuatro distintas direcciones: izquierda (A), arriba (B), abajo (C) o derecha (D). En la condición CEN (espacial nula) se presentó en el centro de la pantalla una de cuatro figuras geométricas: cuadro (A), rombo (B), círculo (C) y triángulo (D), con tamaño proporcional a los cuadrados de la condición CEC.

### Procedimiento

Los participantes firmaron una carta de consentimiento, realizaron una prueba de lateralidad, y después se les instruyó para que respondieran de manera rápida y precisa. En cada grupo respondieron un bloque de práctica de 50 ensayos ordenados de manera aleatoria; en cada ensayo el estímulo permaneció hasta que el sujeto contestó correctamente. Después los participantes ejecutaron una SRTT formada por diez bloques de 120 ensayos cada uno, nueve bloques secuenciales y un último bloque aleatorio; cada ensayo consistió en la presentación de un estímulo de color blanco (cuadros, flechas o figuras, según la condición) durante 200 milisegundos en una pantalla con fondo negro, con RSI de 500 ms. durante el cual estuvo presente un punto de fijación (una cruz roja) en el centro de la pantalla. En los bloques secuenciales se repitió 10 veces la secuencia DBACADCBDACB. En el Experimento RCOM a los estímulos A, B, C o D se respondió con las teclas C, V, N o M respectivamente, y en el Experimento RINC al estímulo A se respondió con la tecla M, al B con N, al C con V y al D con la tecla C (ver Figura 1).

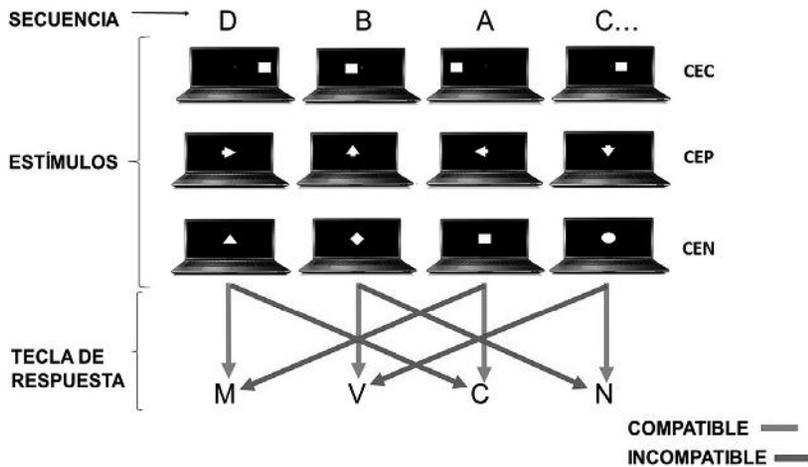


Figura 1. Estímulos y respuestas requeridas.

### Resultados

Los datos de cada participante fueron las medianas de los TR y los porcentajes de RC en cada bloque, que fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA)

para un Diseño Mixto (3 x 9), con un factor entre grupos (condición [CEC, CEP, CEN]) y un factor de medidas repetidas (bloques secuenciales [9]) –se excluyó del análisis el bloque aleatorio– para cada Experimento (RCOM, RINC). Cuando no fue posible asumir el supuesto de esfericidad de las matrices de varianzas y covarianzas (Field, 2009) se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser y se reportaron los grados de libertad originales. De manera similar el Efecto de Transferencia o Índice de Aprendizaje Secuencial (ÍAS) se calculó para cada sujeto como la diferencia entre las medianas del TR del bloque aleatorio (10) y del último bloque secuencial (9) y se sometió a un ANOVA de un factor (condición [CEC, CEP, CEN]).

La Figura 2 muestra los resultados del Experimento RCOM. En cuanto a los tres niveles de Características Espaciales un ANOVA aplicado a los TR reportó diferencias significativas ( $F(2,45) = 79.87, p < 0.001, \eta^2 = .78$ ) y contrastes simples señalaron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre la condición CEN ( $M = 623$  ms) y las condiciones CEP ( $M = 451$  ms) y CEC ( $M = 364$  ms). En relación con el efecto del Bloque el ANOVA también señaló diferencias significativas ( $F(8,360) = 8.78, p < 0.001, \eta^2 = .163$ ). Contrastos simples con referencia al bloque 9 (último bloque secuencial) mostraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) con cada uno de los bloques 1 a 7.

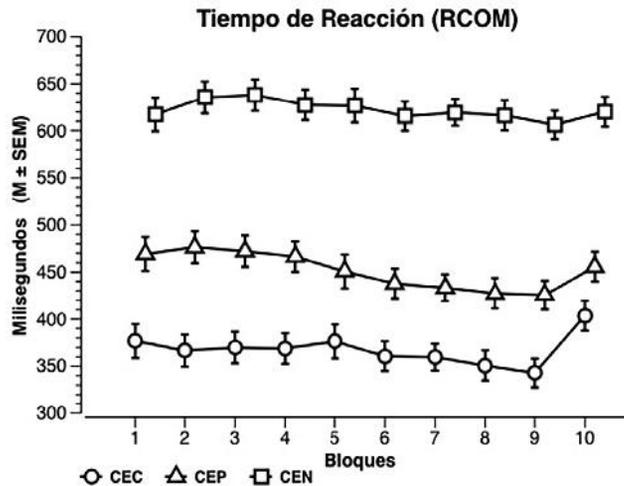


Figura 2. Promedio de las Medianas de TR durante la SRTT en los tres niveles de características espaciales (Completa, Parcial y Nula) cuando la respuesta fue Compatible.

Las RC aumentaron en comparación con el bloque 1, pero este incremento no fue gradual a lo largo de los bloques. El ANOVA señaló diferencias entre los niveles de Características Espaciales ( $F(2,45) = 17.44$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .44$ ) y contrastes simples mostraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre la condición CEN ( $M = 72.67\%$ ) y las otras dos: CEP ( $M = 87.80\%$ ) y CEC ( $M = 88.61$ ). Se observó también un efecto de Bloque ( $F(8,360) = 4.00$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .082$ ), pero sólo los bloques 1 ( $M = 79.86\%$ ) y 3 ( $M = 80.37\%$ ) difirieron del bloque 9 ( $M = 84.58\%$ ).

El ÍAS fue diferente significativamente entre condiciones ( $F(2,45) = 8.086$ ,  $p = 0.001$ ,  $\eta^2 = .26$ ). Contrastes simples señalaron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre la condición CEN ( $M = 14$  ms,  $DS = 31.03$ ) y las condiciones CEP ( $M = 30$  ms,  $DS = 32.05$ ) y CEC ( $M = 61$  ms,  $DS = 36.95$ ) y entre las condiciones CEP y CEC ( $p < 0.05$ ).

La Figura 3 muestra los resultados del Experimento INC. El ANOVA aplicado a los TR reportó diferencias significativas entre los niveles de Características Espaciales ( $F(2,45) = 10.66$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .32$ ). Contrastes simples señalaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre la condición CEN ( $M = 636$  ms) y las condiciones CEP ( $M = 505$  ms) y CEC ( $M = 555$  ms). Además se observó un efecto Bloque ( $F(8,360) = 15.171$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .25$ ) y contrastes simples con referencia al bloque 9 (último bloque secuencial) mostraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) con cada uno de los bloques 1 a 5.

El comportamiento de las RC fue similar al Experimento RCOM. El análisis señaló diferencias entre los niveles de Características Espaciales ( $F(2,45) = 4.61$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .98$ ), contrastes simples ( $p < 0.05$ ) indicaron diferencias entre la condición CEN ( $M = 66.71\%$ ) y las otras dos: CEP ( $M = 75.76\%$ ) y CEC ( $M = 77.46\%$ ). Se observó también un efecto de Bloque ( $F(8,360) = 4.27$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .087$ ). Contrastes simples con referencia al bloque 9 ( $M = 76.06\%$ ) reportó diferencias significativas con los bloques 1 ( $M = 69.31\%$ ), 2 ( $M = 68.82\%$ ) y 3 ( $M = 72.67\%$ ).

El análisis del ÍAS no reportó diferencias significativas entre condiciones ( $F(2,45) = 2.98$ ,  $p = 0.06$ ) y contrastes simples sólo señalaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre la condición CEN ( $M = 22$  ms,  $DS = 43.76$ ), y las condiciones CEP ( $M = 66$  ms,  $DS = 47.31$ ) y CEC ( $M = 44$  ms,  $DS = 59.92$ ).

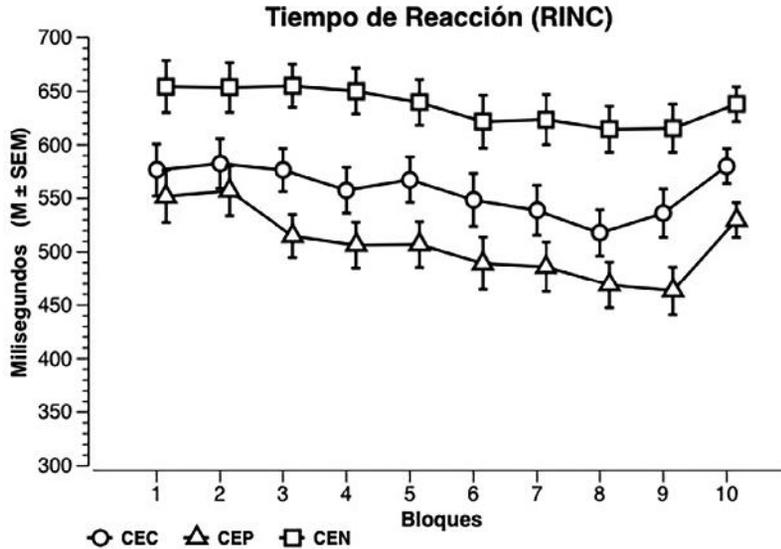


Figura 3. Promedio de las Medianas de TR durante la SRTT en los tres niveles de características espaciales (Completa, Parcial y Nula) cuando la respuesta fue Incompatible.

### Discusión

Las variables manipuladas en esta investigación fueron las Características Espaciales (CEC, CEP y CEN) asociadas con las secuencias de estímulos por una parte, y la correspondencia de la respuesta (RCOM, RINC) por la otra.

Se ha demostrado que la disminución progresiva de los TR durante una tarea de reacción serial es mayor en presencia de la secuencia que cuando los estímulos se presentan de forma aleatoria. En este último caso los TR se mantienen iguales o su disminución es mínima, apoyando así que la disminución no se debe exclusivamente a la práctica (Nissen & Bullemer, 1987, experimento 1). Más todavía, cuando en una SRTT se incluye un bloque aleatorio posterior a varios bloques secuenciales se incrementa el TR (Deroost & Soetens, 2006; Mayr, 1996; Nissen et al., 1989; Zarabozo, López, Aceves & Madera-Carrillo, 2014) y ese incremento ha sido denominado Índice de Aprendizaje Secuencial o Efecto de Transferencia que ha sido considerado por algunos autores "...la norma para medir el aprendizaje de la secuencia en una SRTT" (Schwarb & Schumacher, 2012). Así, los indicadores de la ocurrencia de aprendizaje secuencial más empleados en esta área de investigación son la disminución progresiva de los tiempos de reacción y el índice de aprendizaje secuencial.

En este trabajo observamos que los TR disminuyeron a lo largo de los bloques secuenciales en las condiciones CEC y CEP, tal como ha sido reportado en diversas investigaciones (Nissen & Bullemer, 1987; Nissen et al., 1989; Willingham et al., 2000; Aceves, 2013; Berriel, 2015); sin embargo en la condición CEN los TR se asemejaron más a los que se observan en bloques aleatorios (Nissen & Bullemer, 1987, experimento 1).

En cuanto a la correspondencia de la respuesta los resultados indicaron que los TR fueron menores en el Experimento RCOM en comparación con el Experimento RINC. Estas diferencias fueron evidentes en las condiciones en las que existieron Características Espaciales (CEC y CEP), sin embargo en la condición CEN no se observaron diferencias asociadas con la correspondencia de la respuesta. Estos resultados son semejantes a los de Deroost y Soetens (2006b) y pueden interpretarse de la misma manera: los TR son mayores cuando la respuesta es incompatible debido a que el proceso de selección de respuesta se retarda por la identificación del estímulo, aunque la selección de respuesta influye únicamente en la ejecución de la tarea (TR) y no en el aprendizaje de la secuencia.

El Índice de Aprendizaje Secuencial fue mayor cuando existieron características espaciales en las secuencias, independientemente de la correspondencia de la respuesta, y esos resultados concuerdan con los de Hartman et al., (1989) quienes propusieron que los componentes espaciales, en los estímulos o en las respuestas, podrían ser características estructurales que facilitan el aprendizaje de la secuencia. En un intento por unificar la interpretación de distintos resultados tanto conductuales como psicofisiológicos, Eimer et al. (1995) propusieron la existencia de dos rutas paralelas e independientes entre la percepción y la ejecución motora, una ruta directa que permite la activación automática de la respuesta si las características del estímulo y la respuesta se sobreponen, y una ruta indirecta cuando se requiere seleccionar una entre varias respuestas posibles dependientes de las características del estímulo. Estos autores sugieren que la información espacial parece ser procesada independientemente de la identificación del estímulo, lo cual podría ser el caso de la condición CEC en el experimento RCOM, en la cual el TR fue el mínimo y el Efecto de Transferencia fue el máximo.

Koch y Hoffman (2000) realizaron un conjunto de experimentos en los cuales exploraron distintas combinaciones de estructuras secuenciales (fáciles y difíciles), presentación de la secuencia (espacial y puntual), clases de respuesta (motriz y verbal) y correspondencia E-R (compatible e incompatible), además de manipular la dificultad de la secuencia que era de longitud considerable (24 elementos).

Ellos concluyeron que las características espaciales en los estímulos o en las respuestas son un factor importante para que ocurra el aprendizaje de la secuencia, y al igual que Mayr (1996) coinciden en que los sujetos son capaces de aprender secuencias de estímulos o de respuestas. Sin embargo consideramos que las múltiples combinaciones realizadas por estos autores no permiten determinar, al menos de forma clara, cómo son los efectos de las características espaciales sobre el aprendizaje de la secuencia.

Consideramos que el presente trabajo enriquece las aportaciones realizadas por los últimos autores mencionados, ya que observamos de forma particular que el aprendizaje es mayor ante secuencias espaciales sin importar la correspondencia con la respuesta, pero cuando dichas secuencias no presentan alguna característica espacial, aun cuando la secuencia fue la misma, el aprendizaje fue bajo o nulo. Este último aspecto nos lleva a cuestionarnos qué pasa con el aprendizaje cuando las secuencias son puntuales, si los mecanismos del aprendizaje son los mismos para todas las secuencias, y si las conclusiones sobre aprendizaje secuencial pueden generalizarse a todo tipo de secuencias, independientemente de si éstas son presentadas espacial o puntualmente.

Los datos obtenidos en la presente investigación revelan la importancia de las características espaciales para el aprendizaje de la secuencia. Consideramos importante seguir investigando los factores y mecanismos que influyen en el aprendizaje de las secuencias usando el modelo SRTT.

## **Referencias**

- Abrahamse, E. L., Jiménez, L., Verwey, W. B., & Clegg, B. a. (2010). Representing serial action and perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*(5), 603–623. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.5.603>
- Aceves, N. (2013). Potenciales Relacionados con Eventos como indicadores de Aprendizaje Secuencial (*Tesis de Maestría*). Universidad de Guadalajara. México.
- Berriel, P. (2015). Influencia del modo de presentación de los estímulos y de la longitud de la secuencia en el aprendizaje de patrones (*Tesis de Maestría*). Universidad de Guadalajara. México.
- Cleeremans, A., & Destrebecqz, A. (2003). Temporal effects in sequence learning. *Attention and Implicit Learning*, 181–213.

- Cohen, D. A., Ivry, R., & Keele, S. W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *J Exp Psychol*, 16(1), 17–30.
- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2009). Seeing and hearing in space and time: Effects of modality and presentation rate on implicit statistical learning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(4), 561–580. <https://doi.org/10.1080/09541440802097951>
- Deroost, N., & Soetens, E. (2006a). Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures. *Psychological Research*, 70(2), 88–102. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0196-3>
- Deroost, N., & Soetens, E. (2006b). The role of response selection in sequence learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(3), 449–56. <https://doi.org/10.1080/17470210500462684>
- Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (2001). Can sequence learning be implicit? *New evidence with the process dissociation procedure. Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 343–50. <https://doi.org/10.3758/BF03196171>
- Duncan, J. (1978). Response selection in spatial choice reaction: Further evidence against associative models. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30(3), 429–440. <https://doi.org/10.1080/00335557843000034>
- Eimer, M. (1995). Stimulus-response compatibility and automatic response activation: evidence from psychophysiological studies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(4), 837–854. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.4.837>
- Eimer, M., Goschke, T., Schlaghecken, F., & Stürmer, B. (1996). Explicit and implicit learning of event sequences: evidence from event-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(4), 970–987. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.4.970>
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS* (3rd ed.). London: SAGE Publications Ltd.
- Hartman, M., Knopman, D. S., & Mayr, M. J. (1989). Implicit learning of new verbal associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(6), 1070–1082. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1070>
- Hoffmann, J. K. I. (1997). Stimulus-response compatibility and sequential learning in the serial reaction time task, 60, 87–97.
- Jiménez, L., Méndez, C., & Cleeremans, A. (1996). Comparing direct and indirect measures of sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(4), 948–969. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.4.948>

- Keele, S. W., Jennings, P., Jones, S., Caulton, D., & Cohen, A. (1995). On the Modularity of Sequence Representation. *Journal of Motor Behavior*, 27(1), 17–30. <https://doi.org/10.1080/00222895.1995.9941696>
- Kelly, S. W., & Burton, A. M. (2001). Learning complex sequences: No role for observation? *Psychological Research*, 65(1), 15–23. <https://doi.org/10.1007/s004260000034>
- Koch, I., & Hoffmann, J. (2000). The role of stimulus-based and response-based spatial information in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(4), 863–882. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.26.4.863>
- Mayr, U. (1996). Spatial attention and implicit sequence learning: evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 22(2), 350–364.
- Nattkemper, D., & Prinz, W. (1997). Stimulus and response anticipation in a serial reaction task. *Psychological Research*, 60(October 1996), 98–112. <https://doi.org/10.1007/BF00419683>
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1–32. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8)
- Nissen, M. J., Willingham, D., & Hartman, M. (1989). Explicit and implicit remembering: When is learning preserved in amnesia? *Neuropsychologia*, 27(3), 341–352. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(89\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0028-3932(89)90023-7)
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy-Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Perruchet, P., Bigand, E., & Benoit-Gonin, F. (1997). The emergence of explicit knowledge during the early phase of learning in sequential reaction time tasks. *Psychological Research*, 60, 4–13. <https://doi.org/10.1007/BF00419676>
- Reber, A. S. (1989). Implicit Learning and Tacit Knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118(3), 219–235. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.118.3.219>
- Schlaghecken, F., Stürmer, B., & Eimer, M. (2000). Chunking processes in the learning of event sequences: electrophysiological indicators. *Memory & Cognition*, 28(5), 821–831. <https://doi.org/10.3758/BF03198417>

- Schumacher, E. H., & Schwarb, H. (2009). Parallel response selection disrupts sequence learning under dual-task conditions. *Journal of Experimental Psychology. General*, 138(2), 270–90. <https://doi.org/10.1037/a0015378>
- Schumacher, E. H., Schwarb, H., Lightman, E., & Hazeltine, E. (2011). Investigating the modality specificity of response selection using a temporal flanker task. *Psychological Research*, 75(6), 499–512. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0369-9>
- Schwarb, H., & Schumacher, E. H. (2012). Generalized lessons about sequence learning from the study of the serial reaction time task. *Advances in Cognitive Psychology / University of Finance and Management in Warsaw*, 8(2), 165–78. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0113-1>
- Stadler, M. A. (1992). Statistical Structure and Implicit Serial Learning, 18(2), 318–327.
- Willingham, D. B. (1999). Implicit motor sequence learning is not purely perceptual. *Memory & Cognition*, 27(3), 561–572. <https://doi.org/10.3758/BF03211549>
- Willingham, D. B., & Goedert-Eschmann, K. (1999). The relation between implicit and explicit learning: Evidence for parallel development. *Psychological Science*, 10(6), 531–534. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00201>
- Willingham, D. B., Wells, L. A., Farrell, J. M., & Stemwedel, M. E. (2000). Implicit motor sequence learning is represented in response locations. *Memory & Cognition*, 28(3), 366–375. <https://doi.org/10.3758/BF03198552>
- Zarabozo, D., López Alvarez, M, Aceves Ortega, N., & Madera-Carrillo, H. (2014). Aprendizaje secuencial en niños de 7 a 12 años de escuelas públicas y privadas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 14(1), 23-39.

## XII

# El estudio de la variabilidad conductual: implicaciones para escenarios aplicados

*Idania Zepeda Riveros*

Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA – CUCIÉNEGA

### **Resumen**

La variabilidad es una característica de la conducta que puede ser reforzada. Estudios experimentales han mostrado como la variabilidad puede ser controlada por reforzadores y estímulos discriminativos. La investigación con sujetos animales y humanos ha proporcionado información relevante que puede ser aplicada en distintas áreas: clínica, educativa, de la salud, etc. Diversos trastornos como el autismo, la depresión, el trastorno obsesivo-compulsivo se caracterizan por presentar niveles bajos de variabilidad, por el contrario, el trastorno por déficit de atención presenta niveles altos de variabilidad. De la misma manera conductas complejas como la creación artística y científica o la solución de problemas, requieren de una alta variabilidad. En este trabajo se describen algunos estudios que han evaluado los efectos de la variabilidad en diversas poblaciones con distintos niveles de variabilidad. Finalmente se sugiere la importancia de la investigación básica y aplicada, el estudio de algunas variables relevantes y su relación con trastornos con altos o bajos niveles de variabilidad.

Palabras clave: niveles de variabilidad conductual, investigación aplicada, humanos, trastornos.

Neuringer (2002) propuso que la variabilidad conductual puede ser considerada una dimensión más de la operante, además de la fuerza, la topografía, la duración, la ubicación, pues ésta puede ser reforzada y controlada por estímulos discriminativos. En un estudio inicial Page y Neuringer, (1985) programaron la entrega del

reforzador cuando la secuencia de picotear en dos teclas ubicadas a la izquierda (I) y derecha (D) de la cámara experimental era diferente en  $n$  secuencias previamente no reforzadas, por ejemplo, las secuencias IDIDIIDI, DDIIIIDD, IDIDDIDI, IDDIDIID, IIIIDDDD, eran seguidas de reforzador, si una secuencia se repetía, no se proporcionaba el reforzador. Con este procedimiento conocido como lag, los autores mostraron evidencia de que la variabilidad puede ser reforzada. Estudios posteriores han confirmado estos hallazgos (Neuringer, 1993; Denney y Neuringer, 1998; Cherot, Jones y Neuringer, 1996).

Actualmente se considera a la variabilidad y la estereotipia como parte de un continuo en el que podemos ubicar conductas altamente repetitivas en un extremo y altamente variadas en el otro (Neuringer, 2009). Stokes (1995) y Stokes y Balsam (2001) han señalado que todas las actividades que realizamos cotidianamente tienen un nivel habitual de variabilidad, por ejemplo, la ropa que elegimos para ir al trabajo o nuestra alimentación implican mayor variación, en cambio, seguir la ruta a casa o el lugar en el que guardamos las llaves al llegar y salir de ella son actividades mayormente repetitivas.

La variabilidad conductual puede entenderse como el número de formas diferentes en que algo puede hacerse (Stokes, Holtz, Massel, Carlis y Eisenberg, 2008). Por tanto, la variabilidad conductual es parte de un continuo en el que pueden identificarse dos extremos, uno de alta estereotipia y otro de máxima variabilidad, para éste último se ha planteado como máxima variabilidad la generación de respuestas al azar (Neuringer, 1986). Es posible que dentro de este continuo se observen niveles de menor y mayor variabilidad. De esta manera, las actividades que realizamos diariamente las llevamos a cabo con mayor o menor variabilidad, por lo que se realizan con un nivel habitual de variabilidad (Stokes, 1995).

El arte, la ciencia, la creación literaria, son ejemplos de variabilidad del comportamiento, mismos que son altamente deseables y apreciados debido a los beneficios sociales con que contribuyen, sin embargo, también podemos observar variabilidad en conductas que más bien impiden el desarrollo académico como la hiperactividad, o bien, conductas con niveles bajos de variabilidad que impiden la socialización, la realización de las actividades cotidianas como en la depresión, o en el trastorno obsesivo-compulsivo; el apremio por una rutina.

En el Manual Diagnóstico de los Trastornos Mentales (DSM-V) se describen trastornos en los que la variabilidad conductual es muy baja o no se presenta, es decir, conductas altamente repetitivas en trastornos como el autismo,

la depresión, el trastorno obsesivo-compulsivo, entre otros. Considerando que el estudio de la variabilidad conductual puede proporcionar elementos que ayuden a la comprensión e intervención en este tipo de problemas, se describen en lo siguiente algunos estudios y resultados sobre el tema.

### **Conducta creativa**

El arte ha sido una de las actividades humanas que ha sorprendido y sigue sorprendiendo por la multiplicidad de variaciones que podemos encontrar en ésta, se considera que al igual que la ciencia, son campos en los que la creación puede ser infinita. Una pregunta que intriga, es cómo las personas dedicadas al arte pueden lograr creaciones fantásticas. En la biografía de uno de los grandes creadores del siglo XX como Pablo Picasso, se menciona que durante su infancia para estimularlo, su padre le proporcionaba distintos materiales como tijeras, pinceles, palos, hojas de árboles, etc., con los que podía crear y experimentar; el resto de la historia ya es conocida. Picasso utilizaba múltiples objetos a los que daba usos fuera de lo común para la construcción de los portarretratos que construía y diseñaba para su hermana, actividad que le permitía ganar la atención de su familia y ser premiado por la diversidad, o podríamos decir por la variabilidad en sus creaciones. Picasso era un pintor extraordinario y no tardó en crear su propio estilo derivando en una corriente conocida como cubismo.

Un trabajo experimental que puede relacionarse con la producción de conductas creativas es el de Pryor, Haag y O'Reilly (1969). En este estudio titulado "La marsopa creativa: entrenamiento de nuevas conductas" se describió cómo estas marsopas parientes de los delfines, aprendían conductas nuevas jamás exhibidas, como girar y nadar de forma inusual. Las marsopas fueron reforzadas sólo cuando presentaban una conducta diferente, no observada con anterioridad.

Dos o más observadores registraban cualquier movimiento que no hubiese sido visto antes y que fuera lo suficientemente prolongado en tiempo y espacio para ser reforzado. A pesar de la irregularidad del programa de reforzamiento, los experimentadores encontraron que los sujetos mostraban nuevos comportamientos a los que llamaron creativos, lo que los llevo a proponer que la creatividad puede ser aprendida. Aunque este trabajo produjo muchas críticas sobre todo metodológicas, también inspiró muchos otros dirigidos a evaluar las condiciones en las que se emiten conductas nuevas y variadas.

Arsen (2000, citado en Neuringer, 2002) recientemente, reforzó interacciones variables con objetos novedosos. En este trabajo el criterio de reforzamiento

to estuvo determinado por el tipo de manipulación o acercamiento que tenía el animal respecto del objeto en la situación experimental, por ejemplo, entrar en una taza, rodar la taza, trepar la taza, etc. Los resultados mostraron que los sujetos que variaron su interacción con objetos nuevos en una situación de prueba fueron los sujetos en los que se reforzó la variabilidad, además se incrementó la exploración y manipulación.

Antes, Maltzman (1960) pidió a los participantes de su estudio que mencionaran usos originales de palabras que les eran leídas por el experimentador, mismas que se recompensaban con la palabra “bien”. Goetz y Baer (1973) reforzaron la producción de nuevas construcciones de bloques y Maloney y Hopkins (1973) y Glover y Gary (1976) de oraciones. En estos trabajos se proporcionaron instrucciones específicas a los participantes sobre la respuesta que debían de ejecutar, es decir, la respuesta que debían variar en cada ensayo. En todos los casos los autores concluyeron que era posible fomentar la variabilidad en este tipo de tareas.

El estudio de la variabilidad puede no ser suficiente para explicar la conducta creativa, incluso se ha argumentado que el reforzador más que producir variabilidad produce estereotipia o estereotipias complejas (Schwartz, 1980, 1982) que interfieren con la variabilidad de la conducta. La variabilidad no es la única característica que define a la conducta creativa, otras conductas como la curiosidad, la exploración, la experimentación (Janos & Robinson, 1985 citado en Stokes, 1999); la solución de problemas, la selección y reorganización de respuestas (Stokes, 2012), así como la novedad (Stokes, 1999) son conductas relacionadas con el comportamiento creativo. La variabilidad es importante, pero no suficiente para comprender la conducta creativa. Responder de manera diferente no implica responder de manera novedosa, “pero sin variación, la creatividad es baja” (Neuringer, 2002, p. 686).

Tres condiciones podrían ser exploradas en su relación con la variabilidad: 1) la experticia, esto es, el dominio de un área como facilitador de la variabilidad y creatividad; 2) los desafíos que presentan las tareas, entendidos éstos como un reto que debe de resolverse (Stokes, 1999) y 3) la variable temporal, es decir, el tiempo con que se dispone para proponer algo nuevo. Dos ejemplos pueden ilustrar lo anterior. Picasso a sus 16 años pintaba con tal precisión que podía replicar el trabajo de los maestros de su época, en su juventud creó su propio estilo llamado cubismo. Un segundo ejemplo puede ilustrarse con una práctica cotidiana en las universidades en las áreas relacionadas con el arte;

los estudiantes deben de elaborar una propuesta creativa en un corto lapso de tiempo, actividad que se conoce como repentinatas, y su objetivo es promover la creatividad.

### **Autismo**

Los Trastornos del Espectro Autista se caracterizan por conductas altamente estereotipadas, intereses restringidos, ausencia de socialización y comunicación. Los niños que presentan autismo, muestran poca variabilidad en repertorios verbales, sociales, en general, ausencia de conductas espontáneas.

Estudios experimentales han mostrado cómo personas con autismo tienden a repetir su respuesta y son incapaces de cambiarla, aun y cuando las contingencias se modifiquen. Baron-Cohen (1992) pidió a niños con autismo y niños con desarrollo típico sin diagnóstico clínico que escondieran una moneda en una de sus manos para que el experimentador adivinara su ubicación. Los niños con autismo presentaban un patrón predecible, en comparación con los niños controles que cambiaron con frecuencia la moneda entre ambas manos. Otros estudios (Rinehart, Bradshaw, Moss, Brereton, y Tonge, 2006; Williams, Moss, Bradshaw, Rinehart, 2002) también han reportado respuestas estereotipadas en la generación de números aleatorios en niños con autismo y Síndrome de Asperger.

Mullins y Rincover (1985) usando un programa de reforzamiento continuo (CRF) y razón fija (RF), reforzaron la elección entre cinco opciones de respuesta. Cada opción de respuesta estuvo asociada a un valor del programa: CRF, RF2, RF4, RF7 y RF11. Para proporcionar el reforzador bajo RF2, el niño debía de elegir en dos ocasiones la misma opción, por lo que en RF11 el reforzamiento se entregaba después de que el participante había elegido la opción 11 veces. Los resultados mostraron que los participantes del grupo control (niños sin ninguna alteración o trastorno) eligieron las cinco opciones al inicio del experimento y rápidamente aprendieron a elegir la opción que proporcionaba más reforzadores, mientras que los niños con autismo eligieron un número limitado de opciones y prefirieron una opción que no se reforzaba de manera continua. En este estudio se observó que la respuesta de los participantes con autismo es menos variable que la de los niños con desarrollo típico, lo que interfiere con la respuesta adaptativa. Otros trabajos también han informado sobre la persistencia en la selección del estímulo, conocido este fenómeno como sobreselectividad (Lovaas, Schreibman, Koegel & Rehm, 1971).

Algunos datos se han generado usando el programa *lag*<sup>1</sup> como procedimiento de reforzamiento directo de la variabilidad en el tratamiento de niños con autismo. Lee, McComas y Jawor (2002) usaron un procedimiento *lag* 1 para reforzar las variaciones verbales en una situación aplicada con niños con autismo; los participantes eran reforzados por responder de manera variada a diferentes preguntas de interacción social, el resultado fue el incremento en la variedad de respuestas a través de los ensayos en dos de los tres participantes. Susa y Schlinger (2012) trabajaron con un niño con autismo en la producción de nuevas respuestas verbales, mostrando que la variabilidad de la respuesta incrementa de acuerdo al requisito del *lag*. Murray y Healy (2013) confirmaron este resultado al incrementar el valor del *lag* y requerir mayor variabilidad en comparación con los estudios anteriores, en este estudio se inicio con *lag* 1, seguido de *lag* 2, 4, 6 y 8, obteniendo resultados favorables en niños con autismo.

Miller y Neuringer (2000) compararon la ejecución de niños con autismo, sin autismo y adultos en dos condiciones. Una condición en la que la variabilidad era requerida y reforzada directamente (VAR) y otra en la que la variabilidad no era requerida pero podía presentarse (PROB), ésta última fue reforzada con una probabilidad baja. Los datos mostraron que la variabilidad aumenta cuando es reforzada directamente en comparación con la condición que permite la variabilidad (PROB), estos datos corroboran otros estudios (Page y Neuringer, 1985; Ross y Neuringer, 2002) en los que se han usado programas YOKE<sup>2</sup> en grupos control. Si bien estos programas permiten la variabilidad, no producen un alto número de secuencias variadas como los programas *lag*. Los autores proponen que un comportamiento variable puede facilitar la adquisición de nuevas conductas o secuencias de conductas y que el reforzamiento directo de respuestas variables puede ayudar a generar respuestas que son difíciles de enseñar en niños con autismo, como el lenguaje.

Los estudios antes mencionados muestran cómo en los procedimientos experimentales con niños y jóvenes con autismo se presentan respuestas repetitivas en tareas programadas en una situación controlada, que emulan a su vez la poca va-

1 Los programas *lag* son usados frecuentemente para reforzar secuencias de respuestas, en estos debe determinarse el número de respuestas que formarán una secuencia y el número de secuencias que deberán ser distintas entre sí para proporcionar el reforzador, por ejemplo, una secuencia de dos respuestas en las teclas de la cámara experimental, una a la izquierda (I) y otra a la derecha (D) formarían una secuencia. Para proporcionar el reforzador podrían requerirse tres secuencias distintas entre sí, de esta manera estaríamos reforzando secuencias de respuesta con un *lag* 3.

2 El programa YOKE es un programa acoplado en el que se proporciona la misma frecuencia de reforzamiento que en un programa *lag*. En los programas YOKE, el criterio de variabilidad de secuencias de respuestas no es considerado.

riabilidad que muestran estos niños en sus ambientes cotidianos. No obstante, los tratamientos experimentales han mostrado cómo el reforzamiento de la variabilidad puede producir respuestas variadas de acuerdo a las contingencias en niños con autismo (Miller y Neuringer, 2000; Murray y Healy, 2013; Lee, McComas y Jawor, 2002; Rodríguez y Thompson, 2015).

### **Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad**

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) se distingue por un patrón de hiperactividad, inatención e impulsividad, es una psicopatología que se caracteriza por una alta variabilidad, pues dentro de los criterios diagnósticos (DSM-V) es importante distinguir la inconclusión de las actividades debido a los cambios constantes de comportamiento. La teoría del desarrollo dinámico del TDAH (Johansen, Killen y Sagvolden, 2007) propone que los procesos de reforzamiento y extinción se encuentran alterados, “la teoría ha esbozado cómo un gradiente de retardo de reforzamiento más pronunciado y una extinción deficiente pueden producir los síntomas conductuales del TDAH: inatención, hiperactividad e impulsividad, además de una mayor variabilidad del comportamiento que parece ser una característica del TDAH”.

Hunziker, Saldana y Neuringer (1996) usaron un modelo animal para el estudio de la variabilidad en el TDAH. En este modelo se trabaja con una rata hipertensa y se conoce como espontáneamente hipertensa (SHR). Es una cepa modificada genéticamente que muestra rasgos conductuales, neurobiológicos y genéticos relacionados con la sintomatología del TDAH en humanos, de manera general puede observarse mayor actividad y exploración, audacia, entendida ésta como una característica que se relaciona con la impulsividad, dificultades para el aprendizaje, mayor sensibilidad a la demora del reforzamiento y mayor variabilidad (Sagvolden, T., Russell, V., Aase, H., Johansen, E., y Farshbaf, M., 2005).

Los autores compararon ratas SHR y ratas control de la cepa Wistar-Kyoto (WKY). Ambas fueron expuestas a dos componentes uno en el que la variabilidad no era requerida y otro en el que se reforzaba la variabilidad bajo un programa lag. Un hallazgo interesante es que ambos grupos, control y experimental (WKY y SHR respectivamente) fueron igualmente variables, mostrando mayor sensibilidad a las contingencias los sujetos del grupo control. En un estudio previo (Mook y Neuringer, 1994) se obtuvieron resultados similares y posteriormente confirmados en un trabajo realizado con niños (Saldana y Neuringer, 1998), en este último se reforzó una respuesta variable en un juego en computadora. Los participantes

fueron niños con déficit de atención e hiperactividad, niños con niveles altos de agresividad y niños con desarrollo típico sin diagnóstico clínico. Los niveles de variabilidad fueron similares en todos los grupos, aunque en los niños con TDAH se presentaron respuestas cuando las contingencias no eran requeridas.

Estos trabajos muestran dos datos importantes: que la variabilidad puede ser entrenada en sujetos con características de TDAH, igual que en los sujetos sin rasgos del trastorno, y que la variabilidad puede observarse en otras respuestas o bien, en otras situaciones. En la mayoría de los trabajos sobre variabilidad, se han estudiado respuestas de tipo cognitivas más que motoras, una propuesta sería separar ambos tipos de respuestas: la variabilidad motora (Manoel y Connolly, 1995) de la variabilidad aprendida de secuencias de respuestas (Neuringer, 2002; Stokes et al., 2008), pues se ha reportado que la topografía influye en la variabilidad en una tarea de secuencias de respuesta con programas lag (Morgan y Neuringer, 1990). Por ejemplo, Zepeda y Martínez (2013) separaron ambos tipos de respuesta, programando de manera independiente la ubicación de un estímulo que aparece en la pantalla respecto de la tecla con que se selecciona dicho estímulo para reforzar variabilidad.

Si bien, ya se ha cuestionado la alternancia de respuestas y el reforzamiento de la variabilidad (Machado, 1989) como un problema que debate si verdaderamente se refuerza la variabilidad, sería recomendable considerarlo para futuras investigaciones, además de reconocer la evidencia a favor del reforzamiento de la variabilidad (Doughty y Galizio, 2015).

## **Depresión**

La depresión es un trastorno que se caracteriza por sentimientos de inutilidad, tristeza, culpa y desesperanza (DSM-V). Estos sentimientos y pensamientos se presentan de manera recurrente, son altamente repetitivos, pues las personas con este padecimiento tienen opciones limitadas para la solución de sus problemas, lo que los lleva en muchas ocasiones a la generación de ideas suicidas como única forma de resolver su problemática; además, un rasgo común es la expresión de un número restringido de actividades diarias. Los estudios experimentales han reportado datos en los que se muestra evidencia que en la solución de problemas hipotéticos mujeres con depresión producían menos alternativas en comparación con las mujeres que no sufrían de depresión (Lapp, Marinier y Pihl, 1982 citado Neuringer, 2002). Horne, Evans y Orne (1982) encontraron que las personas con depresión generan menos secuencias de números aleatorios.

Hopkinson y Neuringer (2003) estudiaron a alumnos de bachillerato que evaluaron con la escala del Centro de Estudios Epidemiológicos de Estados Unidos (CES-D) para identificar los niveles de depresión. Los participantes fueron divididos en dos grupos: uno considerado con depresión moderada y otro sin depresión. Los grupos fueron expuestos a contingencias altamente variadas y no variadas. La exposición a contingencias no variadas evidenció diferencias en las respuestas de ambos grupos, siendo los adolescentes con depresión menos variables que los controles, a pesar de ello, una vez concluido el reforzamiento directo de la variabilidad, el grupo con depresión mostró ejecuciones similares al grupo de comparación.

Al igual que en el Trastorno del espectro autista, la generación de respuestas variadas parece ser uno de los puntos a atender en poblaciones con depresión. La evidencia muestra como el reforzamiento directo de la variabilidad (Hopkinson y Neuringer, 2003) permite respuestas tan variables como las que muestran los participantes sin el padecimiento, sin embargo, hace falta investigación al respecto que considere los distintos grados de la depresión y otras variables que pueden influir en el trastorno, como la recurrencia de los síntomas, el tiempo que se ha mantenido la persistencia de ciertas conductas y las condiciones que mantienen la variabilidad, entre otras.

### **Otras conductas en el estudio de la variabilidad**

Algunos estudios han explorado el efecto de drogas sobre la variabilidad conductual (McElroy y Neuringer, 1990; Mook y Neuringer, 1994; Espinoza y Martínez, 2017). Se ha reportado que el alcohol interfiere con la respuesta variable; mientras que los sujetos que son entrenados en repetición se ven menos afectados en la respuesta repetitiva; los sujetos entrenados en variabilidad muestran mayor afectación y dificultad para cumplir con el criterio de variabilidad (McElroy y Neuringer, 1990; Espinoza y Martínez, 2016). También se ha descrito el efecto de estimulantes como la anfetamina en un modelo animal de déficit de atención e hiperactividad, encontrándose que el fármaco facilita el aprendizaje de respuestas repetitivas pero incrementa la variabilidad cuando este componente es entrenado (Mook y Neuringer, 1994).

El estudio del trastorno obsesivo-compulsivo (TOC) se ha centrado en la evaluación de la evitación como modelo del desarrollo de este padecimiento, pues se caracteriza por conductas ritualistas que pretenden evitar los daños potenciales de los que pueden ser víctimas las personas que presentan el TOC (Hassoulas, McHugh, Reed, 2013). Los rituales conductuales son conductas altamente este-

reotipadas, por lo que Hassoulas, McHugh, y Reed (2013) consideraron estudiar la respuesta estereotipada o variable y su relación con el aprendizaje de la evitación en personas con altos y bajos niveles de TOC.

En el Experimento 1 se estudio el aprendizaje de una respuesta de evitación mientras que en el Experimento 2, los autores entrenaron secuencias variadas y estereotipadas en ambos grupos. Se esperaba que los participantes con niveles altos de TOC presentaran respuestas estereotipadas fuera de la situación de evitación, sin embargo se encontró que ambos grupos mostraron sensibilidad a las contingencias, contrario a la suposición inicial el grupo con menores niveles de TOC mostró mayor número de respuestas repetitivas. En un tercer experimento se agregó un tono como estímulo aversivo a la tarea de variabilidad y repetición de secuencias, se encontró que la sensibilidad a las contingencias se perdió y los niveles de variabilidad fueron iguales durante el entrenamiento en estereotipia y variabilidad, los autores propusieron que este resultado confirma la predominancia de la evitación sobre las respuestas estereotipadas en el TOC, sin embargo, se requiere mayor investigación en el área para identificar la interacción de ambas variables.

Trabajos como los de Lee, McComas y Jawor (2002); Esch, Esch y Love, (2009) y Heldt y Schlinger (2012) muestran cómo puede incrementarse la conducta verbal usando programas de reforzamiento *lag*. Las dos primeras investigaciones (Lee, McComas y Jawor, 2002; Esch, Esch y Love, 2009) reportaron resultados favorables usando un *lag* 1, mientras que Heldt y Schlinger (2012) usaron un *lag* 3 para la emisión de tectos en niños con discapacidades del desarrollo. El uso de programas *lag* ha mostrado ser un procedimiento efectivo para el entrenamientos de la variabilidad en niños con autismo y otras discapacidades, sin embargo, los datos sobre el mantenimiento de la variabilidad no son halagadores, pues el mantenimiento es solo por periodos cortos.

### **Hallazgos generales en el estudio de la variabilidad: evidencias y procedimientos**

Ahora sabemos que hay algunas condiciones que favorecen la variabilidad: el reforzamiento directo (Page y Neuringer, 1985), la presencia de estímulos discriminativos que nos ayudan a identificar el momento en que es preciso emitir una respuesta diferente (Denney y Neuringer, 1998), el momento ya sea temprano o tardío en que se inicia el entrenamiento en variabilidad (Stokes y Balsam, 2001), las restricciones en la tarea, el número de opciones de respuesta y el conocimiento de la estrategia para resolver la tarea (Stokes y Harrison, 2002), la cantidad de variación requerida (Grunow y Neuringer, 2002), la extinción de una respues-

ta repetitiva, mientras se refuerza la variabilidad de otras respuestas (Neuringer, 1993), el tipo de respuesta (Manoel y Conolly, 1995), el mantenimiento de la respuesta (Stokes, et al. 2008), el tipo de programa de reforzamiento (Lee, et al. 2007), la historia de reforzamiento (Zepeda y Martínez, 2013) y la densidad de reforzamiento (Pérez, Martínez y Zepeda, 2016) son algunas de las condiciones que aumentan o disminuyen la variabilidad.

En los trabajos mencionados, en su mayoría emplearon programas lag para el reforzamiento de la variabilidad, sin embargo, en el estudio de la variabilidad conductual se han considerado dos aspectos relevantes: su aparición y su mantenimiento (Moreno & Hunzinker, 2008). La aparición se refiere a la variabilidad inducida por el programa de reforzamiento, en ésta, las contingencias programadas no están dirigidas a reforzar la variabilidad de la respuesta, pero se presenta. En la variabilidad inducida se considera que las condiciones programadas en una situación experimental como el tipo de programa de reforzamiento, la cantidad de reforzamiento, la periodicidad y la densidad e intermitencia producen variabilidad (Lee, Sturmey y Fields, 2007).

La extinción es un procedimiento que induce variabilidad (Antonitis, 1951); otros programas como el reforzamiento de tasas bajas (DRL, Bloguh, 1966), el reforzamiento diferencial de nuevas respuestas (Pryor, et al. 1969), los procedimientos de desvanecimiento, entrenamiento en comunicación, entrenamiento de respuesta pivote, covariación de respuestas (Lee, et al. 2007), o programas percentiles (Machado, 1989) son algunos procedimientos con los que se ha reportado variabilidad, sin embargo también pueden producir respuestas altamente estereotipadas pues la variabilidad de la conducta se presenta por periodos cortos dando paso a conductas altamente estereotipadas como sucede en la extinción.

Como lo describió Schwartz (1982), el reforzamiento puede producir estereotipia más que variabilidad, por lo que procedimientos como el reforzamiento diferencial de una respuesta blanco como se usa durante el moldeamiento por aproximaciones sucesivas, reduce la variación de respuestas con topografías distintas hasta llegar a seleccionar una respuesta altamente repetitiva. Es importante considerar estos aspectos para el trabajo con poblaciones que presentan bajos niveles de variabilidad.

Si bien la variabilidad reforzada directamente ha mostrado ser un procedimiento eficaz para producir variabilidad conductual en el laboratorio, es importante considerar el estudio de algunos aspectos de la variabilidad inducida que han quedado sin evidencia, por ejemplo, estudios sobre la hipótesis de la readquisición planteada por

Herrnstein (1961) y la de intermitencia de Schoenfeld (1968); en ambas se plantea la importancia del papel de la extinción en distintos momentos del proceso de reforzamiento, esta información contribuiría a la comprensión del TDAH y proporcionaría nuevos elementos para reducir los altos niveles de variabilidad en este trastorno. Ambas hipótesis no han sido probadas, por lo que falta investigación al respecto.

### **Conclusión**

Si bien para el análisis experimental de la conducta (AEC), el estudio de los diversos problemas que vivimos los humanos se fundamenta en las relaciones funcionales del comportamiento, y en este escrito se describen tipologías de las cuáles se aleja el AEC, no obstante intenta mostrar como desde la perspectiva experimental pueden estudiarse psicopatologías y otras condiciones para las que el diagnóstico está basado en la conducta.

La variabilidad conductual se ha relacionado generalmente con conductas productivas o socialmente deseables como la creatividad, la producción científica o la solución de problemas, entre otras. También podemos identificar variabilidad conductual, que más que beneficiar interfiere con el desarrollo personal como en algunos trastornos como el déficit de atención e hiperactividad, la depresión o el autismo, trastornos que se caracterizan por distintos niveles de variabilidad.

Los estudios sobre variabilidad conductual pueden tener implicaciones en el ámbito clínico para el tratamiento de distintos trastornos, en el escenario educativo para diseñar mejores estrategias de enseñanza que no sólo estén basadas en la repetición. La revisión de los trabajos aquí citados nos proporciona un panorama de la investigación que se ha realizado sobre el tema. Aún falta investigación básica y aplicada que permita ampliar la comprensión y el conocimiento para el tratamiento de los problemas planteados.

Algunas variables que no han sido exploradas y se consideran relevantes para la conducta humana son: el papel de las instrucciones (Martínez, 2001), la variable temporal como parte del requisito de respuesta y el mantenimiento de la respuesta después del retiro del reforzador y su transferencia. Además, resolver algunos problemas que se presentan en la literatura, por ejemplo, los efectos de la variabilidad entre distintas conductas, comparados con la variabilidad de respuestas de una misma clase, son elementos que ayudarían a la comprensión del problema y a la generación de nuevos tratamientos para escenarios aplicados, para poblaciones que no han sido estudiadas y no referidas dentro de esta exposición como el comer compulsivo o el Síndrome Down.

## Referencias

- Antonitis, J.J. (1951). Response variability in the white rat during condition, extinction and reconditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 42, 273-281.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Washington, DC: Author.
- Baron-Cohen, S. (1992). Out of sight or out of mind? Another look at deception in autism. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 33,1141-1155.
- Blough, D. (1966). The reinforcement of least frequency interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 581-591.
- Cherot, C., Jones, A., & Neuringer, A. (1996). Reinforced variability decreases with approach to reinforcers. *Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 497-508.
- Denney, J., y Neuringer, A. (1998). Behavioral variability is controlled by discriminative stimuli. *Animal, Learning and Behavior*, 26, 154-162.
- Doughty, A. y Galizio, A. (2015). Reinforced behavioral variability: working towards an understanding of its behavioral mechanisms. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 104, 252-273.
- Esch, J., Esch, B., y Love, J. (2009). Increasing Vocal Variability in Children with Autism Using a Lag Schedule of Reinforcement. *The Analysis of Verbal Behavior*, 25, 73-78.
- Espinoza, E. y Martínez, H. (2017). Auto-administración crónica de alcohol: efectos sobre la variabilidad y estereotipia en ratas. *Conductual, Revista Internacional de Interconductismo y Análisis de Conducta*, 5,17-33.
- Goetz, E. M., y Baer, D. M. (1973). Social control of form diversity and emergence of new forms in children's blockbuilding. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 209-217.
- Glover, J., y Gary, L. (1976). Procedures to increase some aspects of creativity. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 9, 79-84.
- Grunow, A., y Neuringer, A. (2002). Learning to vary and varying to learn. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 250-258.
- Hassoulas, A., McHugh,L., y Reed,P. (2013). Disorders avoidance and behavioural flexibility in obsessive compulsive disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 28, 148-156.
- Heldt, J. y Schlinger, H. (2012). Increased Variability in Tacting Under a Lag 3 Schedule of Reinforcement. *The Analysis of Verbal Behavior*, 28, 131-136.
- Herrnstein, R.J. (1961). Stereotypy and intermittent reinforcement. *Science*, 133, 2067-2069.

- Hopkinson, I., & Neuringer, A. (2003). Modifying behavioral variability in moderately depressed students. *Behavior Modification*, 27, 251-264.
- Horne, R., Evans, F., y Orne, M. (1982). Random number generation, psychopathology, and therapeutic change. *Archives of General Psychiatry*, 39, 680-683.
- Hunziker, M., Saldana, R., y Neuringer, A. (1996) Behavioral variability in SHR and WKY rats as a function of rearing environment and reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 129-144.
- Johansen, E., Killen, P. y Sagvolden, T. (2007). Behavioral variability, elimination of responses, and delay-of-reinforcement gradients in SHR and WKY rats. *Behavioral and Brain Functions*, 3:60.
- Lee, R. McComas, J., y Jawor, J. (2002). The effects of differential and lag reinforcement schedules on varied verbal responding by individuals with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35, 391-402.
- Lee, R., Sturmey, P., y Fields, L. (2007). Scheduled-induced and operant mechanisms that influence response variability: A review and implications for future investigations. *The Psychological Record*, 57, 429-455.
- Lovaas, I., Schreibman, L., Koegel, R., y Rehm, R. (1971). Selective responding by autistic children to multiple sensory input. *Journal of Abnormal Psychology*, 77, 211-222.
- Machado, A. (1989). Operant conditioning of behavioral variability using a percentile reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 155-166.
- Maloney, K., y Hopkins, B. (1973). The modification of sentence structure and its relationship to subjective judgements of creativity in writing. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 425-433.
- Maltzman, I. (1960). On the training of originality. *Psychological Review*, 67, 229-242.
- Manoel, E. y Connolly, K. (1995). Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, 19, 129-147.
- Martínez, H. (2001). Estudios sobre transferencia en comportamiento humano. En: G. Mares, y Y. Guevara (Eds.), *Psicología Interconductual: Avances en la Investigación Básica* (pp.37-58). México: UNAM.
- McElroy, E., y Neuringer, A. (1990). Effects of alcohol on reinforced repetitions and reinforced variations in rats. *Psychopharmacology*, 102, 49-55.
- Miller, N., y Neuringer, A. (2000). Reinforcing variability in adolescents with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 151-165.
- Mook, D. y Neuringer, A. (1994). Different effects of amphetamine on reinforced variations versus repetitions in spontaneously hypertensive rats (SHR). *Physiology and Behavior*, 56, 939-944.

- Moreno, R., y Hunziker, M. H. (2008). Behavioral variability: a unified notion and some criteria for experimental analysis. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 34, 135-145.
- Morgan, L. y Neuringer, A. (1990). Behavioral variability as a function of response topography and reinforcement contingency. *Animal Learning & Behavior*, 18, 257-263.
- Mullins, M., y Rincover, A. (1985). Comparing autistic and normal children along the dimensions of reinforcement maximization, stimulus sampling, and responsiveness to extinction. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 350-374.
- Murray, C., y Healy, O. (2013). Increasing response variability in children with autism spectrum disorder using lag schedules of reinforcement. *Research in Autism Spectrum Disorders* 7, 1481–1488.
- Neuringer, A. (1986). Can people behave “randomly?”: The role of feedback. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 62-75.
- Neuringer, A. (1993). Reinforced variation and selection. *Animal, Learning and Behavior*, 21, 83-91.
- Neuringer, A. (2002). Operant variability: evidence, functions, and theory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 672-705.
- Neuringer, A. (2009). Operant Variability and the Power of Reinforcement. *The Behavior Analyst Today*, 10, 319-342.
- Page, S., y Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 429-452.
- Pérez, S., Martínez, H. y Zepeda, I. (2016). La densidad de la retroalimentación como modulador de la variabilidad y estereotipia conductual en tareas de discriminación condicional en niños y jóvenes. *Conductual, Revista Internacional de Interconductismo y Análisis de Conducta*, 4, 175-195.
- Pryor, K., Haag, R., & O'Reilly, J. (1969). The creative porpoise: training for novel behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 653-661.
- Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Moss, S. A., Brereton, A. V., y Tonge, B. J. (2006). Pseudo-random number generation in children with high-functioning autism and Asperger's disorder: Further evidence for a dissociation in executive functioning? *Autism*, 10, 70–85.
- Rodríguez, N. y Thompson, R. (2015). Behavioral variability and autism spectrum disorders. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 1–21.
- Ross, C., y Neuringer, A. (2002). Reinforcement of variations and repetitions along three independent response dimensions. *Behavioural Processes*, 57, 199–209.

- Saldana, L., y Neuringer, A. (1998). Is instrumental variability abnormally high in children exhibiting ADHD and aggressive behavior? *Behavioural Brain Research*, *94*, 51-59.
- Sagvolden, T., Russell, V.A., Aase, H., Johansen, E.B., y Farshbaf, M. (2005). Rodent models of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biology Psychiatry*, *57*, 1239-1247.
- Schoenfeld, W. (1968). On the difference in resistance to extinction following regular and periodic reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *11*, 259-261.
- Schwartz, B. (1980). Development of complex stereotyped behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *33*, 153- 166.
- Schwartz, B. (1982). Failure to produce response variability with reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*, 171-181.
- Stokes, P. (1995). Learned variability. *Animal Learning & Behavior*, *23*, 164-176.
- Stokes, P. (1999). Learned variability: implications for creativity. *Creativity Research Journal*, *12*, 37-45.
- Stokes, P. (2012). Creativity and operant research: selection and reorganization of responses. En: M. Runco (Ed.) *The Creativity Research Handbook: Volume 2*, (pp. 147-171). New York: Hampton Press.
- Stokes, P., y Balsam, P. (2001). An optimal period for setting sustained variability levels. *Psychonomic Bulletin and Review*, *8*, 177-184.
- Stokes, P., y Harrison, H. (2002). Constraints have different concurrent effects and aftereffects on variability. *Journal of Experimental Psychology: General*, *131*, 552-566.
- Stokes, P. Holtz, D. Massel, T. Carlis, A. y Eisenberg, J. (2008). Sources in variability in children's problem solving. *The International Journal of Creativity and Problem Solving*, *18*, 49-67.
- Susa, C. L., y Schlinger, H.D. (2012). Using a lag schedule to increase variability of verbal responding in an individual with autism. *The Analysis of Verbal Behavior*, *28*, 125-130.
- Williams, M. A., Moss, S. A., Bradshaw, J. L., y Rinehart, N. J. (2002). Random number generation in autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *32*, 43- 47.
- Zepeda, I., & Martínez, H. (2013). Entrenamiento de variabilidad y estereotipia en una tarea de igualación de la muestra y efectos de recencia sobre la transferencia en humanos. *Conductual*, *1*, 51-71.

# XIII

## Algunas derivaciones empíricas del análisis de las interacciones didácticas

*Karla Fabiola Acuña Meléndrez, Juan José Irigoyen Morales  
y Miriam Yerith Jiménez*

Seminario *Interactum* de Análisis del Comportamiento  
UNIVERSIDAD DE SONORA

El presente capítulo pone a discusión algunas consideraciones sobre la planeación del proceso de enseñanza-aprendizaje de saberes científicos y su evaluación. En el desarrollo del documento presentamos una definición del concepto de Interacción Didáctica, así como algunos resultados de investigación los cuales tienen como eje rector el modelo de evaluación basado en esta noción. Dicha propuesta permite analizar los factores que probabilizan un desempeño pertinente y congruente, durante las trayectorias escolares. El modelo de evaluación propuesto (Jiménez, Irigoyen y Acuña, 2011) ha mostrado su utilidad no sólo para la investigación de las Interacciones Didácticas sino para generar tecnología a manera de interfaz que permita implementar una enseñanza más pertinente y eficaz (Moreno, Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2016).

Para formar a futuros agentes de cambio en lo científico y en lo tecnológico, en un escenario difícil de transformaciones en lo político, en lo económico y en lo social, encontramos acciones implementadas por instancias gubernamentales que se han llevado a cabo en los últimos años. En 2012 el Gobierno Federal inicio un proceso de reforma que presenta como aspecto nodal un Modelo Educativo para guiar la educación que se imparte en las escuelas públicas mexicanas de los niveles obligatorios (Educación Básica –EB- y Educación Media Superior –EMS-). En julio de 2016 se presenta la nueva Reforma Educativa y, por ende, un nuevo Modelo Educativo (como versión preliminar, sujeta a cambios). Dicha reforma plantea como principales objetivos: la *calidad* y la *equidad* para los mexicanos,

lo que significa que el Estado debe garantizar el acceso a la escuela a todos los niños, niñas y jóvenes –independientemente de su entorno socioeconómico, origen étnico o género–, además de que la educación que reciban les proporcione los aprendizajes y conocimientos significativos, relevantes y útiles para la vida:

“En el siglo XXI, el primer gran desafío del Sistema Educativo Nacional es mejorar la calidad de la educación, de manera que, como lo establece el Artículo 3ro constitucional, los materiales y métodos educativos, la organización escolar, la infraestructura educativa, y la idoneidad de los docentes y directivos garanticen el máximo logro de aprendizaje de los estudiantes. El bajo desempeño de la mayoría de los estudiantes mexicanos se ha evidenciado de manera reiterada en distintas pruebas, tanto nacionales (EXCALE/ENLACE/PLANEA) como Internacionales (PISA), lo que da cuenta de la magnitud del reto. El segundo gran desafío es reducir las desigualdades estructurales que persisten en el sistema educativo” (SEP, 2017, p. 42).

No obstante, ya se ha documentado previamente (Acuña, Irigoyen y Jiménez, 2011) que es insuficiente situar en el centro del debate de las políticas educativas la *calidad*, sin que se tenga una definición clara del término, y se precisen las estrategias a seguir para alcanzar ciertos estándares de eficacia. Lograr ciertos estándares de calidad, implica a nuestro juicio, reflexionar y explicitar el papel que deberán desempeñar los actores involucrados en el proceso educativo (gestores, administradores, profesores y estudiantes), especificando cuáles serían los indicadores de desempeño que deberían evaluarse en cada caso.

En cuanto a la *equidad*, si bien se subraya la necesidad de ampliar y brindar igualdad de oportunidades educativas de género, entre regiones, grupos sociales como indígenas, inmigrantes, así como a personas con necesidades educativas especiales, se visualiza un panorama complicado para dar respuestas a estas necesidades con un currículo universal (y homogéneo), por la misma diversidad cultural, ideológica y de habilitación competencial de los individuos en un país como México.

En este sentido, la planeación de espacios educativos se ha ocupado más en explicitar aspectos de tipo formal, dejando a un lado los aspectos sustanciales de la formación para la vida y eventualmente, para formar a los futuros científicos y tecnólogos que nuestro país requiere; una propuesta de revisión curricular para la concreción de las metas previstas deberá modificar tanto los aspectos normativos y de gestión institucional, como los sustantivos relacionados con una concepción

e implementación de las interacciones didácticas (Acuña, Jiménez e Irigoyen, 2010; Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2016).

Adicionalmente, a pesar de los esfuerzos por conformar una cultura de la evaluación en nuestro país que permita diagnosticar, regular y modificar los haceres en los distintos niveles analíticos de los procesos formativos; la información de los resultados obtenidos hasta el momento (Planea, 2016), no ha logrado orientarse de manera tal que modifique las prácticas relacionadas con la gestión escolar (aun cuando se han hecho inversiones importantes en infraestructura escolar), la evaluación y eventual acreditación de los programas o planes de estudio, los programas de apoyo y fortalecimiento a la docencia, inserción de nuevas tecnologías y todo lo que esto implica. Dar respuesta a las problemáticas derivadas en cada una de estas dimensiones, requiere de aproximaciones analíticas adecuadas que auspicien procesos de gestión institucional y formativos más eficaces.

Se reconoce que los criterios de política educativa, de gestión, administrativos e instruccionales deberán de ser congruentes con la concepción de lo que se pretende formar a nivel de conocimiento tanto técnico, como actitudinal y social. Sin pretender ser exhaustivos en las siguientes líneas discutiremos algunas de los lineamientos del nuevo Modelo Educativo (ME), los cuales servirán como punto de partida para plantear -desde una dimensión psicológica- los criterios que proponemos para la planeación e implementación de las interacciones didácticas en los diferentes espacios y niveles educativos.

Según lo plasmado en el ME (2016), se reorganizan los principales componentes del sistema educativo nacional para que los estudiantes logren los aprendizajes que el siglo XXI exige y puedan formarse integralmente, enfatizándose en el debate curricular y didáctico de éste, nociones como: a) la necesidad de incorporar aprendizaje colaborativo, b) la inclusión del trabajo entre pares, c) la planeación e implementación de un currículum flexible, d) la autorregulación del aprendizaje, e) el uso de las TIC para el aprendizaje, por mencionar algunos.

El cambio que se plantea está orientado a fortalecer el sentido y el significado de lo que se aprende. Se propone ensanchar y hacer más sólidos el “entendimiento” y la “comprensión” de los principios fundamentales, así como de las relaciones que los contenidos guardan entre sí. Asimismo, se sostiene la necesidad de desarrollar las capacidades de pensamiento crítico, análisis, razonamiento lógico y argumentación como indispensables para un aprendizaje “profundo” que permita trasladarlo a las diversas situaciones de vida, para resolver problemas emergentes.

A la planeación de espacios educativos necesariamente le subyace una noción (explícita o implícita) acerca de la naturaleza del individuo y de qué, cómo y bajo qué circunstancias este aprende. En el ME por ejemplo, no se especifican cuáles son los supuestos teóricos en que se fundamenta la propuesta; en el planteamiento pedagógico se habla de un enfoque humanista, pero hasta ahí, no se deja clara nada más: “Partiendo de un enfoque humanista y tomando en cuenta los avances de las ciencias de la educación, la presente propuesta describe las principales características del currículo. Este habrá de servir para orientar y encauzar los esfuerzos de los maestros, padres de familia, estudiantes, autoridades educativas y de la sociedad en su conjunto a fin de asegurar el logro de los fines de la educación” (SEP, 2016, p. 39).

Siguiendo a los expertos en el área y su discusión en torno al nuevo ME, autores como Díaz-Barriga (2017 en Casanova, Díaz-Barriga, Loyo, Rodríguez y Rueda, 2017) advierten: “El nuevo modelo recupera la lógica de la “pedagogía eficientista”, un movimiento estadounidense el cual considera que los resultados de aprendizaje de los alumnos son consecuencia directa del quehacer del maestro, sin tomar en cuenta otros factores. No obstante, es evidente que hay adversidades que el maestro puede afrontar y hay otras que lo rebasan por completo. Por eso creo que el modelo educativo quiere un “maestro Superman”: un profesional todopoderoso que venza los obstáculos del aprendizaje, de la formación socio-emocional y de la formación ciudadana: que pueda trabajar con la diversidad emocional y de desarrollo personal de los alumnos, sin importar el contexto socioeconómico ni las diferentes culturas” (p. 197). Estas ideas nos ponen de manifiesto el carácter multidimensional de la educación, y que sólo articulándose política educativa con trabajo interdisciplinario y replanteándose el papel que juegan cada uno de los agentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se podrá dar respuesta a las tantas necesidades que se configuran en este ámbito.

No podemos soslayar que, en el ámbito educativo en general, pero sobre todo en el discurso pedagógico actual, se continúa con la herencia de la filosofía racionalista que ha mantenido la división del individuo en dos entidades: la mente y el cuerpo, lo cual supone que el individuo es el agente activo, sujeto que realiza la adaptación al entorno, y en muchos casos al que le atribuyen capacidades o disposiciones (heredadas) hacia el aprendizaje, concibiéndose el desarrollo psicológico como una sinergia entre procesos de maduración y aprendizaje. En este orden de ideas, Piaget (1976) señala: “Toda explicación psicológica acaba tarde o temprano apoyándose en la biología o en la lógica -o en la sociología, aunque ésta también

acaba, a su vez, en la misma alternativa-” (p. 13). Por su parte, Wallon (1976) a la hora de definir la evolución infantil contraponen factores biológicos y sociales, sobreponiendo en el comportamiento psicológico la aplicación de un modelo biologicista que lleva a concebir el desarrollo individual como un reflejo de la historia de la especie humana: “La influencia que puede ejercer en la sociedad presupone en el individuo un cúmulo de aptitudes claramente diferenciadas y formadas como manifestación propia de la especie. Así pues, en el niño, se contraponen y complementan mutuamente factores de origen biológico y social” (p. 31). Desde un enfoque humanista el desarrollo es como: “un proceso de transformación, no una entidad fija y estática, un río que fluye, no un bloque de materia sólida; una constelación de potencialidades en permanente cambio, no un conjunto definido de rasgos o características” (Rogers, 1992, p. 115).

Desde el punto de vista que sostenemos en este manuscrito, el *desarrollo psicológico* se concibe como: “la interacción histórica de las capacidades conductuales en el transcurso del tiempo, en el que las competencias conductuales adquiridas progresivamente se convierten en la condición necesaria para el desarrollo ulterior de nuevas competencias conductuales” (Ribes, 1993, p. 276). Así, el desarrollo psicológico en el ser humano constituye un proceso progresivo en el que se adquieren, a partir de y mediado a través del lenguaje, las diversas habilidades, competencias y cogniciones que posibilitan a cada individuo interactuar y ajustarse de manera apropiada a su medio convencional y cultural. Las cosas no están “ahí” son cosas que adquieren un valor funcional en la medida en que nos relacionamos con ellas y que cobran sentido como práctica compartida por un grupo social de referencia.

Estas definiciones de *desarrollo psicológico* con matices tan distintos pueden deberse a que, en la evolución de la construcción del objeto de estudio de lo psicológico, encontramos mezcladas concepciones científicas y precientíficas con respecto a la conformación de la disciplina<sup>1</sup>. Ideas, creencias asociadas a diferentes culturas e ideologías han permeado en el ámbito de las Teorías Psicológicas, las cuales siguen vigentes en el discurso psicopedagógico, y continúan permeando el discurso político educativo nacional y el de la formación profesional de los docentes, reflejándose como implicación una manera de pensar y hacer en el aula.

---

<sup>1</sup> Cuando se realiza un análisis de las teorías psicológicas vigentes éstas no son aproximaciones nuevas a los datos, sino que son reconstrucciones en cierta forma modificadas o con nuevos nominativos de las teorías mentalistas (Kantor, citado en Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2010).

A nivel de discurso, se retoma la necesidad de que disciplinas como la Psicología tengan una relación indisociable con el ámbito de la educación, o cuando menos a nivel de discurso político educativo así se sugiere: “La política educativa no puede ser ajena a los avances en la comprensión de cómo ocurre el aprendizaje” (SEP, 2016, p. 30), sin embargo, en la práctica cotidiana y en la aplicación de los métodos y técnicas pedagógicas es donde se hace evidente esta casi total separación. Citando en extenso el documento de la propuesta curricular (2016): “En ese sentido es indispensable observar cómo a lo largo del Siglo XX se desarrollaron diversas concepciones del aprendizaje, que tuvieron mayor o menor impacto en las teorías de la educación y en las prácticas de enseñanza. Probablemente los cambios más relevantes sean el cuestionamiento al enfoque conductista, dominante en las primeras décadas del siglo pasado, y a su visión pasiva de la adquisición del conocimiento; además, el advenimiento de la psicología cognitiva, que destaca la actividad del aprendiz en el proceso de construir el conocimiento. También surgió la mirada constructivista que planteó la necesidad de explorar nuevas formas de enseñanza que no siempre se han visto reflejadas en las aulas” (p. 30).

Abonando a esta discusión, Ibáñez (2013) sostiene que: “Existe también cierto desdén y crítica poco fundamentada de pedagogos y maestros a ciertas propuestas educativas de los psicólogos, en especial cuando éstas se hacen desde determinados paradigmas como el conductismo. Una posible explicación de estos prejuicios sería la importancia de los procesos sociológicos, políticos y económicos que conlleva la práctica educativa, factores que podrían disponer a los pedagogos y a los maestros a favor o en contra de determinados enfoques” (p. 12).

En este sentido, creemos que el análisis del comportamiento psicológico en escenarios como el educativo, ha padecido una serie de errores sobre la propia naturaleza de lo que en esos escenarios ocurre y sobre la creencia del quehacer del psicólogo en este ámbito de aplicación. Esto se debe fundamentalmente a dos grandes razones: a) las vinculadas al interior de la disciplina psicológica y b) las que tienen relación con las condiciones sociales en que se ubica el trabajo de los psicólogos (Ibáñez, 2013; León, Morales, Silva y Carpio, 2011).

En cuanto a la primera, puede atribuírsele a que la Psicología no constituye un campo homogéneo de conocimiento teórico, debido a su condición de lo que algunos autores denominan como ciencia pre-paradigmática (Kuhn, 2013) o multiparadigmática (Ribes, 2004). En cuanto a la segunda, la escasa correspondencia entre el objeto de estudio, el nivel de análisis con la metodología utilizada para su

investigación y su eventual aplicación del conocimiento psicológico a los diferentes escenarios sociales (Díaz-González y Carpio, 1996).

Carpio, Canales, Morales, Arroyo y Silva (2007) y Ribes (1990) comentan que lo anterior ha traído consigo ciertos problemas, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: a) la confusión del objeto de estudio con el de otras disciplinas, haciendo equiparables lo psicológico con lo biológico o lo social, que en muchas ocasiones deriva en modelos biológicos y sociológicos, para dar cuenta de lo psicológico; b) la ausencia de un lenguaje propio que permita referirse convencionalmente a los factores y procesos que conforman lo psicológico como dimensión analítica, lo que resulta en el planteamiento de categorías poco pertinentes para el análisis, y por ende, una confusión conceptual al trasladar términos del lenguaje ordinario al psicológico –p.ej. inteligencia, pensamiento, creatividad, competencia-, sin un tratamiento conceptual previo.

Sería importante enfatizar que no toda propuesta teórica psicológica, cuenta con una teoría de proceso que permita dar cuenta de los cambios cuantitativos y cualitativos del individuo en interacción con su medio, cambios que en escenarios como el educativo, permitan monitorear cómo el individuo se va ajustando a los criterios o requerimientos establecidos en los objetivos de aprendizaje a lo largo de las trayectorias escolares para cada nivel de formación.

Caracterizar cómo los estudiantes van logrando cambios progresivos y ajustes efectivos ante los diferentes materiales de estudio u objetos referentes, requiere de una Teoría de Proceso que permita dar cuenta del desarrollo competencial del estudiante, para a partir de ello poder planear las secuencias didácticas con una estructura lógica y congruente. Ribes (2008) formuló una propuesta para la planeación de competencias considerando a la escuela como el ámbito social para el desarrollo psicológico y el aprendizaje de competencias de conocimiento y de vida para instruir, educar y formar de manera plural a los educandos. Para dicha propuesta el autor retoma los siguientes elementos: a) los dominios de conocimiento (histórico-social, geo-biológico, físico-químico, lingüístico, matemático, artístico, educación corporal; b) los aspectos psicológicos a considerar en el aprendizaje (niveles de aptitud funcional y las habilidades que constituyen las competencias, así como el modo lingüístico involucrado –hablar, leer, escribir-; c) los dominios que delimitan las competencias de vida (comunicación, participación social, salud, pro-ambiental, tiempo libre, técnico-práctico y supervivencia); d) los criterios y modos de conocimiento (tecnológico, científico, ordinario, artístico, religioso, formal); y e) los criterios y modos de vida significativos (individual, interpersonal, comunal).

La planeación bajo esta lógica recupera los factores que determinan las circunstancias funcionales pertinentes que podrán configurar las situaciones criterio de enseñanza, interconectándose dominio de conocimiento, objetivo instruccional, estrategia didáctica y de estudio, así como los materiales referentes y sus posibles variaciones.

Volviendo al ME, este propone el desarrollo de las capacidades de pensamiento crítico, análisis, razonamiento lógico y argumentación que, si bien son indispensables para un aprendizaje con posibilidades de transferencia a las diversas situaciones para resolver nuevos problemas, no señala de manera precisa como concretarlo. En la propuesta descrita anteriormente (Ribes, 2008) se identifican los logros en términos de resultados o productos y los criterios de complejidad que deberán satisfacerse, pero además la posibilidad de ir graduando el requerimiento a partir del criterio de ajuste, tarea involucrada y modo lingüístico.

Cuando revisamos la lógica con la que han quedado explicitados los logros por nivel educativo en los planes y programas de estudio del nuevo ME, no encontramos una estructura teórica que establezca una lógica de inclusividad competencial; analizando su estructura hay saltos cuantitativos y cualitativos de un nivel a otro, como si el simple hecho del paso del tiempo habilitara a los estudiantes para el cumplimiento de esos logros.

El plasmar el perfil de egreso por nivel educativo en términos de logros o resultados constituye un buen intento para la consecución de metas y objetivos específicos por cada nivel formativo; pero consideramos resulta insuficiente sino se describen de manera clara, las situaciones idóneas y las estrategias de enseñanza y de estudio, o lo que denominaríamos planeación y operación de interacciones didácticas idóneas y efectivas requeridas para la consecución de dichos logros.

A manera de ejemplo en la Tabla 1 se muestra uno de los ámbitos que se plantean en el ME: Desarrollo físico y emocional (versión Modelo Educativo, 2016); Atención al cuerpo y a la salud (versión Modelo Educativo, 2017), en este sentido quisiéramos hacer algunas precisiones al respecto.

Tabla 1. Perfil de egreso del estudiante por cada nivel educativo (tomado SEP, 2016; 2017; p. 50).

Logros esperados por cada nivel educativo				
Ámbitos	Al término del preescolar	Al término de la primaria	Al término de la secundaria	Al término de la educación media superior
Desarrollo físico y emocional (SEP, 2016)	Tiene autoestima, controla sus movimientos en juegos y actividades físicas y desarrolla hábitos saludables.	Identifica y autorregula sus emociones, hace ejercicio físico y cuida su salud.	Conoce sus fortalezas, debilidades y capacidades, reflexiona sobre sus propios actos, es empático y construye vínculos afectivos, se mantiene sano y activo, y tiene una orientación vocacional.	Es consciente, determinado y persistente, tiene capacidad de afrontar la adversidad, cultiva relaciones interpersonales sanas, cuida su salud física y mental, maneja sus emociones y tiene la capacidad de construir un proyecto de vida con metas personales.
Atención al cuerpo y a la salud (SEP, 2017)	Identifica sus rasgos y cualidades físicas y reconoce las de otros. Realiza actividad física a partir del juego motor y sabe que es bueno para la salud.	Reconoce su cuerpo. Resuelve retos y desafíos mediante el uso creativo de sus habilidades corporales. Toma decisiones informadas sobre su higiene y alimentación. Participa en situaciones de juego y actividad física, procurando la convivencia sana y pacífica.	Activa sus habilidades corporales y las adapta a distintas situaciones que se afrontan en el juego y el deporte escolar. Adopta un enfoque preventivo al identificar las ventajas de cuidar su cuerpo, tener una alimentación correcta y practicar actividad física con regularidad.	Asume el compromiso de mantener su cuerpo sano, tanto en lo que toca a su salud física como mental. Evita conductas y prácticas de riesgo para favorecer un estilo de vida activo y saludable.

En la Tabla 1 se muestra la propuesta del ME en relación a logros por nivel educativo del ámbito de desarrollo físico y emocional y atención al cuerpo y a la salud, pero algunos de los descriptores de “logro” no se expresan en relación con la actividad del estudiante, por ejemplo, para el término del preescolar versión 2016 (segunda columna) es: “Tiene autoestima, controla sus movimientos en juegos y actividades físicas y desarrolla hábitos saludables”, en el caso de los logros al término de la primaria están redactados de manera diferente (tercer columna): “Identifica y autorregula sus emociones, hace ejercicio físico y cuida su salud”. Para la versión 2017, la descripción mantiene las mismas inconsistencias, para el término de preescolar se señala que el logro (segunda columna) es: “Identifica sus rasgos y cualidad y reconoce las de otros”; para el término de la secundaria se prescribe como logro (cuarta columna): “Activa sus habilidades

corporales y las adapta a las distintas situaciones que se afrontan en el juego y en el deporte”.

Los términos de logro en la mayoría de los casos sugieren o indican resultados o productos, no obstante, aunque los términos de logro se expresen en la mayor parte del tiempo como verbos, no todos esos verbos describen actividades propiamente dichas, tal es el caso de los conceptos de aprender y enseñar. En este sentido, Ribes (2002) señala: “un error conceptual es suponer que los verbos que expresan logros denotan en realidad actividades intrínsecas o inherentes a dichos logros. Las actividades relacionadas con la consecución de logros son siempre descritas o denotadas por verbos que constituyen categorías de acción y ocurrencia. Las acciones u ocurrencias constituyen siempre acontecimientos directamente observables como tales, y su aplicación ocurre con base en criterios de ostensividad, es decir, pueden ser señalados” (p. 6).

Aprender, por ejemplo, no describe ningún tipo de acción o actividad especial, observable u oculta; más bien denota que se ha logrado cumplir con un criterio de logro (hablar, escribir, leer) el cual quizá consista en la realización de un tipo de actividad con un determinado grado de pericia. Lo mismo ocurre con el término enseñar en donde se despliegan un sin fin de actividades para conseguir que el estudiante aprenda (evaluar, ejemplificar, modelar, retroalimentar, entre otros).

En la Tabla 6 se observa que en algunos casos los logros están redactados en términos de una idea subyacente vinculada con el fomento de la expresión de las capacidades innatas de los educandos, por ejemplo, el logro esperado para el nivel de preescolar es “tiene autoestima”, el cual está referido bajo una lógica más de capacidades, como algo que el niño ya tiene, y no como algo que debe construir o aprender. Las categorías de logro, utilizadas de manera pertinente, deberían de explicitar cual es la actividad o desempeño que se quiere conseguir, y por ende, la circunstancia funcional en donde ese desempeño deberá exhibirse (como logro esperado). La manera en cómo está enunciado el logro al término de la secundaria -cuarta columna- (“activa sus habilidades corporales...”) parecería que depende de la expresión de las capacidades innatas que son inherentes al individuo, y esta idea creemos nos coloca en una situación complicada y fatalista, en donde si el estudiante no posee las habilidades, no existe la posibilidad de su generación o auspicio; para el término de la primaria, la redacción cambia y parecen depender más de la habilitación competencial del individuo como de las estrategias didácticas para auspiciarlas.

Por su parte, Varela (2004) hace una propuesta a la educación extracurricular basada en los modos lingüísticos, en donde se les otorga un valor distinto a las habilidades involucradas, y por lo tanto, a su integración con otras habilidades y competencias de otros dominios de conocimiento; basándose en una idea más integradora que parte de una propuesta de desarrollo funcional del comportamiento. El autor señala que el concepto que se tenga de la educación física y la del arte, determina el punto de partida para la planeación curricular de este tipo de espacios educativos, en sus palabras: “una redefinición conceptual de la educación intelectual implica también la transformación del concepto de la educación física y la del arte y tener entonces un punto de partida en la toma de decisiones curriculares. En general para la educación física y artística se observan dos vertientes. Una de ellas asume que la habilidad físico-deportiva y la artística son expresión del talento, propias de un individuo excepcional o de un genio creador. Otra vertiente concibe que la creación de una obra maestra o una proeza deportiva depende tanto del individuo como de las estrategias didácticas empleadas, destinadas a la formación de artistas y deportistas” (pp. 43 y 44).

A nivel de discurso planteado en las diferentes versiones de los Modelos Educativos (SEP, 2016; SEP, 2017) se muestra una “creencia” en la teoría del talento artístico y habilidades físicas innatas, como aquellas capacidades contenidas en el individuo que lo hacen poder llevar a cabo la solución de una situación problema. Una idea opuesta a estas versiones innatistas y que son las planteadas a lo largo de este documento, es que estos repertorios tanto prácticos como teóricos (p.ej. ejercitarse para cuidar la salud y saber qué es lo que se tiene que hacer para hacerlo de manera pertinente), deben considerarse como producto de un proceso en el cual el practicante o aprendiz se basa en experiencias y conocimientos previos, ejercita habilidades prácticas y teóricas en relación a los materiales y nociones propias del área.

Lo que queremos enfatizar al presentar estos ejemplos, es que toda propuesta de planeación didáctica está anclada a una lógica teórica (se reconozca o no) y como consecuencia, explicitará ciertas maneras de decir y hacer, así como la imposición de criterios evaluativos en la planeación e implementación de las interacciones didácticas.

Es importante mencionar que a mayor claridad y congruencia en el planteamiento teórico vinculado a los agentes del proceso de enseñanza-aprendizaje (p.ej. docente y estudiante), y a los contextos o escenarios en donde acontecen dichas interacciones (p.ej. instituciones educativas) mayor será la posibilidad tec-

nológica y operativa de la misma. De ahí que sea relevante retomar una propuesta sólida que permita plantear los diferentes criterios de eficacia tanto para el agente que enseña como para el agente que aprende.

En las siguientes líneas presentamos una aproximación conceptual y metodológica en torno a la planeación de las interacciones didácticas, la cual se sustenta en un marco teórico general (como propuesta de desarrollo funcional), que permite planear las prácticas educativas considerando los diferentes desempeños efectivos y variados que deberán establecerse, así como las condiciones idóneas para lograrlo (Irigoyen, et al 2016).

### **Análisis de las interacciones didácticas: algunos resultados de investigación**

El acercamiento conceptual y metodológico a la dimensión de lo psicológico en los diferentes espacios sociales, debe corresponderse con los supuestos básicos que se reconocen en una teoría de proceso. Kantor (1980) en este sentido habla de un sistema comprensivo, por tratarse aparentemente de un conjunto de postulados y reglas operacionales que guían su aplicación en distintos campos sociales, como la educación, la salud, las organizaciones humanas, etc.

La aproximación de la que partimos en este manuscrito, es el modelo de campo propuesto por J.R. Kantor (1980), que define como el objeto de estudio de lo psicológico las interacciones recíprocas entre el organismo y los eventos medio ambientales, por lo que ninguno de los elementos determina uncausalmente la dirección que ha de tomar la interacción o su reorganización. Desde esta postura se asume que las interacciones entre un organismo y su medio ambiente evolucionan ontogenéticamente y se estructuran en niveles de complejidad creciente.

Toda vez que el análisis de los procesos educativos puede abordarse desde distintas dimensiones con diferentes enfoques disciplinares (político, económico, pedagógico, psicológico, biológico y didáctico), es necesario contar con la claridad teórica (unidad de análisis) respecto a lo que se estudia en estos escenarios o contextos sociales. La noción de la que partimos entonces es, de que en su dimensión psicológica se conforma por interacciones mutuas entre uno o más individuos y los objetos o eventos ambientales que suceden en ese contexto específico. De esta manera, nuestra unidad analítica de los procesos de enseñanza-aprendizaje es la noción de *Interacción Didáctica*, la cual es definible como el intercambio recíproco entre individuos –docente, estudiante- y los objetos, eventos o situaciones referentes, en condiciones delimitadas por el dominio disciplinar.

Lo Psicológico se define entonces teóricamente y no por criterios sociales, por lo que, contar con una teoría de proceso general otorga mayor cobertura del tipo de eventos que se identifican como propios, permitiendo así, la identificación y análisis de lo psicológico de una manera más congruente y coherente.

En esta lógica, la planeación de los espacios educativos se fundamenta en referencia a criterios de aprendizaje y no de enseñanza, considerando siempre las habilidades y competencias (en las diferentes modalidades lingüísticas) a auspiciarse como un saber funcional para el estudiante, en una relación de coherencia con los criterios de la disciplina formativa y las demandas que el entorno social establece (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2007).

Bajo estas nociones se formuló un modelo para analizar los diferentes elementos que pueden caracterizarse en la planeación, implementación y evaluación de las interacciones didácticas (Jiménez, et al, 2011), la propuesta se representa en la Figura 1. El modelo explicita que los criterios a considerar en una situación de evaluación, son cuando menos: a) los juegos de lenguaje que correspondan al dominio disciplinar; b) la modalidad lingüística del desempeño; c) la forma en que tuvo lugar el aprendizaje (declarativo o actuativo); d) la naturaleza de los objetos referentes (físicos o sustitutos); e) el tipo de arreglo contingencial (cerrado, abierto); y f) los criterios de tarea y su nivel funcional (criterio de logro).

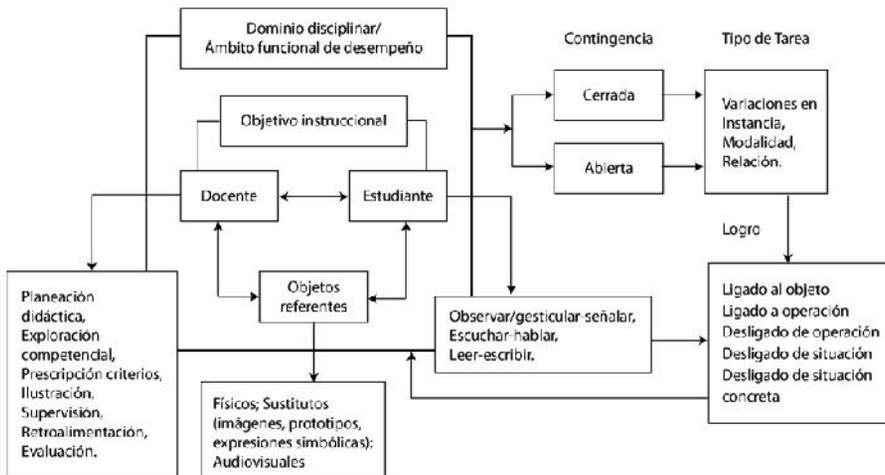


Figura 1. Representa los elementos mínimos necesarios para el diseño de una situación de evaluación (tomado de Jiménez, et al. 2011, p. 164).

En esta propuesta, los criterios de valoración del desempeño, y por ende, de efectividad, pertinencia y variabilidad, tanto del docente como del aprendiz están delineados por los objetivos instruccionales y por los criterios del dominio disciplinar, los cuáles se expresan en el currículo académico, y en los planes y programas de estudio. Dichos criterios determinan qué se debe hacer y decir, y en qué circunstancias ese comportamiento adquiere sentido.

El dominio disciplinar determina el tipo de fenómenos a estudiar, como hechos teóricos, y por lo tanto, delinea el tipo de saberes (teórico y operacionales) que cobran sentido o relevancia funcional para el que enseña y el que aprende. Para Carpio, Pacheco, Canales y Flores (1998) el dominio disciplinar refiere a los productos lingüísticos a partir de los cuales se establecen las condiciones criterio (en términos de instancias, acciones, relaciones, reglas) en las que ocurre el desempeño efectivo tanto del docente como del estudiante.

Padilla (2006) deja entrever de manera muy clara como la dominancia categorial prescribe lo que veo y analizo como realidad. La autora llevó a cabo un estudio con el propósito de caracterizar si el tipo de competencias que se ejercitan están determinadas por la teoría. Para lograrlo estudiantes de bachillerato fueron expuestos a la lectura de textos científicos y videofilmaciones, para posteriormente ser evaluados con una serie de tareas: contestar un cuestionario, re-escribir con sus propias palabras el material leído (paráfrasis), elaborar un diseño experimental, realizar un experimento, escribir un reporte experimental y presentar de forma oral el reporte elaborado. Los resultados mostraron que cada uno de los estudiantes exhibieron competencias diferentes en función de la estructura teórica a la que habían sido expuestos previamente, lo que muestra una correlación entre la dominancia categorial de la teoría con el tipo de competencias mostradas por los estudiantes.

A partir de los criterios disciplinares en lo conceptual, metodológico, instrumental y de medida, el docente deberá poner en contacto al estudiante con las maneras pertinentes de decir y hacer de la disciplina que se enseña-aprende. León et al (2011) y Silva et al (2014) señalan que, en este proceso de ajuste gradual a dichos criterios, la participación del docente es de suma relevancia, dado que funge como el experto que modula la interacción del alumno con los referentes disciplinares y para ello debe cumplir con varios propósitos fundamentales:

- a) Mediar la interacción del alumno con los referentes disciplinares,
- b) promover el ajuste del comportamiento del alumno con los criterios paradigmáticos,

c) auspicar con tal ajuste, el desarrollo de habilidades y competencias disciplinares en el alumno.

Con el propósito de caracterizar si lo anterior ocurre en el escenario real, se filmó a 16 profesores universitarios y se evaluó su desempeño docente en clase a partir de una lista de cotejo con cuatro categorías de registro y sus correspondientes indicadores: a) planeación (explicita el objetivo instruccional, aclara el criterio de ajuste requerido, presenta un discurso estructurado); b) evaluación (interroga durante su clase, retroalimenta la participación, evalúa en función del objetivo instruccional); c) modalidad de la estrategia instruccional (expone, modela, moldea, retroalimenta); y d) variaciones en el material didáctico (utiliza fotos, videos, presentaciones electrónicas). Los resultados nos muestran que la práctica docente no necesariamente se corresponde con el tipo de situación problema que se está enseñando, por ejemplo, no presentan distinciones en su quehacer si su clase es práctica o teórica, presentan pocas variaciones en el uso de materiales didácticos y en los criterios de evaluación (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004).

Silva et al (2014) presentan un modelo del desempeño didáctico, el cual está conformado por siete ámbitos del desempeño docente:

1) *Planeación didáctica*. Ámbito que describe la prescripción de los criterios generales del curso, donde el docente prospecta qué va a enseñar, cómo lo va a enseñar, qué criterios habrán de imponerse en las diferentes situaciones de enseñanza-aprendizaje, el lugar en donde tendrán sentido mostrar esos desempeños o actividades (aula, laboratorio, taller, campo, etc.) y los criterios de evaluación que se retomarán para generar la evidencia de los aprendizajes.

2) *Exploración competencial*. Ámbito que especifica los desempeños precuarentes o repertorios de entrada con respecto al espacio educativo, en términos de habilidades y competenciales del aprendiz.

3) *Explicitación de criterios*. Ámbito que relaciona los criterios disciplinares con los didácticos. Los primeros hacen referencia a los requerimientos conductuales vinculados con el dominio disciplinar y los segundos a la organización de las actividades didácticas y de estudio a implementarse cotidianamente.

4) *Ilustración*. Ámbito que describe las habilidades y competencias del agente enseñante, en términos de poder mediar (modelando y moldeando) las maneras de intervención ante una situación problema particular.

5) *Práctica Supervisada*. Ámbito que involucra la regulación de los criterios idóneos en la supervisión y corrección momento a momento del aprendiz.

6) *Retroalimentación.* Ámbito que especifica el contacto del experto con el estudiante ante el desempeño ideal del estudiante, implica poner el contacto y contrastar el desempeño del aprendiz con las maneras variantes e idóneas del desempeño posible en dicha situación problema.

7) *Evaluación.* Ámbito que determina la correspondencia del desempeño del estudiante con los criterios y objetivos del programa de la materia o espacio educativo.

Es necesario enfatizar que el docente, a partir de los objetivos instruccionales y de las competencias objetivo a formar, necesariamente deberá ser capaz de desempeñarse en los ámbitos antes descritos de modo efectivo, variado y pertinente. De esta manera, el estudiante de los diferentes saberes establece contacto con la estrategia instruccional del profesor y con los materiales de estudio ya sea escuchando, observando, manipulando, leyendo, hablando y escribiendo. Es importante señalar que las modalidades lingüísticas que los estudiantes exhiban, deberán estar relacionadas con el tipo de referente que se está enseñando-aprendiendo, así como con el objetivo instruccional explicitado en la Interacción Didáctica.

Considerando la importancia de la modalidad de los materiales de estudio y el tipo de modalidad lingüística involucrada, se llevaron a cabo 3 estudios en donde participaron estudiantes universitarios (Acuña, Irigoyen y Jiménez, 2013), en dichos estudios se presentaron materiales de divulgación científica en dos versiones: material textual y material auditivo. En el primer estudio se varió la explicitación vs no explicitación del criterio de ajuste y posteriormente se les expuso a una secuencia en el modo lingüístico: que primero escribieran y después hablaran o que primero hablaran y después escribieran acerca de lo que habían leído o escuchado. El desempeño de los estudiantes mostró mejor nivel de ejecución en los diferentes criterios de tarea si: a) la modalidad del material era textual; b) la secuencia era escribir-hablar; y c) se explicitaba el criterio de ajuste.

Los siguientes dos estudios tuvieron como propósito hacer una comparación entre dos muestras de estudiantes: aquellos que pertenecían al ámbito de las ciencias sociales y al de las ciencias naturales. En estos estudios se retomaron las mismas variables descritas en el estudio anterior: la modalidad de presentación de los materiales de estudio fue textual y auditiva, el modo lingüístico involucrado en la tarea y su secuencia (hablar-escribir; escribir-hablar), y los criterios de tarea (identificar y formular). Los resultados encontrados fueron: a) la explicitación del criterio tiene un efecto facilitador sobre el desempeño lector y escritor de contenidos científicos; b) el desempeño en el modo lingüístico hablar y escribir fue mayor ante la modalidad textual que la auditiva; c) las variaciones en la secuencia

de presentación de las modalidades lingüísticas muestran diferencias significativas si primero escriben y posteriormente hablan, que si primero hablan y después escriben; y d) las tareas de identificación son las que mayor porcentaje de aciertos presentan.

Para analizar las modalidades lingüísticas que se auspician en las interacciones didácticas en los diferentes criterios disciplinares, se deberán recuperar situaciones variadas que permitan la valoración de desempeños con niveles de complejidad funcional diferenciados y tipos de tarea, que resulten pertinentes al conjunto de prácticas correspondientes al dominio disciplinar y al nivel competencial que se pretende entrenar. La evaluación debiera mantenerse como una actividad permanente, como parte esencial de las interacciones didácticas, permitiendo ajustar momento a momento las estrategias didácticas y de estudio implementadas.

Por otro lado, la disponibilidad de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje, no necesariamente ha modificado las concepciones ni los haceres del docente y del aprendiz, ni de la estructura misma de los materiales educativos. Por el contrario, las estrategias de enseñanza que se implementan cotidianamente en los diferentes espacios educativos, promueven solamente la memorización y repetición de la información, actividades aleatorias sin un objetivo instruccional específico, soslayando las situaciones que favorezcan variaciones en modalidades lingüísticas, tipos de tarea y niveles de complejidad, auspiciándose así, en los estudiantes repertorios efectivos, variados y en su caso novedosos.

Con el objetivo de evaluar algunas variables en este sentido (Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2015), se llevaron a cabo dos estudios con estudiantes universitarios en donde se varió a través del apoyo de las TIC la manera en cómo se presentaban los materiales: sólo texto, texto ilustrado con imágenes y texto ilustrado con video. Los materiales de estudio utilizados eran artículos de divulgación científica, los cuales no fueron alterados, sino se mantuvieron en la versión original, sólo se ilustraron los ejemplos originales del artículo. Posteriormente a los estudiantes se le pedía como criterios de tarea: 1) identificar conceptos referidos a una clase de eventos; 2) identificar conceptos referidos a un procedimiento; 3) relacionar el concepto con un ejemplo; y, 4) elaborar un ejemplo de un procedimiento. Finalmente, se les solicitaba que formularan un párrafo a manera de conclusión. Los resultados mostraron que el texto ilustrado con imágenes y video facilitó las ejecuciones de los participantes pero no para todas las tareas, sólo en las tareas 3 y 4. Este dato es relevante, toda vez que señala que este tipo de interacción impactó sobre el desempeño instrumental no así en tareas de corte conceptual. Se tiene la

creencia de que la mera inclusión de las TIC en el aula tiene automáticamente un efecto positivo generalizado en el desempeño del estudiante, lo cual no necesariamente es así.

Posteriormente se replicó este mismo estudio (Acuña, Irigoyen y Jiménez, 2016), manteniendo constante las mismas variaciones en los materiales (texto, texto con imágenes y texto con video) pero incluyendo retroalimentación. A los participantes se les presentaba información momento a momento (en una leyenda que decía: tu respuesta es correcta e incorrecta) sobre su ejecución. El participante podía regresar a hacer la modificación en caso de considerarlo necesario. Los resultados mostraron efectos positivos cuando se presentó el texto con imágenes y con video ante tareas que implicaban relacionar el concepto con un ejemplo o elaborar un arreglo procedimental; para las tareas de identificación fue suficiente la sola presentación del texto. Asimismo, se presentaron resultados positivos cuando tuvo que redactar el párrafo de conclusiones; presentando mayor extensión en la referencia y mayor congruencia en su escrito.

### **Comentarios finales**

Al inicio de este documento enfatizamos el carácter multidimensional del fenómeno educativo, y la necesidad de ubicar en su justa dimensión los aspectos de carácter político, de gestión y administración, y sobre todo aquellos vinculados con el proceso de enseñanza-aprendizaje, aspecto nodal de la discusión y propuesta planteada. En la medida en que se establezca cuál es la unidad de análisis y el acercamiento empírico que se pretende al análisis de los fenómenos psicológicos en el ámbito educativo, mayor será la posibilidad de aportar a la concreción de los objetivos planteados.

A partir del progreso tecnológico y la globalización, se ha puesto en la mesa de discusión cambios en cómo se concibe y se genera el conocimiento, su aumento exponencial, cómo se estructura y divulga dicho conocimiento dentro de cada dominio disciplinar, así como sus mecanismos de socialización. Esto pone en una situación un tanto difícil, la definición del tipo de habilidades y competencias que los alumnos requieren para enfrentar los retos del mañana. El nuevo ME refiere que la sociedad del conocimiento exige mayores capacidades de pensamiento analítico, crítico y creativo; dejando a un lado las prácticas tradicionales de la mera repetición y memorización de información.

No obstante, se requiere entonces definir y describir a que nos referimos con estas categorías y darles el tratado conceptual pertinente y su ubicación lógica en

el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sólo en esta medida podremos analizarlos paramétricamente para su posterior ajuste, replanteamiento y retroalimentación. Hacerlo permitirá la caracterización de qué, cómo y bajo qué condiciones se enseñan y aprenden más efectivamente cierto tipo de saberes.

En este mismo tenor, autores como Morales, Chávez, Rodríguez, Peña y Carpio (2016) analizan los usos ordinarios de los conceptos tales como: estudiar y aprender, señalando como éstos son términos que han sido adoptados como términos técnicos en por lo menos disciplinas como la psicología y la pedagogía. Los autores señalan que el uso ordinario no es equivalente al técnico, en el primer caso lo que se pretende es comunicar cosas, en el segundo es explicarlas. De ahí que: “Precisar las relaciones funcionales didácticas y de estudio que se establecen en la interacción didáctica, permite revalorar el papel del docente o agente didáctico como partícipe de dicha interacción, de tal manera que aunque se proponga una educación centrada en el desempeño del estudiante, debe reconocerse la importancia del docente como regulador, mediador y facilitador de los contactos del estudiante con la tarea disciplinaria, a través de los criterios que ya domina en su satisfacción, ilustración e imposición” (p. 9).

Interesa entonces destacar la relevancia de recuperar un modelo de desarrollo psicológico que permita conjuntar y vincular los distintos ámbitos o dominios de conocimiento con el tipo de competencias requeridas para cada caso, y de esta manera poder establecer una relación clara entre las competencias de conocimiento y las de vida. Se reconoce por ejemplo que las habilidades y competencias vinculadas con la educación física están relacionadas con la educación para la salud y la convivencia, y, por ende, no ocurren como dominios aislados. En este sentido, la noción de Interacción Didáctica presentada en este manuscrito puede ser un “instrumento” conceptual y metodológico que nos permita planear e implementar las situaciones de enseñanza-aprendizaje de manera más pertinente y congruente, en relación con los criterios a cumplirse en los diferentes espacios educativos, considerando las variadas estrategias de enseñanza y de estudio, así como los materiales “didácticos” posibles a ser utilizados en cada caso. Uno de los aspectos que tanto ha afectado a disciplinas como la psicología y la educación en su discurso y quehacer ha sido el modelo innatista, dicho modelo cohabita con la idea que en los individuos hay “algo más” que en los otros seres, lo cual los vuelve incomprensibles (Roca, 2006). Esto sin duda, ha creado en nuestro país dificultades para el replanteamiento de los fines y propósitos de la educación, tanto escolarizada como escolarizada.

## Referencias

- Acuña, K., Irigoyen, J.J. y Jiménez, M. (2016). La modalidad del material de estudio y su efecto en el desempeño lector en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 21 (3), 213-225.
- Acuña, K., Irigoyen, J.J. y Jiménez, M. (2013). *La comprensión de contenidos científicos en estudiantes universitarios*. México: Qartuppi.
- Acuña, K., Irigoyen, J. J. y Jiménez, M. (2011). Normativas de calidad y desempeños académicos. Algunas reflexiones sobre el proceso educativo. *Revista de Educación y Desarrollo*, 17 (Abril-junio), 23-31.
- Acuña, K., Jiménez, M. e Irigoyen, J. J. (2010). Consideraciones sobre la planeación de espacios educativos para la formación de estudiantes competentes. *Revista Educación y Desarrollo*, 13 (Abril-Junio), 5-16.
- Carpio, C., Canales, C., Morales, G., Arroyo, R. y Silva, H. (2007). Inteligencia, creatividad y desarrollo psicológico. *Acta Colombiana de Psicología*, 10 (2), 41-50.
- Carpio, C., Pacheco, V., Canales, C. y Flores, C. (1998). Comportamiento inteligente y juegos de lenguaje en la enseñanza de la Psicología. *Acta Comportamental*, 6 (1), 47-60.
- Casanova, H., Díaz-Barriga, A., Loyo, A., Rodríguez, R. y Rueda, M. (2017). El modelo educativo 2016: un análisis desde la investigación educativa. *Perfiles Educativos*, Vol. XXXIX (155), 194-205.
- Díaz-González, E. y Carpio, C. (1996). Criterios para la aplicación del conocimiento psicológico. En J.J. Sánchez, C. Carpio y E. Díaz-González. *Aplicaciones del conocimiento psicológico* (pp. 39-49). México: UNAM.
- Ibáñez, C. (2013). Problemas de la Psicología aplicada a la educación: teoría psicológica del aprendizaje vs didácticas específicas. En A. Bazán y D. Castellanos (Coords). *La Psicología de la Educación: contextos de aprendizaje e investigación* (pp. 11-31). México: UAM-Plaza y Valdés.
- Irigoyen, J.J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2015). Aprendizaje de contenidos científicos: efecto de la modalidad del objeto referente. En F. Cabrera, Ó. Zamora, H. Martínez, P. Covarrubias, V. Orduña. *Estudios sobre Comportamiento y Aplicaciones*, Volumen IV (pp. 195-223). México: Universidad de Guadalajara-CONACYT.
- Irigoyen, J.J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2016). Criterios para la planeación de las interacciones didácticas. En C. Carpio y G. Morales. *Enseñanza de la Ciencia. Reflexiones y propuestas* (pp. 90-103). México: UNAM.

- Irigoyen, J.J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2010). *Compendio Interconductual* (versión electrónica 2.0). Hermosillo: Seminario *Interactum* de Análisis del Comportamiento. Departamento de Psicología y Ciencias de la Comunicación. Universidad de Sonora.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2007). Aproximación a la Pedagogía de la Ciencia. *Enseñanza, aprendizaje y evaluación. Una aproximación a la pedagogía de las ciencias* (pp. 13-44). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Irigoyen, J.J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2004). Evaluación del ejercicio instruccional en la enseñanza universitaria. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 9 (2), 293-302.
- 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. *Evaluación de desempeños académicos* (pp. 155-168). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Kantor, J.R. (1980). *Psicología Interconductual. Un ejemplo de construcción científica sistemática*. México: Editorial Trillas
- Kuhn, T. (2013). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- León, A., Morales, G., Silva, H. y Carpio, C. (2011). Análisis y evaluación del comportamiento docente en el nivel educativo superior. En V. Pacheco y C. Carpio (Coords.), *Análisis del Comportamiento. Observación y Métricas* (pp. 79-99). México: UNAM.
- ME (2016). *Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria, 2016*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Morales, G., Chávez, E., Rodríguez, R., Peña, B. y Carpio, C. (2016). Estudiar y aprender. Precisiones sobre su naturaleza analítica e investigación empírica. *Revista de Educación y Desarrollo*, 37 (Abril-Junio), 5-14.
- Moreno, R., Irigoyen, J.J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2016). *Manual de Planeación Didáctica para Educación Secundaria*. México: Qartuppi.
- Padilla, M.A. (2006). *Entrenamiento de competencias de investigación en estudiantes de educación media y superior*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Piaget, J. (1976). *Psicología de la Inteligencia*. Buenos Aires: Psique.
- Planea. (2016). *Publicación de Resultados 2016*. Secretaría de Educación Pública/ Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Ribes, E. (1990). *Psicología General*. México: Editorial Trillas.

- Ribes, E. (1993). Reflexiones sobre la naturaleza de una teoría del desarrollo del comportamiento y su aplicación. En S. Bijou y E. Ribes. *El desarrollo del comportamiento* (pp. 267-282). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Ribes, E. (2002). El problema del aprendizaje: un análisis conceptual e histórico. En E. Ribes. *Psicología del Aprendizaje* (pp. 1-14). México: El Manual Moderno.
- Ribes, E. (2004). La psicología cognoscitiva y el conocimiento de otras mentes. *Acta Comportamentalia*, 12 (3), 7-22.
- Ribes, E. (2008). Educación básica, desarrollo psicológico y planeación de competencias. *Revista Mexicana de Psicología*, 25 (2), 193-207.
- Roca, J. (2006). *El mito del innatismo*. Girona: Documenta Universitaria.
- Rogers, C. (1992). *El proceso de convertirse en persona*. México: Paidós.
- SEP (2016). *El Modelo Educativo 2016. El planteamiento Pedagógico de la Reforma Educativa*. México: Secretaría de Educación Pública.
- SEP (2017). *Modelo Educativo para la educación obligatoria*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Silva, H., Morales, G., Pacheco, V., Camacho, A., Garduño, H. y Carpio, C. (2014). Didáctica como conducta: una propuesta para la descripción de las habilidades de enseñanza *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 3 (40), 32-46.
- Varela, J. (2004). Consideraciones y estudio de la educación extracurricular basada en los modos lingüísticos. En J.J. Irigoyen y M. Jiménez. *Análisis Funcional del comportamiento y Educación* (pp. 37-75). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Wallon, H. (1976). *La evolución psicológica del niño*. Barcelona: Editorial Grijalbo.

# XIV

## El Estudio del Comportamiento en el Ámbito Urbano: Las Áreas de Juego al Aire Libre

*Felipe Cabrera González e Idania Zepeda Riveros*

Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA – CUCIÉNEGA

### **Resumen**

En este capítulo se describe el ámbito urbano como escenario natural del comportamiento humano, focalizando el tema en las instalaciones de juegos infantiles al aire libre. Se presenta una revisión de estudios empíricos y una aproximación ecológica respecto a los escenarios de juego infantiles dentro de ciudades. Desde la perspectiva ecológica, se describe la taxonomía que Heft (1981) propone para la psicología ambiental aplicada a escenarios de juego infantil al aire libre. En dicha perspectiva se hace especial énfasis en la función de los escenarios conductuales y no sólo en sus estructuras, lo cual facilita un análisis conceptual y empírico además de la comunicación con otras áreas vinculadas a la psicología ambiental, tales como el diseño y planeación urbana. Se proponen algunos principios, como los posibilitadores de acción (affordances) y los consecuentes de conductas como principios fundamentales para el análisis funcional dentro de la psicología ambiental. Se concluye el capítulo enfatizando las implicaciones que pueden promoverse en los escenarios de juego al aire libre para el desarrollo del niño.

*Palabras clave:* Posibilitador de acción, consecuentes de conducta, escenario de juego, diseño urbano, desarrollo.

### **Comportamiento en el ámbito urbano**

El contexto más común en el que ocurre el comportamiento humano es en ambientes urbanos; el año 2007 fue considerado el año a partir del cual la mayoría de las personas habitaban en ciudades (Rifkin, 2007). Este hecho implica que la especie humana se desarrolla en hábitats creados y transformados por el humano mismo, con lo cual sus comportamientos se han transformado según los lineamientos de su propia creación. Bajo esta realidad puede afirmarse que las acciones humanas han cambiado al ambiente físico, y sus interacciones también cambian y evolucionan en función de él (Bennett, 1996).

Si el estudio científico del comportamiento humano considera la conducta como una función de las variables ambientales, se entiende entonces que deba interesarse por los diseños y estructuras de los objetos con los que interactúa el ser humano en sus ambientes ciudadanos. El automóvil, los puentes peatonales, ciclovías, cruceros de calles, esquinas, aceras, señalética, jardines y parques, lugares privados y públicos, transporte público, etc., son elementos de relevancia, no sólo para la convivencia cotidiana sino para la seguridad, salud y sobrevivencia.

El área de la psicología que de manera explícita estudiaría las variables ambientales ciudadanas en función de las cuales ocurre el comportamiento humano es la *psicología ambiental* (Holahan, 1986). A pesar de que el campo de la psicología ambiental tenga como finalidad, desde sus inicios, el estudio de las relaciones y actividades en el ambiente físico (Proshansky, Ittelson y Rivlin, 1970), la comunicación entre los psicólogos ambientales y planeadores urbanos no ha sido del todo exitosa. Los primeros, en la mayoría de los casos, se focalizan en aspectos lejanos a la interacción directa del humano con los elementos del ambiente físico, y se han dedicado al estudio de actitudes, personalidad, creencias, entre otros fenómenos, mientras que los segundos, los planeadores urbanos, se interesan prioritariamente por aspectos más pragmáticos del funcionamiento de la ciudad. En este tenor, Churchman (2002) describe que “mientras que los urbanistas y planeadores urbanos hablan de sistemas de transporte, centros de comercio, usos de suelo, desarrollo y eficiencia económica (p. 191)”, por su parte “los psicólogos ambientales hablan de cognición y percepción ambiental, sentimientos, creencias, actitudes, personalidad, espacio personal, privacidad” (p. 191), subrayando el resultado naturalmente pesimista de que lo estudiado por los psicólogos ambientales “todo es centrado en el individuo y su experiencia, y prácticamente nada relevante para los planeadores urbanos” (p. 191).

A pesar de que la psicología ambiental reconoce que la organización dinámica de la conducta en relación a sus ambientes particulares es fundamental para el ser humano (Proshansky et al., 1970), según Heft (1981), se ha hecho más énfasis en los aspectos estructurales que en los funcionales en la relación *conducta-ambiente*. Consecuentemente, mucha investigación de la psicología ambiental ha dejado prácticamente fuera de su ámbito algunos de los elementos más relevantes para entender la interacción dinámica y reciprocidad del humano con su ambiente.

Con el fin de focalizarse más en el estudio funcional de la psicología ambiental, Heft (1981) propone retomar las implicaciones de la aproximación de Gibson (1966, 1979) para analizar la interacción conducta-ambiente en su realidad ecológica.

Según Heft (1981), al menos tres son las razones por las que la aproximación ecológica de Gibson es naturalmente armónica con la psicología ambiental.

La primera hace énfasis en la perspectiva directa, no mentalista, de la aproximación ecológica. En la interacción conducta-ambiente, la explicación de la conducta es una función directa del ambiente, y no está mediada por alguna entidad o representación mental. “Una descripción ecológica del ambiente revela que el fenómeno en cuestión puede explicarse sólo en términos de variables ambientales. Por esta razón, la descripción ambiental debe ser el primer paso de cualquier investigación de conducta-ambiente” (p. 239).

La segunda se refiere a la tendencia de los psicólogos a enfocarse en ciertos tópicos poco relevantes para el entendimiento de la interacción conducta-ambiente:

“Muchos psicólogos ambientales asumen que la descripción del ambiente debe ser en dos términos, ya sea de las dimensiones físicas o de las evaluaciones subjetivas. ... El concepto de *posibilitador de acción*<sup>1</sup> ofrece una tercera alternativa que permite a ambos una descripción objetiva y significativa del ambiente.... En resumen, el concepto de posibilitador de acción es útil a los psicólogos ambientales. Es un concepto ecológico que hace hincapié en el significado funcional de aspectos del ambiente a diferentes grados de complejidad, y al mismo tiempo hace énfasis en mantener un análisis objetivo del escenario ambiental” (pp. 239-240).

Finalmente, la tercera ventaja de una aproximación funcional como la que propone Heft (1981), es que al sostener un énfasis objetivo en la conceptuali-

---

<sup>1</sup> En todo el texto se traduce el término inglés *affordance* como *posibilitador de acción*. Además del posibilitador de acción, se utiliza como sinónimo el término *soporte conductual*.

zación de la interacción conducta-ambiente, facilita la comunicación y acuerdo con los planeadores urbanos y diseñadores:

“Una aproximación desde los posibilitadores de acción puede asistir al diseñador en formular explícitamente las metas de un diseño con las características funcionales de un usuario” (p. 241).

Éste último aspecto, que pareciera ser teóricamente trivial y poseer importancia sólo pragmática, es fundamental para la psicología ambiental, pues muchos temas de interés de la psicología ambiental trascienden el dominio de la propia psicología. “Tanto los sociólogos, arquitectos, planeadores urbanos, diseñadores ambientales, demógrafos y científicos de la salud realizan investigación que pertenece a la categoría de psicología ambiental” (Valsiner, 1989, p. 206).

En su conjunto, estas tres razones que propone Heft (1981) para analizar la interacción conducta-ambiente desde una aproximación ecológica, contrastan con un enfoque cognitivo y estructural que Heft denomina constructivista, y dado que muchos de los psicólogos ambientales son adeptos a dicho enfoque terminan estudiando supuestos procesos cognitivos más que las variables ambientales; y cuando describen el ambiente, lo describen de acuerdo a los objetos y formas del lugar más que por su función.

Según Heft (1988), tomando en cuenta los principios ecológicos de la percepción y del comportamiento, considerar la función como los posibilitadores de acción de un objeto implica considerar también al individuo, ya que describir el ambiente de una manera funcional permite identificar las actividades que este ambiente posibilita hacer al individuo. Por ello, una descripción funcional conlleva no sólo los atributos relativos al ambiente sino los relativos al individuo, por ejemplo, la altura de la persona, el largo de los brazos y las piernas, etc., (ver Warren, 1995).

Para el individuo que interactúa en un ambiente particular se asume que percibe de manera inmediata los posibilitadores de acción y las restricciones de dicho ambiente, sin que tenga que intelectualizar o procesar cognitivamente el significado de un objeto para interactuar con él<sup>2</sup>.

Finalmente, señala Heft (1988) que desde una perspectiva funcional las categorías con las que se describe un ambiente consisten en múltiples posibilita-

---

<sup>2</sup> Este aspecto se respalda en el principio de percepción directa, pero cuya justificación queda fuera del objetivo de este escrito. Para una descripción detallada ver Gibson (1966, 1967) y para una revisión crítica ver Ullman (1980).

dores de acción, pues con un objeto pueden realizarse innumerables conductas (Day & Wagman, 2013). Esto contrasta con las descripciones estructurales en las que los objetos caen en categorías mutuamente excluyentes. Por ejemplo, una piedra según su tamaño y peso respecto al individuo que la utiliza, es un posibilitador de muchas acciones tales como ser lanzada, empuñada, servir de obstáculo o para martillar, rayar sobre la arcilla, etc., y desde una perspectiva estructuralista una piedra no es una pelota, un martillo, un lápiz, una rama, etc.

Con estas características basadas en los posibilitadores de acción, Heft (1981, 1988) considera que deben ser abordados los diferentes tópicos de la psicología ambiental para hacer contacto más directo con los diseñadores urbanos, y presenta un análisis de los espacios de juego al aire libre como una instancia en la que coincide el interés de los diseñadores urbanos y de los psicólogos ambientales.

### **Espacios urbanos de juego al aire libre**

Si uno se detiene a observar diferentes tipos de juegos en los parques urbanos, y los diferentes diseños de algunos de ellos, puede percatarse de la variedad en muchas de sus características. Por ejemplo, en la Figura 1 se muestran imágenes de diferentes tamaños y formas de resbaladeros. Las preguntas que surgen pueden ser ¿Cómo se decide qué dimensiones y formas debe tener el resbaladero? ¿Cuál es la longitud e inclinación óptimas de la pendiente? ¿Qué altura respecto al piso debe tener su extremo inferior? ¿Qué diferencia encuentra el niño entre deslizarse (o realizar alguna otra acción) por la resbaladero recto, el ondulado y el espiral? ¿La preferencia depende de la edad, la estatura o el peso del niño? Muchas veces, el diseño e instalación de parques urbanos con juegos infantiles obedece más a las decisiones de empresas comercializadoras que a un diseño basado en evidencia empírica de los estudios de la psicología ambiental o del desarrollo (Puyuelo y Gual, 2009).



Figura 1. Diferentes formas de resbaladeros con variación en sus dimensiones. Aunque planeado para la misma función, el uso puede diferir según el usuario y ambiente en particular.

Heft (1988) elaboró una taxonomía funcional de los posibilitadores de acción para los niños en el juego al aire libre, una aproximación funcional para describir el ambiente, misma que “ofrece una manera de pensar sobre ambientes que son psicológicamente significativos” (p. 36). La taxonomía, sin ser exhaustiva, puesto que nuevos usos y formas distintas de interacción pueden ser encontrados o modificados por la experiencia, permite describir e identificar los usos y funciones y su efecto sobre el individuo. Por ejemplo, en el desarrollo motor de un niño pequeño, una superficie plana además del gateo, facilitará sus primeros pasos, en cambio para un niño mayor la misma superficie le permitirá además patinar o andar en bicicleta.

Diversas actividades pueden realizarse en los escenarios de juego al aire libre, como correr, rodar, lanzar objetos, saltar sobre un objeto, balancearse, subir escaleras, caminar de un lugar a otro, esconderse, construir y salpicar, “una característica importante de cada uno de estos tipos de actividades es que cada una requiere una característica del ambiente que la soporte” (Heft, 1988, p. 32). De acuerdo a la taxonomía de Heft, cada una de las actividades mencionadas tendrían los soportes correspondientes (ver Tabla 1).

La taxonomía es una herramienta que ha sido usada para estudiar la relación funcional de los niños en las áreas de juego de espacios abiertos (Kytta, 2002) y dentro de instalaciones escolares (Lerstrup y Konijnendijk van den Bosch, 2017), con lo cual se ha obtenido generalidad en su uso.

Tabla 1. Descripción de taxonomía de Heft (1988).

Elemento del Ambiente	Posibilitador de acción (affordance)
Superficie relativamente plana	Caminar, correr, montar bicicleta, patineta, etc.
Superficie con inclinación relativamente suave	Deslizarse en bicicleta o carretilla. Rodar, resbalarse, correr en descenso. Deslizar objetos.
Objetos asibles no fijos	Hacer trazos, raspar. Arrojar. Martillar, batear. Lanzar, pinchar, cavar, cortar. Desgarrar, arrugar, aplastar. Construir estructuras.
Objetos fijos	Sentarse Saltar (hacia él, desde él, sobre de él...)
Objetos fijos no rígidos	Balancearse (p.ej. una rama de árbol)
Objetos trepables	Ejercitarse. Mirar desde él. Pasar a través de él
Aberturas	Caminar de un lugar al otro Mirar o escuchar hacia el lugar adyacente.
Refugio (concavidad)	Guarecerse Privacidad
Material moldeable	Construcción de objetos (alfarería) Verter Modificación de forma (esculpir)
Agua	Salpicar Verter Colocar objetos flotantes Nadar, bucear, navegar Mezclar con otros materiales (alterar su consistencia)

Kytta (2002) evaluó por medio de un cuestionario aplicado a niños pertenecientes a zonas urbanas y rurales, distintos niveles de los posibilitadores de acción en sus ambientes correspondientes, mismos que clasificó en percibidos, utilizados y construidos, de acuerdo la taxonomía de Heft (1988). Los reportes verbales de los niños mostraron que distintos soportes conductuales pueden encontrarse en ambientes urbanos y rurales. En general, los espacios rurales proporcionaron mayor número de posibilitadores de acción en comparación con las zonas urbanas. Por ello, la autora señala que en los ambientes naturales, correspondientes a las zonas rurales, se encuentra una mayor riqueza y diversidad en soportes conductuales, ya que grandes áreas verdes y boscosas facilitan el deambular por el lugar con una percepción mayor de posibilitadores de acción (Kytta, 2002). En las ciudades, por otro lado, y debido a su estructura, los espacios verdes se han perdido, por lo que la creación y diseño de escenarios de juegos al aire libre cobran relevancia, ya que son lugares diseñados especialmente para el esparcimiento de niños y jóvenes.

En años recientes, los nuevos escenarios de juego de las zonas urbanas han incorporado juegos estandarizados que agregan color y vistosidad al espacio urbano. Se han implementado lugares con juegos estandarizados en los que los instrumentos de juego son comercializados por empresas dedicadas a esta industria y tienen una estructura dominante, diseñados con una estación central en la que convergen resbaladeros, columpios, escaleras, muros de escalada, etc., por lo que los niños pueden transitar por el juego e ir y venir en distintos recorridos.

Czalczyńska-Podolska (2014) ha reportado que en los escenarios de juegos contemporáneos puede identificarse cómo los niños los usan, cuáles zonas son las que más se frecuentan, qué juegos utilizan y cuáles propician mayor socialización entre los niños. En su estudio, Czalczyńska-Podolska (2014) realizó observaciones en 10 áreas públicas de juego en las que identificó la jugabilidad y sociabilidad en las diferentes áreas de juegos. Observó mayor sociabilidad y permanencia en los espacios abiertos, mientras que en las zonas de comunicación entre juegos (senderos) pudo observarse el uso de patines o bicicletas entre otros objetos. En los juegos multifuncionales y en los areneros se observó mayor permanencia, y éstos últimos incrementaron su valor al tener algún objeto que permitía la manipulación y creación en la arena. Con ello concluye que la apariencia, uso y arreglo del patio de juego son categorías que influyen significativamente en la conducta de juego de los niños.

Por otro lado, algunos autores (Prieske, Withagen, Smith y Zaal, 2015) han sugerido que este tipo de juegos “estandarizados” limitan el desarrollo motor de los niños debido a que el diseño y simetría con que están elaborados solo permiten

movimientos repetitivos y limitados. Los autores muestran que la variedad en el arreglo espacial y una menor organización en la creación de la propia estación de juego depende de los posibilitadores de acción percibida de acuerdo a las capacidades de cada niño, puesto que cada uno organizó de manera distinta el arreglo espacial de las “piedras” cuando se les pidió a que crearan su propio patio de juego para jugar (Joogennel, Whithagen y Zaal, 2015).

### **Ámbito psicológico ambiental en el desarrollo**

Definir y analizar los escenarios de juego al aire libre desde la perspectiva funcional de los posibilitadores de acción, como la propuesta de Heft (1988), permite definir estos escenarios como el punto de intersección, o quizá como la línea de yuxtaposición, entre la psicología ambiental y la psicología del desarrollo. Aquellos espacios creados en las ciudades para el juego y esparcimiento infantil constituyen el ambiente físico idóneo para estudiar variables propias del desarrollo en diseños ambientales urbanos, pues estos escenarios constituyen posibilitadores de acción que, en principio, promueven el desarrollo del niño en distintas áreas, que van desde la locomoción (Adolph, 1997), hasta lo social (Kytta, 2002).

Adolph (1997) ha investigado algunas características físicas del piso como el soporte en el que se desarrolla la locomoción. Por ejemplo, el efecto de la continuidad o discontinuidad de una senda para niños gateadores, los cambios en la profundidad de un camino, los declives visuales, los obstáculos y aberturas en el trayecto, las pendientes, etc., y ha descrito cómo por medio de movimientos exploratorios los niños se aproximan y diferencian las superficies rígidas, ásperas, resbaladizas, propiciando todo ello nuevas oportunidades para el aprendizaje de nuevos sistemas de acción.

Al emerger un nuevo sistema de acción, como la locomoción, se instiga a su vez una mayor actividad exploratoria (Adolph y Kretch, 2015), con lo cual el infante identifica o actualiza nuevos posibilitadores de acción, generando con ello otros sistemas de acción. En el caso de la locomoción, cuando el niño pasa del gatear al caminar, entre otros cambios que ocurren está el liberar sus manos de su uso para la locomoción, por lo que al tener sus manos libres descubre la posibilidad de transportar objetos de un lado a otro, lo cual se agrega a las actividades que previamente hacía con los objetos como el introducirlos y sacarlos de aberturas una vez que fueron transportados a diferentes lugares (Gibson, 1988). Con ello se genera un proceso de diferenciación e incremento en la especificidad de los posibilitadores de acción, que se le puede llamar desarrollo perceptivo:

“El desarrollo perceptual es un proceso de aprendizaje acerca de los posibilitadores de acción, siendo cada vez más capaces de detectar soportes y recursos apropiados, y descubriendo nuevos posibilitadores de acción a medida que cambian las capacidades. ... La adquisición de nuevas habilidades motoras como mirar, alcanzar, caminar, levantar objetos pesados, nadar, conducir, coser, escribir a mano - produce nuevos posibilitadores de acción a ser aprendidos a lo largo de la vida” (Adolph y Kretch, 2015, p. 129).

Considerando estos aspectos en el desarrollo del niño, enmarcados en la taxonomía descrita por Heft (1988) en la Tabla 1, en los escenarios de juego al aire libre en espacios urbanos pueden no solamente evaluarse sino promoverse y diseñarse distintos posibilitadores de acción que contribuyan de manera diferencial al desarrollo del niño.

### **Principios para analizar el diseño de escenarios de juego en espacio abierto**

Retomando la propuesta funcional de Heft (1988), y el proceso del desarrollo en los niños descrito en Gibson (1988, 1997) y Adolph y Kretch (2015), en el presente escrito consideramos que dos aspectos fundamentales que deben ser tomados en cuenta para el diseño e instalación de juegos en parques urbanos son la *estructura del mobiliario* y el *resultado* que tiene el niño de utilizar de cierta manera dicho mobiliario.

Los dos aspectos fundamentales a los que nos referimos se basan en dos principios muy generales que pueden identificarse en el estudio del comportamiento: El principio del posibilitador de acción, y el principio del consecuente de la acción (o contingencia de reforzamiento).

El primer principio establecería que en toda conducta se identifica un posibilitador de acción que controla parte de la conducta, mientras que el segundo principio establece que en toda acción se puede identificar una consecuencia que controla parte de la conducta.

El primer principio se afirma originalmente dentro del ámbito de la psicología ecológica (Gibson, 1966, 1979), mientras que el segundo se establece principalmente dentro del análisis experimental de la conducta (Skinner, 1938). A pesar de que se pudieran considerar como dos tradiciones diferentes en psicología, es innegable para ambas perspectivas la gran importancia que tienen ambos principios (ver Covarrubias, Cabrera y Jiménez, 2017). Al referirse como dos principios generales asumimos que son inevitables, es decir, no puede haber una conducta en la que a) no haya un posibilitador de acción y b) al menos una consecuencia que controle parte de la conducta.

De este modo, al estudiar el comportamiento humano, por ejemplo el juego en el niño, se identifican variaciones en cada uno de los dos principios, dando lugar a una distinción importante en el estudio del comportamiento, la exploración (exploratory behavior) y la ejecución, desempeño o conducta dirigida a metas (performatory behavior) (ver E. Gibson, 1988; J. Gibson, 1966). El caso particular de la conducta de juego en escenarios urbanos, algunos diseños especificarán en mayor medida la meta de una conducta. Por ejemplo, el columpio especifica la conducta de mecerse o columpiarse principalmente (ver Figura 2), pero algunas estructuras poco estandarizada o de uso ambiguo no especifican qué conductas realizar, es decir, implican más exploración por parte del niño (Figura 3).



Figura 2. Estructura específica de la conducta de mecerse.

No obstante, aun en diseños altamente estructurados y estandarizados, el uso que le da un niño a un juego muchas veces difiere bastante de lo originalmente diseñado, por ejemplo, en lugar de mecerse sobre el columpio, éste puede utilizarlo como un péndulo el cual esquivar. Éstos son precisamente aspectos que se subrayarían desde un análisis funcional como muestra la Tabla 1.

No sólo en escenarios de juego, sino en general, el uso de espacios públicos muchas veces difiere del propósito original con el que fue construido. Lawson

(2001) narra un ejemplo, mencionando que en donde un adulto percibe dos árboles que decoran y dan frescura a un espacio, un adolescente percibe los dos postes de una portería; y cuando el adulto coloca un letrero metálico que prohíba tirar a la pelota en ese lugar, el adolescente percibe un blanco perfecto al cual tirar la pelota.

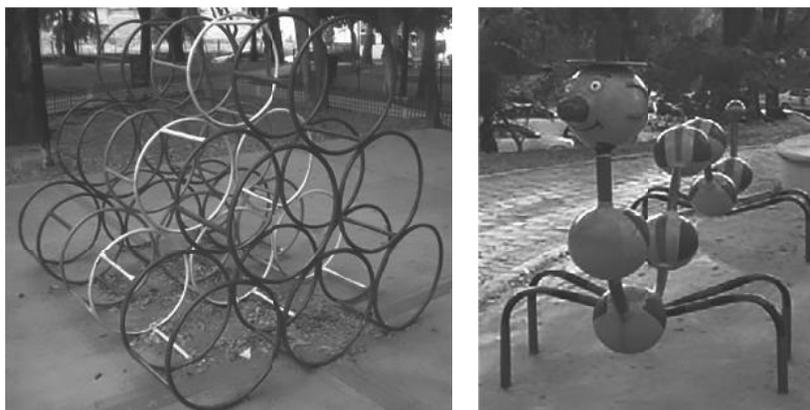


Figura 3. Estructuras que no especifican alguna conducta en particular.

El uso del mobiliario urbano, como los juegos infantiles, es facilitado por su diseño y en general por el modo en que se encuentran en el ambiente (Lawson, 2001). Sin embargo, Herman Hertzberger (1971, citado en Lawson, 2001) señala que al “diseñar un espacio debe ser como un instrumento musical, que sugiere cómo debe ser tocado, pero no predice toda la música que puede ejecutar su dueño”. Algunos diseños nos invitan a conductas muy específicas y consistentes, con una función muy similar a la de una orden o mando (por ejemplo un resbaladero o un columpio), y algunos son más ambiguos y pueden invitar a conductas más variadas, con una función de insinuación (por ejemplo la estructura metálica de la Figura 3).

Quizá cuanto más estructurado y estandarizado se encuentre el diseño de un juego, mayor la estereotipia conductual que pueda encontrarse, mientras que mayor la ambigüedad y asimetría de un diseño, mayor exploración, variabilidad y flexibilidad conductual, y quizá mayor desarrollo de creatividad se promueva (Stokes, 1999).

### **Conclusión**

Si el ámbito urbano es el escenario en donde se desarrolla gran parte de la especie humana, para el estudio del comportamiento humano es necesario generar investigación en el área en el que se yuxtapone la psicología ambiental con la

psicología del desarrollo. En el caso particular de los escenarios de juego al aire libre, la aproximación de Heft (1981, 1988) es un antecedente de relevancia para este propósito, favoreciendo además la comunicación con diseñadores urbanos.

La estructura con la que se diseña un ambiente conlleva la función que tiene para determinado usuario. Hacer énfasis en la función es precisamente focalizarse tanto en los posibilitadores de acción como las consecuencias que se tiene al utilizar los objetos y mobiliarios urbanos. Este es un proceso que de manera natural ocurre con los niños en casa; hay una gran variedad de posibilitadores de acción en los muebles que pueden funcionar como obstáculos, guaridas, escondrijos, escaleras, etc., según su desarrollo (Nishizaki, 2013, 2015) y que según sus diferentes texturas, ser lisos, resbaladizos, esponjosos, etc., también posibilitan ciertas acciones de locomoción o manipulación (Adolph, 1997). Estas características también pueden identificarse en los escenarios de juego al aire libre, por lo según su diseño pueden promover ciertas habilidades motoras y sociales de los niños.

Por esta razón, el presente escrito hace énfasis en el diseño de espacios urbanos de recreación considerando una perspectiva funcional, en la que deben promoverse no sólo las estructuras de juego estandarizadas, simétricas y estéticas, sino aquellas que generan la variabilidad conductual, flexibilidad en el uso de sus diferentes estructuras y promueva diferentes áreas del desarrollo motor y creativo en niños, no sólo vinculadas a la edad cronológica, sino con diferentes características, competencias físicas y discapacidades motoras (Barbour, 1999), o bien, otras características individuales como talla, fuerza, masa muscular y grasa corporal (Thelen, 1986).

Bajo esta perspectiva es importante identificar bajo qué condiciones los niños requieren de una interacción constante con algún posibilitador de acción para desarrollar una destreza motora, y bajo qué condiciones resulta más relevante inducir variabilidad en su comportamiento. Por ello es necesario identificar distintos niveles de variabilidad, ya sea inducida y reforzada directamente (Lee, Sturmey y Fields, 2007), y la función que se establece con los principios del posibilitador de acción y de la consecuencia. Dichos aspectos formarían parte de los objetivos desde una aproximación funcional a la psicología ambiental.

## Referencias

- Adolph, K. (1997). Learning in the development of infant locomotion. *Monographs of the Society of Research in Child Development*, 62, 1-162.
- Adolph, K., y Kretch, K. (2015). Gibson's theory of perceptual learning. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2, 127-134.
- Barbour, A. (1999). Three impact of playground design on the play behaviors of children with different levels of physical competence. *Early Childhood Research*, 14, 75-98.
- Bennett, J.W. (1996). *Human ecology as human behavior. Essays in environment and development anthropology*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Churchman, A. (2002). Environmental psychology and urban planning: Where can the twain meet? En R.B. Bechtel y A. Churchman (Eds.), *Handbook of environmental psychology* (pp. 191-200). New York: John Wiley & Sons.
- Covarrubias, P., Cabrera, F., y Jiménez, Á.A. (2017). Invariants and information pickup in the senses considered as perceptual systems: Implications for the experimental analysis of behavior. *Ecological Psychology*, 29, 231-242.
- Czalczynska-Podolska, M. (2014). The impact of playground spatial features on children's play and activity forms: An evaluation of contemporary playgrounds' play and social value. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 132-142.
- Day, B.M., y Wagman, J.B. (2013). Context effects in perception of affordances. En T.J. Davis, P. Passos, M. Dicks, y J.A. Weast-Knapp (Eds.), *Studies in perception and action Vol. XII* (pp. 98-101). New York: Psychology Press.
- Gibson, E.J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39, 1-42.
- Gibson, E.J. (1997). An ecological psychologist's prolegomena for perceptual development: A functional approach. En C. Dent-Read y P. Zukow-Goldring (Eds.), *Evolving explanations of development: Ecological approaches to organism-environment systems* (pp. 23-45). Washington DC: American Psychological Association.
- Gibson, J.J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gibson, J.J. (1967). New reasons for realism. *Synthese*, 17, 162-172.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to the visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

- Heft, H. (1981). An examination of constructivist and Gibsonian approaches to environmental psychology. *Population and Environment*, 4, 227-245.
- Heft, H. (1988). Affordances of children's environments: a functional approach to environmental description. *Children's Environments Quarterly*, 5, 29-37.
- Holahan, C. J. (1986). Environmental psychology. *Annual Review of Psychology*, 37, 381-407.
- Jongeneel, D., Withagen, R., y Zaal, F. (2015). Do children create standardized playgrounds? A study on the gapcrossing affordances of jumping stones. *Journal of Environmental Psychology*, 44, 45-52.
- Kytta, M. (2002). Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus. *Journal of Environmental Psychology*, 22, 109-123.
- Lawson, B. (2001). *The language of space*. Oxford: Architectural Press.
- Lee, R., Sturmey, P., y Fields, L. (2007). Scheduled-induced and operant mechanisms that influence response variability: A review and implications for future investigations. *The Psychological Record*, 57, 429-455.
- Lerstrup, I., y Konijnendijk van den Bosch, C. (2017) Affordances of outdoor settings for children in preschool: revisiting heft's functional taxonomy, *Landscape Research*, 42, 47-62, DOI: 10.1080/01426397.2016.1252039
- Nishizaki, M. (2013). Mobile augmented-reality application for children's environment during the first year of life. En T.J. Davis, P. Passos, M. Dicks, y J.A. Weast-Knapp (Eds.), *Studies in perception and action Vol. XII* (pp. 110-113). New York: Psychology Press.
- Nishizaki, M. (2015). Visualizing the positive and negative affordances in the home environment during the first year of life using augmented reality. En G. Arirenti, B.G. Bara, y G. Sandini (Eds.), *EuroAasianPacific Joint Conference on Cognitive Science* (pp. 582-586). Recuperado de <http://ceur-ws.org/Vol-1419/paper0096.pdf>
- Prieske, B., Withagen, R., Smith, J., y Zaal, F. (2015). Affordances in a simple playscape: Are children attracted to challenging affordances? *Journal of Environmental Psychology*, 41, 101-111.
- Proshansky, H.M., Ittelson, W.H., y Rivlin, L.G. (1970). The influence of the physical environment on behavior: Some basic assumptions. En H.M. Proshansky, W.H. Ittelson, y L.G. Rivlin (Eds.), *Environmental psychology: Man and his physical setting* (pp. 27-37). New York: Holt Rinehart and Winston, Inc.

- Puyuelo, M. y Gual, J. (2009). Diseño prospectivo y elementos de uso en parques urbanos a partir de la experiencia de las personas mayores. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 10, 137-160.
- Rifkin, J. (2007). Homo urbanus. Celebración o lamento. *El País España vol 6*. jueves 6 de enero 2007.
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Crofts
- Stokes, P. (1999). Learned variability levels: Implications for creativity. *Creativity Research Journal*, 12, 37-45.
- Thelen, E. (1986). Treadmill-elicited stepping in seven-month-old infants. *Child Development*, 57, 1498-1506.
- Ullman, S. (1980). Against direct perception. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, 373-415 (Incluye comentarios).
- Valsiner, J. (1989). Environmental psychology in the U.S.S.R. *Studies in Soviet Thought*, 37, 205-215.
- Warren, W.H. (1995). Constructing an econiche. En J. Flach, P. Hancock, J. Caird, y K. Vicente (Eds.), *Global perspectives on the ecology of human-machine systems* (pp. 210-237). Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

## XV

# Relación del comportamiento impulsivo con la recaída en el consumo de sustancias

*Hugo Eduardo Reyes Huerta<sup>a,1</sup>, Kalina Isela Martínez Martínez<sup>b</sup>  
y Cristiano Valerio dos Santos<sup>c</sup>*

<sup>a</sup>CONACYT - UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

<sup>b</sup>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

<sup>c</sup>UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### Resumen

La recaída en el consumo de sustancias se ha asociado a distintas definiciones operacionales del comportamiento impulsivo. En consecuencia, el frecuente regreso al consumo problemático puede entenderse por lo menos a partir de dos dimensiones de la impulsividad: (1) la dificultad para inhibir conductas dominantes, y (2) la reducción de la eficacia de consecuencias demoradas para controlar la conducta. El análisis de la inhibición conductual y el descuento de recompensas demoradas puede propiciar un estudio más comprensivo de la dificultad observada en la recuperación de una adicción. El presente trabajo describe algunos hallazgos que muestran cómo mecanismos de la impulsividad participan y determinan características de la recaída durante y posterior al tratamiento.

Palabras claves: Impulsividad; recaída; conducta adictiva; inhibición conductual; descuento temporal.

El término de investigación traslacional ha sido empleado tanto en las ciencias biomédicas como de la conducta para describir el proceso por el cual el conocimiento derivado de la investigación básica es empleado para entender y resolver problemas de relevancia social. Tal como señala Lerman (2003), usualmente la

---

1 Departamento de Psicología, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria, Edificio 212, CP 20131, Aguascalientes, Ags., Méxic, e-mail: hugo.reyes@edu.uaa.mx.

investigación traslacional inicia cuando los hallazgos recogidos en el laboratorio se replican y se extienden a contextos que suponen la solución de problemas o necesidades. Así, la investigación traslacional posibilita que el conocimiento obtenido en contextos experimentalmente controlados se utilice para abordar fenómenos que ocurren en situaciones en las que el control experimental es difícil de lograr.

El estudio de las variables que afectan la salud de las personas constituye un área de estudio donde la investigación traslacional puede compensar posibles dificultades para lograr el control experimental. Un primer nivel en el que la investigación traslacional puede mejorar la salud física y mental de las personas es generando sustento empírico de los principios que se asume subyacen a dichas condiciones; un segundo nivel se relaciona con cómo dichos conocimientos son llevados a los escenarios reales; finalmente, la investigación traslacional busca resolver los problemas que surgen en el proceso de aplicar los conocimientos a la práctica (Dube, 2013). De estos niveles, el primero es de especial interés, ya que permite, entre distintas cosas, adecuar intervenciones a problemas clínicos que, dada su complejidad y la ausencia de resultados positivos, demandan una mejor comprensión.

### **Recaída en el consumo de sustancias**

La recaída en el consumo de sustancias es un fenómeno que requiere y puede ser mejor entendido a partir de la comprensión de los procesos que le subyacen. La dificultad en el manejo del comportamiento adictivo puede evidenciarse en los resultados que han llevado a catalogar la dependencia a sustancias como una condición de recaída crónica (Koob and Volkow 2009; McLellan, Lewis, O'Brien, & Kleber, 2000; Moore et al., 2014; Stockwell, 1999). Aunque la abstinencia del consumo o la reducción de este se logra en el corto plazo, resulta difícil sostener dicho cambio (Bouton, 2014).

El regreso al consumo de sustancias constituye un resultado frecuente posterior a la aplicación de un tratamiento. Aun cuando no existe un consenso respecto de la definición operacional del concepto, distintas medidas suelen mostrar la dificultad para mantener el cambio deseado. Una medida empleada en distintos estudios para identificar la recaída es la de cualquier consumo, independientemente del tipo de sustancia empleada (Strowig, 2000). En otros casos, la recaída ha sido medida a partir un umbral de consumo, por ejemplo, en el caso del consumo de alcohol, a partir de un consumo igual o mayor a cinco tragos estándar (Witteman, 2015). Aunque ambas medidas suelen reportar una tasa de recaída distinta y pre-

decir distintos aspectos del consumo (Maisto, Pollock, Cornelius, Lynch, & Martin, 2003), los resultados suponen y muestran dificultades para prevenir el regreso al consumo, es decir, al margen de las definiciones empleadas el mantenimiento del cambio a lo largo del tiempo es una dificultad constante.

La investigación aplicada entorno a la recaída ha buscado identificar los factores de riesgo que se asocian a esta y facilitan su prevención. Dicha estrategia ha permitido evidenciar variables que se vinculan con el inicio, mantenimiento y recaída en el comportamiento adictivo (Donovan & Marlatt, 2005). Con secuencia de esta búsqueda de factores de riesgo, se ha reportado que la impulsividad es una variable asociada fuertemente a la recaída—recurrentemente se ha observado que la conducta impulsiva se encuentra relacionada a características del patrón de consumo y la recaída (Loree, Lundahl & Ledgerwood, 2015). Por ejemplo, es conocido que el momento de inicio en el consumo de alcohol se encuentra relacionado con la impulsividad, personas que inician el consumo de manera temprana suelen exhibir mayores niveles de impulsividad (Dom, D'haene, Hulstijn & Sabbe, 2006). Igualmente, mayor impulsividad suele asociarse a un consumo excesivo y la tendencia a desarrollar un consumo problemático (Dick et al., 2010; Fernie et al., 2013). Por ello, comprender los mecanismos básicos que se asocian a la impulsividad permitiría diseñar estrategias de intervención que favorezcan el manejo efectivo del problema en cuestión.

### **Comportamientos impulsivos**

El término impulsividad ha sido utilizado para describir distintos tipos de comportamiento, por lo que se ha considerado un concepto multidimensional. En términos generales, la conducta impulsiva se ha entendido como: (a) incapacidad para detener o inhibir comportamientos que producen consecuencias negativas, (b) preferencia por recompensas inmediatas en detrimento de recompensas demoradas, (c) propensión a involucrarse en comportamiento riesgosos, (d) inhabilidad para esperar, y finalmente (e) inatención (Bari & Robbins, 2013; Caswell, Bond, Duka & Morgan, 2015; de Wit, 2008; Evenden, 1999; Green & Myerson, 2013; Madden & Bickel, 2010; Perry & Carroll, 2008; Reynolds, Ortengren, Richards & de Wit, 2006). Aunque la evidencia no es concluyente, se ha sugerido que a cada uno de este tipo de comportamiento pueden subyacer procesos distintos. Particularmente, distintos resultados sugieren que, a los dos primeros, acción impulsiva y la elección impulsiva, les subyacen mecanismos distintos (Bari & Robbins, 2013; Churchwell & Yurgelun-Todd, 2011; Richards, Gancarz & Hawk, 2011). Adicionalmente, tra-

bajos con no humanos muestran que ambos procesos pueden participar, en distintos momentos, en el curso de una adicción (Diergaarde et al., 2008). Por ello, se describen algunos trabajos que relacionan e ilustran como estos tipos de impulsividad permitirían comprender mejor la recaída en el consumo de alcohol.

### **Inhibición conductual**

El primer mecanismo conductual a partir del cual se hace referencia al comportamiento impulsivo es denominado inhibición conductual, inhibición de respuesta o control conductual (Fillmore & Wafer, 2011; Bari & Robbins, 2013). La inhibición conductual ha mostrado vincularse a condiciones clínicas que suponen una falla para inhibir una respuesta, como es el caso del abuso de sustancias. Así, la acción impulsiva se manifestaría al dificultar posponer, detener/mantenerse en una acción, o cancelar una acción (Bari & Robbins, 2013).

La inhibición conductual ha sido estudiada en el laboratorio empleado dos procedimientos, el primero de los cuales es denominado stop signal task (SST) y el segundo conocido como go/no-go. El procedimiento SST evalúa la capacidad para inhibir (detener) una respuesta motora dominante. En términos generales, un ensayo inicia con una señal que indica el momento de emitir una respuesta motora para la que fue instruido el participante (e.g. presionar una tecla). En un segundo momento, después de una demora (usualmente en milisegundos y variable entre ensayos), se presenta una señal para detener la respuesta instruida al participante; dicha señal para inhibir aparece solo en porcentaje de los ensayos. La demora a la señal para detener la respuesta es variada hasta que el participante logra inhibir su respuesta en el 50% de los ensayos. Así, el procedimiento permite obtener dos medidas: el tiempo de reacción para responder y el tiempo de reacción para inhibir. La segunda medida es usada para identificar el comportamiento impulsivo—mayor tiempo de reacción para inhibir se asocia mayor nivel de impulsividad (Logan, Cowan & Davis, 1984; Reynolds, Ortengren, Richards & de Wit, 2006).

Los procedimientos tipo go/no-go también están diseñados para evaluar la habilidad de inhibir respuestas catalogadas como inapropiadas. Típicamente, en el procedimiento, se presentan ocho estímulos (e.g. números), cuatro de ellos denominados “correctos” y los otros cuatro, “incorrectos”. Los participantes deben responder solo ante los estímulos correctos (go) e inhibir la respuesta ante los incorrectos (no-go). Las respuestas que se ajustan a estos criterios son reforzadas (e.g. reciben puntos) y las que no, son penalizadas (e.g. se restan puntos) o no reforzadas. Así, en los ensayos, pueden presentarse errores por comisión al res-

ponder ante un estímulo “incorrecto” y errores por omisión al no responder a un estímulo “correcto”. En esta tarea, los errores por comisión son empleados como un indicador del nivel de impulsividad (Newman, Widom & Natham, 1985; Reynolds et al. 2006).

Las tareas empleadas para medir la capacidad de inhibir una respuesta han mostrado ser sensibles a los efectos del abuso de sustancias (Bari & Robbins, 2013; Fillmore & Weafer, 2011; Perry & Carroll, 2008). Algunos trabajos con humanos muestran que la incapacidad para inhibir una respuesta se asocia a una mayor propensión a iniciar o mantener un comportamiento adictivo (Fillmore & Weafer, 2011). Considerando la inhibición conductual, la recaída en el consumo de sustancias puede ser interpretada como una incapacidad de control inhibitorio de respuestas condicionadas ante señales ambientales que inducen el consumo o abuso (de Wit & Richards, 2004). La abstinencia representa, por el contrario, la capacidad de inhibir de manera recurrente respuestas dominantes de consumo ante la disponibilidad o señales asociadas.

El déficit en la habilidad para inhibir una respuesta se relaciona con el consumo de sustancias de distintas maneras. Monterosso, Aron, Cordova, Xu y London (2005) emplearon un procedimiento SST para evaluar el control inhibitorio de pacientes que manifestaron un (a) uso reciente de metanfetaminas, (b) reportaron al menos un año usando la sustancia y (c) cumplían con criterios del DSM-IV de dependencia, y compararon su ejecución con fumadores y no fumadores (control). Los resultados mostraron que el tiempo de reacción para inhibir una respuesta motora fue significativamente mayor para el grupo usuario de metanfetamina, sugiriendo mayores niveles de impulsividad dado al tipo de sustancia y niveles de dependencia.

La inhibición conductual también se asocia a los sesgos atencionales que se presenta en la dependencia al alcohol. Por ejemplo, Noël et al. (2007) evaluaron si personas dependientes al consumo de alcohol mostraban mayor dificultad para inhibir respuestas ante señales asociadas a la sustancia. Pacientes desintoxicados y en abstinencia durante 15 días previos al experimento fueron expuestos a un procedimiento tipo go/no-go que permitía medir la capacidad para inhibir una respuesta motora, los cambios atencionales ante estímulos y la influencia de estímulos o señales asociadas al consumo sobre las primeras funciones. Se presentaron en una pantalla cinco bloques de 18 palabras, la mitad de las cuales eran correctas (go) y la otra mitad incorrectas (no-go); ante la aparición de las primeras debían presionar una tecla, pero no ante la segunda. En cada bloque, las palabras “correctas” podían ser neutras o relacionadas con el alcohol. Los resultados mos-

traron que, comparado con el grupo control—personas sin historial de consumo—, el grupo experimental cometió mayor número de errores por comisión y omisión. Además, el grupo experimental registró un mayor número de errores por comisión cuando los estímulos relacionados con el alcohol funcionaban como el estímulo “correcto”. Estos resultados muestran como la dificultad para inhibir puede cambiar en función de señales asociadas al contexto de consumo; cambios momentáneos en los niveles de impulsividad que pueden ser centrales en la ocurrencia de la recaída (de Witt, 2008).

Algunos terapeutas consideran el consumo controlado como una meta para el tratamiento, por lo que identificar variables que favorecen la transición de un consumo controlado (caída) a un consumo problemático (recaída) es fundamental desde este abordaje. Tal como señala Fillmore y Weafer (2011), mecanismos inhibitorios pueden jugar un rol importante para determinar la cantidad de consumo en un episodio particular y explicar cómo el consumo controlado puede volverse excesivo. Algunos datos respaldan la participación de la inhibición conductual como mecanismo que media el consumo controlado y el excesivo.

Marczinski, Combs y Fillmore (2007) compararon los efectos agudos del alcohol entre consumidores moderados y personas que consumían cinco o más tragos estándar con el objetivo de evaluar si las diferencias entre ambos tipos de bebedores se vinculaban a una dificultad para inhibir. En el estudio, participaron estudiantes universitarios catalogados como bebedores sociales por consumir alcohol con poca frecuencia y aquellos que, de acuerdo a la evaluación, presentaban indicadores de dependencia al alcohol, resultando un patrón de consumo excesivo no solo en cantidad, sino también en frecuencia y duración de los episodios de consumo. Los participantes fueron expuestos a un procedimiento tipo go/no-go en el que la presentación del estímulo correcto o incorrecto era precedido por señales que anticipaban la probabilidad de aparición de cada uno. Los participantes iniciaron el procedimiento 30 minutos después de la administración (vía oral) de dos dosis absolutas de alcohol: 0.0 g/kg (placebo) y 0.65 g/kg, ambas administradas en sesiones espaciadas por lo menos 24 horas y máximo tres días. Los hallazgos mostraron que la proporción de fallas para inhibir una respuesta fue mayor en las personas catalogadas con consumo excesivo, particularmente en las sesiones en las que se administró alcohol. Así, la transición de una caída a una recaída puede obedecer a una dificultad para inhibir el consumo asociado a los efectos agudos del alcohol sobre el control inhibitorio.

El déficit para inhibir una conducta igualmente puede estar asociado al denominado efecto de violación de la abstinencia o violación de los límites de consu-

mo (Fillmore y Weafear, 2011). Con frecuencia se ha reportado que, tras experimentar una caída, las personas regresan a un patrón de consumo problemático, o sea, recaen (Shiffman et al., 1997). Este regreso ha sido explicado aludiendo a una respuesta emocional negativa que puede influenciar o modificar la capacidad de inhibir el consumo consecuente a una caída.

De esta manera, la inhibición conductual se ha descrito como un mecanismo asociado al consumo de sustancias y vinculado a la recaída. Aunque existe una asimetría importante entre detener una respuesta motora y detener el consumo de una sustancia o sustancias, los principios que subyacen a estos comportamientos pueden dar luz a posibles intervenciones que permitan adquirir dicha capacidad en personas que se recuperan de una adicción, particularmente cuando se busca el consumo controlado. Cabe mencionar que, al ser estos estudios de tipo cuasi-experimental, no es posible establecer la dirección de la relación entre impulsividad y recaída.

### **Descuento de recompensas demoradas**

El comportamiento impulsivo también ha sido identificado a partir de la preferencia por recompensas inmediatas en lugar de recompensas demoradas de mayor magnitud (Monterosso & Ainslie, 1999). Esta preferencia por la inmediatez de un evento reforzante ha sido explicada a partir del descuento de recompensas demoradas o descuento temporal, mecanismo que hace referencia a la observación de cómo la efectividad de un evento reforzante disminuye conforme se incrementa la demora a su obtención. Así, cuando las personas tienen la disyuntiva de elegir entre una recompensa inmediata poco benéfica y una recompensa demorada con mayores beneficios, pueden optar por la primera dado que la distancia temporal con la segunda supone un costo, lo cual reduce el control de dicha consecuencia sobre la conducta.

El descuento ha sido medido a partir de distintos procedimientos derivados de la psicofísica que permiten determinar el punto en que dos estímulos o alternativas resultan funcionalmente equivalentes (punto de indiferencia). Usualmente, las tareas empleadas registran la preferencia ante dos alternativas—una pequeña inmediata y otra más grande demorada—hasta identificar el punto de indiferencia entre ambas, y cómo dicho punto cambia al incrementar la demora a la recompensa grande. Por ejemplo, en los procedimientos denominados de ajuste, el valor de la recompensa inmediata aumenta o disminuye en función de la elección de los participantes: si en un primer ensayo se elige la recompensa demorada, el valor de la recompensa inmediata aumenta para el siguiente; si la alternativa elegida es

la inmediata, el valor de esta disminuye en el siguiente ensayo. El punto de indiferencia es establecido cuando los participantes alternan entre recompensas (se muestran indiferentes ante las alternativas) o después de un criterio preestablecido, posterior a lo cual se cambia la demora y se repite el procedimiento. Al final, se obtienen tantos puntos de indiferencia como demoras con las que fue presentada la recompensa grande (usualmente seis puntos de indiferencia). Con los valores obtenidos se construye una función de descuento que muestra como los puntos de indiferencia cambian, usualmente cuanto más demorada una recompensa, mayor probabilidad de que los participantes prefieran recompensas de menor magnitud.

Las funciones de descuento obtenidas muestran que la reducción de los puntos de indiferencia puede ser descrita mediante una función hiperboloide como la siguiente (Myerson & Green, 1995):

$$PI = A / (1 + kD)^s \quad (1)$$

donde PI es el punto de indiferencia o valor descontado de una recompensa demorada (A), D es la demora a la recompensa; k y s, son parámetros que reflejan la tasa de descuento y la relación no lineal de magnitud/demora, respectivamente. En el caso de k, mientras mayor es su valor, mayor es el descuento observado; valores cercanos a cero muestran un menor efecto de la demora sobre el valor de las recompensas.

Así, el descuento de recompensas demoradas ha sido utilizado como una medida que refleja el grado de impulsividad/autocontrol de los organismos: cuando el descuento es alto, mayor preferencia por la inmediatez de ciertos eventos es observada, aunque ello implique no recibir recompensas de mayor magnitud. De manera inversa, cuando el descuento es bajo, se observa que el valor de una recompensa es afectado en menor medida por el tiempo a su obtención, por lo que se observa mayor capacidad de esperar por recompensas más benéficas.

En este sentido, la tasa de descuento ha resultado una medida útil para reflejar la impulsividad asociada a distintos problemas clínicos. Concretamente, en el caso de las adicciones, refleja la tendencia de las personas a preferir los efectos inmediatos del consumo de drogas en lugar de aquellos obtenidos con la abstinencia; o a evitar en el corto plazo los efectos aversivos asociados a la abstinencia, favoreciendo los efectos más severos del consumo a largo plazo. De manera general, varios son los aspectos que vinculan el descuento y el comportamiento adictivo: primero, al comparar personas que usan, abusan o muestran algún ni-

vel de dependencia, se ha reportado que el historial con algún tipo de sustancia (alcohol, cocaína, heroína, anfetamina, entre otras) favorece mayores niveles de impulsividad (Madden & Bickel, 2010). Segundo, se ha reportado que el consumo crónico de una sustancia incrementa los niveles de impulsividad (Bickel, Odum & Madden, 1999). Tercero, la tasa de descuento permite reflejar diferencias en el patrón de consumo (e.g. consumo moderado vs consumo excesivo) (Field, Christiansen, Cole & Goudie, 2007). Cuarto, los hallazgos muestran una relación entre el tipo de sustancia y la tasa de descuento, de manera que usuarios de cocaína y heroína descuentan más que personas que consumen alcohol (Kirby & Petry, 2004). Quinto, la tasa de descuento es sensible a la aplicación de un tratamiento y a periodos prolongados de abstinencia, por lo que suele disminuir después de ambas condiciones (Heil, Johnson, Higgins & Bickel, 2006; Landes, Christensen & Bickel, 2012; Secades-Villa, Weidberg, García-Rodríguez, Fernández-Hermida & Yoon, 2014). Finalmente, se ha reportado que la tasa de descuento puede predecir la respuesta al tratamiento y la tasa de recaída (Dallery & Raiff, 2007; Krishnan-Sarin, 2007; MacKillop & Kaheler, 2009; Stanger et al., 2012; Yoon & cols., 2007; Washio et al., 2011).

Al considerar específicamente la recaída, el descuento de recompensas demoradas predice el abandono de la abstinencia por fumadores. Por ejemplo, Dallery y Raiff (2007) diseñaron un modelo de laboratorio para evaluar la relación entre el descuento de recompensas, la conducta de fumar tras un periodo de privación de nicotina y el efecto del uso de parches. Al ser un modelo de laboratorio, los voluntarios fueron incluidos en el estudio al cumplir tres criterios: (1) no tener la intención de dejar de fumar; (2) fumar por lo menos un paquete de cigarrillos al día; (3) tener entre 18 y 60 años de edad. En las sesiones experimentales, se conformaron dos grupos, uno experimental (uso de parche) y otro control (placebo), ambos fueron privados de fumar durante tres horas y posteriormente respondieron una tarea de descuento temporal y otros instrumentos. En seguida, iniciaron una tarea compuesta por ensayos con intervalos de 30 segundos, lapso en el que los participantes podían fumar o recibir cierta cantidad de dinero por abstenerse, es decir, los participantes podían elegir entre dar una fumada o recibir dinero cada 30 segundos durante cualquier momento del intervalo. Ante estas condiciones, los resultados mostraron que las personas que fumaron durante la sesión experimental, al margen de la magnitud de la recompensa, mostraron una mayor tasa de descuento.

Por otro lado, en un contexto más natural, MacKillop y Kaheler (2009) analizaron de manera prospectiva la relación entre el grado de descuento con el

cese de uso de tabaco. Con ese objetivo, fumadores frecuentes durante al menos un año y que al inicio del estudio fumaban 10 cigarros o más al día, fueron expuestos a cuatro sesiones de terapia individual durante tres semanas y a terapia de remplazo de nicotina durante ocho semanas. La principal medida del efecto del tratamiento fue la cantidad de días hasta el primer consumo, consistente con los hallazgos encontrados en el laboratorio, al comparar los participantes que presentaron una caída de manera inmediata y aquellos que permanecían en abstinencia a los seis meses, se observó que los primeros tenían una mayor tasa de descuento antes del tratamiento.

Ahora, relevante para este análisis resulta la consideración de la recaída como un fenómeno de reversión de la preferencia (Monterosso & Ainslie, 2007). La reversión de la preferencia se refiere a que los organismos inicialmente prefieren alternativas más benéficas cuando todas las opciones están alejadas en el tiempo, pero cambian su preferencia a favor de alternativas inicialmente no preferidas menos benéficas o inclusive perjudiciales cuando, en un segundo momento, estas tienen el atractivo de ser inmediatas o menos demoradas. Uno de los primeros estudios sobre la reversión de la preferencia, realizado con no-humanos (pichones), reportó que la preferencia cambiaba en función la demora al reforzador: los pichones preferían acceso inmediato a comida durante dos segundos cuando la otra alternativa implicaba una demora de cuatro segundos al reforzador (e.i. cuatro segundos de acceso). No obstante, incrementar progresivamente dos segundos la demora a ambas recompensas (hasta 16 segundos la recompensa mayor y 12 la menor) revertía la preferencia hacia la recompensa de mayor magnitud (Ainslie & Herrnstein, 1981). Estos resultados son consistentes con lo reportado por Green, Fisher, Perlow y Sherman (1981) quienes utilizaron dos y seis segundos de acceso a comida, y una demora entre recompensas (diferencia de tiempo entre las recompensas) de cuatro segundos.

La reversión de la preferencia se ha evaluado también con participantes humanos. Green, Fristoe y Myerson (1994) solicitaron a los participantes indicar su preferencia entre varios pares de recompensas (20 vs 50, 100 vs 250 y 500 vs 1250), de los cuales la magnitud menor podía obtenerse de manera inmediata o después de cierta demora (1 semana, 2 semanas, 1 mes, 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 3 años, 5 años, 7 años, 10 años, 12 años, 15 años, 17 años, o 20 años), mientras que la magnitud mayor era obtenida después de la demora a la recompensa pequeñas más otro lapso— demora entre recompensas — que iba igual desde 1 semana hasta 20 años. En esta preparación, pudo constatar que las personas elegían en menor

medida la recompensa grande demorada cuando había una opción inmediata, pero dicha preferencia cambiaba al incrementarse la demora de ambas, consistente con lo reportado con no-humanos. Igualmente, agregar demoras de menor duración producía la reversión señalada cuando la magnitud de las recompensas incrementaba. Además, pudo corroborarse que el cambio en la preferencia dependía también de la demora entre recompensas: a mayor demora entre recompensas, menor proporción de participantes revertían la preferencia. Estos resultados, consistentes con los reportados por Kirby y Herrnstein (1995) y corroborados en situaciones de pérdidas (Holt, Green, Myerson y Estle, 2008), permiten identificar parámetros útiles para evaluar con personas que usan o abusan de sustancias.

Finalmente, una evaluación más directa del papel del descuento en la reversión de la preferencia fue realizada por Yi, Matusiewicz y Tyson (2016), quienes expusieron a los participantes a dos tareas experimentales, una para medir la tasa de descuento y otra para medir la reversión de la preferencia. La tarea de reversión de la preferencia era una adaptación de los procedimientos mencionados anteriormente, y se utilizó para clasificar a los participantes en tres grupos: descuento alto, moderado y bajo. Posteriormente, la tasa de descuento fue evaluada para cada participante y contrastada en función de los grupos establecidos. Los resultados mostraron que la predicción hecha a partir de la tarea de reversión correspondió para los grupos de descuento alto y bajo, no así para los de descuento medio. Se puede concluir que entender la recaída como un fenómeno de reversión de la preferencia contextualiza la recaída como un proceso en el cual la preferencia de las personas es modulada por distintas condiciones asociadas a la impulsividad.

Los datos ya generados muestran que el punto de reversión y la tasa de descuento están relacionadas y precisar tal relación puede ser útil para comprender problemas relacionados con la salud, concretamente la recaída. Las personas tratadas por abuso de sustancias suelen considerar la abstinencia como una alternativa que les dejará mayores beneficios a largo plazo (e.g. estabilidad laboral, mejor salud, etc.), y por tanto más valiosa que consumir alguna droga nuevamente. No obstante, cuando la posibilidad de consumir se vuelve inmediata (e.g., la persona está de nuevo en una situación con la droga presente), recurrentemente suele observarse la reversión de la preferencia inicial por abstinencia (Madden & Bickel, 2010). El análisis del proceso que lleva a cambiar la preferencia a favor del consumo puede coadyuvar en el desarrollo de intervenciones más eficaces para prevenir la recaída.

### **Algunas implicaciones para el tratamiento**

Las metas en el tratamiento del abuso de sustancias suele ser la abstinencia, y en algunos casos el consumo controlado, es decir, el consumo por debajo de cierto nivel (Louquiens, Reynaud & Aubin, 2011). Si el comportamiento impulsivo tiene un rol en la recaída, como los datos citados sugieren, lograr la abstinencia implicaría brindar estrategias o generar condiciones que faciliten inhibir respuestas y/o ser sensibles a consecuencias demoradas.

Resultados que han mostrado modular la tasa de descuento pueden ser implementados en el tratamiento de personas con dependencia a las sustancias. Monterosso y Ainslie (2007) describieron como ciertas estrategias, a las que denominan de pre-compromiso, pueden usarse para lograr manejar la reversión de la preferencia. Una estrategia consiste en favorecer responder ante situaciones intertemporales como si pertenecieran a un conjunto de situaciones (y no como situaciones aisladas), de manera que una primera elección dentro del conjunto debe mantenerse en las sucesivas, por lo que preferir una alternativa resultaría en el mismo resultado en las situaciones siguientes. Hasta hora, los resultados sugieren que elegir ante alternativas que implican secuencia facilita elegir la recompensa demorada (Kirby & Guastello, 2001). Elegir la serie de recompensas demoradas sobre la serie de recompensas inmediatas se ha explicado a partir de un efecto aditivo del valor de las recompensas, resultando de esta manera más valiosa la alternativa demorada.

La preferencia por recompensas inmediatas también es afectada por la forma en que se describe la situación de elección. Distintos trabajos han reportado el denominado efecto de “framing”, en el que se describe como la preferencia por recompensas demoradas puede favorecerse al formular la situación de distintas maneras (DeHart & Odum, 2015; Margen, Dweck & Gross, 2008). Por ejemplo, DeHart y Odum (2015) evaluaron como la forma en que se expresaba la demora a las recompensas afectaba el valor de estas. Los participantes respondieron tareas en las que la demora era presentada como un intervalo de tiempo (e.g. 1 mes), como una fecha en el calendario (e.g. 13 de Octubre) o la cantidad de días (e.g. 31 días). Los resultados mostraron que la tasa de descuento dependía de cómo se presentaba la demora, el uso de fechas específicas produjo una menor tasa de descuento. Con base en este resultado, lograr una meta, por ejemplo, la reducción del consumo en cierto nivel, puede facilitarse al especificar fechas concretas.

### Direcciones futuras

Hasta ahora, se ha mostrado que la aplicación de un tratamiento favorece la reducción de la impulsividad en personas con problemas de adicción. No obstante, no es claro de qué manera la reducción de la impulsividad se asocia con los resultados del tratamiento. Futuros trabajos requieren evaluar de manera directa manipulaciones que reduzcan la tasa de descuento o incrementen la capacidad de inhibir, y evaluar cómo dichas manipulaciones favorecen la abstinencia o la reducción en la frecuencia y/o cantidad de consumo, así como el mantenimiento del cambio a lo largo del tiempo.

Finalmente, como se ha mostrado, la relación entre impulsividad y la conducta adictiva se ha desarrollado paralelamente en función de los mecanismos estudiados, sin evaluar sistemáticamente la relación entre estos. Los procedimientos para estudiar inhibición y descuento temporal claramente miden aspectos distintos, mas no es claro si esta distinción es útil para comprender la recaída. En este sentido, cabe preguntarse si el regreso al consumo obedece a mecanismos distintos, si estos son excluyentes y qué variables hacen que uno u otro influyan en el regreso al consumo.

### Referencias

- Ainslie, G. & Herrnstein, R. J. (1981). Preference reversal and delayed reinforcement. *Animal Learning & Behavior*, 9(4), 476-482. doi: 10.3758/BF03209777
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79. doi: 10.1016/j.pneurobio.2013.06.005
- Bickel, W. K., Odum, A. L., & Madden, G. J. (1999). Impulsivity and cigarette smoking: delay discounting in current, never, and ex-smokers. *Psychopharmacology*, 146(4), 447-454.
- Bouton, M. E. (2014). Why behavior change is difficult to sustain. *Preventive Medicine*, 68, 29-36. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.06.010
- Caswell, A. J., Bond, R., Duka, T., & Morgan, M. J. (2015). Further evidence of the heterogeneous nature of impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 76, 68-74. doi: 10.1016/j.paid.2014.11.059

- Churchwell, J. C., & Yurgelun-Todd, D. A. (2011). Neuroimaging, adolescence, and risky behavior. En M. T. Bardo & D. H. Fishbein (Edits), *Inhibitory Control and Drug Abuse Prevention* (pp. 13-41). Springer New York.
- Dallery, J., & Raiff, B. R. (2007). Delay discounting predicts cigarette smoking in a laboratory model of abstinence reinforcement. *Psychopharmacology*, *190*(4), 485-496. doi: 10.1007/s00213-006-0627-5
- DeHart, W. B., & Odum, A. L. (2015). The effects of the framing of time on delay discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *103*(1), 10-21. doi: 10.1002/jeab.125
- de Wit, H. (2008). Impulsivity as a determinant and consequence of drug use: A review of underlying processes. *Addiction Biology*, *14*(1), 22-31. doi: 10.1111/j.1369-1600.2008.00129.x
- de Wit, H., & Richards, J. B. (2004). Dual determinants of drug use in humans: reward and impulsivity. In 50th Nebraska Symposium on Motivation, Mar, 2002, University of Nebraska, Lincoln, NE, US; Presented at the aforementioned symposium. University of Nebraska Press.
- Dick, D. M., Smith, G., Olausson, P., Mitchell, S. H., Leeman, R. F., O'Malley, S. S., & Sher, K. (2010). *Understanding the construct of impulsivity and its relationship to alcohol use disorders*. *Addiction Biology*, *15*(2), 217-226. doi: 10.1111/j.1369-1600.2009.00190.x.
- Diergaarde, L., Pattij, T., Poortvliet, I., Hogenboom, F., de Vries, W., Schoffelmeier, A. N., & De Vries, T. J. (2008). Impulsive choice and impulsive action predict vulnerability to distinct stages of nicotine seeking in rats. *Biological Psychiatry*, *63*(3), 301-308. doi: 10.1016/j.biopsych.2007.07.011
- Dom, G., D'haene, P., Hulstijn, W., & Sabbe, B. G. C. C. (2006). Impulsivity in abstinent early- and late-onset alcoholics: differences in self-report measures and a discounting task. *Addiction*, *101*(1), 50-59. doi: 10.1111/j.1360-0443.2005.01270.x
- Donovan, D. M., & Marlatt, G. A. (2005). *Assessment of addictive behaviors*. New York: Guilford Press.
- Dube, W. V. (2013). Translational research in behavior analysis. En G. J. Madden (Ed.). *APA Handbook of Behavior Analysis*. Washington: American Psychological Association.
- Evenden, J. L. (1999). *Varieties of impulsivity*. *Psychopharmacology*, *146*(4), 348-361.
- Fernie, G., Peeters, M., Gullo, M. J., Christiansen, P., Cole, J. C., Sumnall, H., & Field, M. (2013). Multiple behavioural impulsivity tasks predict pros-

- pective alcohol involvement in adolescents. *Addiction*, 108(11), 1916-1923. doi:10.1111/add.12283
- Field, M., Christiansen, P., Cole, J., & Goudie, A. (2007). Delay discounting and the alcohol Stroop in heavy drinking adolescents. *Addiction*, 102(4), 579-586. doi: 10.1111/j.1360-0443.2007.01743.x
- Fillmore, M. T., & Weafer, J. (2011). Impaired inhibitory control as a mechanism of drug abuse. In *Inhibitory Control and Drug Abuse Prevention* (pp. 85-100). Springer New York.
- Green, L., Fristoe, N., & Myerson, J. (1994). Temporal discounting and preference reversals in choice between delayed outcomes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(3), 383-389.
- Green, L., & Myerson, J. (2013). How many impulsivities? A discounting perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 99(1), 3-13. doi: 10.1002/jeab.1
- Heil, S. H., Johnson, M. W., Higgins, S. T., & Bickel, W. K. (2006). Delay discounting in currently using and currently abstinent cocaine-dependent outpatients and non-drug-using matched controls. *Addictive Behaviors*, 31(7), 1290-1294. doi: 10.1016/j.addbeh.2005.09.005
- Holt, D. D., Green, L., Myerson, J., & Estle, S. J. (2008). Preference reversals with losses. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(1), 89-95. doi: 10.3758/PBR.15.1.89
- Kirby, K. N., & Guastello, B. (2001). Making choices in anticipation of similar future choices can increase self-control. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(2), 154. doi: 10.1037/1076-898X.7.2.154
- Kirby, K. N. & Herrnstein, R. J. (1995). Preference reversals due to myopic discounting of delayed reward. *Psychological Science*, 6(2), 83-89.
- Kirby, K. N., & Petry, N. M. (2004). Heroin and cocaine abusers have higher discount rates for delayed rewards than alcoholics or non-drug-using controls. *Addiction*, 99(4), 461-471. doi: 10.1111/j.1360-0443.2003.00669.x
- Koob GF, Volkow ND (2009) Neurocircuitry of addiction. *Neuropsychopharmacology*, 35, 217–238. DOI: 10.1038/npp.2009.110
- Krishnan-Sarin, S., Reynolds, B., Duhig, A. M., Smith, A., Liss, T., McFetridge, A., ... & Potenza, M. N. (2007). Behavioral impulsivity predicts treatment outcome in a smoking cessation program for adolescent smokers. *Drug and Alcohol dependence*, 88(1), 79-82. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2006.09.006

- Landes, R. D., Christensen, D. R. & Bickel, W. K. (2012). Delay discounting decreases in those completing treatment for opioid dependence. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 20(4), 302-309. doi: 10.1037/a0027391
- Lerman, D. C. (2003). From the laboratory to community application: Translational research in behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 36(4), 415-419. doi:10.1901/jaba.2003.36-415
- Logan, G. D., Cowan, W. B., & Davis, K. A. (1984). On the ability to inhibit simple and choice reaction time responses: a model and a method. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(2), 276.
- Loree, A. M., Lundahl, L. H., & Ledgerwood, D. M. (2015). Impulsivity as a predictor of treatment outcome in substance use disorders: Review and synthesis. *Drug and Alcohol Review*, 34(2), 119-134. doi: 10.1111/dar.12132
- Luquiens, A., Reynaud, M., & Aubin, H. J. (2011). Is controlled drinking an acceptable goal in the treatment of alcohol dependence? A survey of French alcohol specialists. *Alcohol and Alcoholism*, 46(5), 586-591. doi: 10.1093/alcalc/agr083
- MacKillop, J., & Kahler, C. W. (2009). Delayed reward discounting predicts treatment response for heavy drinkers receiving smoking cessation treatment. *Drug and Alcohol Dependence*, 104(3), 197-203. doi:10.1016/j.drugalcdep.2009.04.020
- Madden, G. J., & Bickel, W. K. (2010). Impulsivity: The behavioral and neurological science of discounting. American Psychological Association.
- Magen, E., Dweck, C. S., & Gross, J. J. (2008). The hidden-zero effect representing a single choice as an extended sequence reduces impulsive choice. *Psychological Science*, 19(7), 648-649. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02137.x
- Maisto, S., Pollock, N. K., Cornelius, J. R., Lynch, K. G., & Martin, C. S. (2003). Alcohol relapse as a function of relapse definition in a clinical sample of adolescents. *Addictive Behaviors*, 28(3), 449-459. doi: 10.1016/S0306-4603(01)00267-2
- Marczinski, C. A., Combs, S. W., & Fillmore, M. T. (2007). Increased sensitivity to the disinhibiting effects of alcohol in binge drinkers. *Psychology of Addictive Behaviors*, 21(3), 346. doi: 10.1037/0893-164X.21.3.346
- McLellan, A. T., Lewis, D. C., O'Brien, C. P., & Kleber, H. D. (2000). Drug dependence, a chronic medical illness: Implications for treatment, insurance, and outcomes evaluation. *Journal of the American Medical Association*, 284, 1689-1695. doi: 10.1001/jama.284.13.1689

- Monterosso, J., & Ainslie, G. (1999). Beyond discounting: possible experimental models of impulse control. *Psychopharmacology*, *146*(4), 339-347.
- Monterosso, J., & Ainslie, G. (2007). The behavioral economics of will in recovery from addiction. *Drug and Alcohol Dependence*, *90*, 100-111. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2006.09.004
- Monterosso, J. R., Aron, A. R., Cordova, X., Xu, J., & London, E. D. (2005). Deficits in response inhibition associated with chronic methamphetamine abuse. *Drug and Alcohol Dependence*, *79*(2), 273-277. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2005.02.002
- Moore, T. M., Seavey, A., Ritter, K., McNulty, J. K., Gordon, K. C., & Stuart, G. L. (2014). Ecological momentary assessment of the effects of craving and affect on risk for relapse during substance. *Abuse Treatment*, *28*(2), 619-624. doi: 10.1037/a0034127
- Myerson, J., & Green, L. (1995). Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *64*(3), 263-276.
- Madden, G. J. & Bickel, W. (2010). *Impulsivity. The behavioral and neurological science of discounting.* Washington: American Psychological Association.
- Newman, J. P., Widom, C. S., & Nathan, S. (1985). Passive avoidance in syndromes of disinhibition: Psychopathy and extraversion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *48*(5), 1316.
- Noël, X., Van der Linden, M., d'Acremont, M., Bechara, A., Dan, B., Hanak, C., & Verbanck, P. (2007). Alcohol cues increase cognitive impulsivity in individuals with alcoholism. *Psychopharmacology*, *192*(2), 291-298. doi: 10.1007/s00213-006-0695-6
- Perry, J. L., & Carroll, M. E. (2008). The role of impulsive behavior in drug abuse. *Psychopharmacology*, *200*(1), 1-26. doi: 10.1007/s00213-008-1173-0
- Reynolds, B., Ortengren, A., Richards, J. B., & de Wit, H. (2006). Dimensions of impulsive behavior: Personality and behavioral measures. *Personality and Individual Differences*, *40*(2), 305-315. doi: 10.1016/j.paid.2005.03.024
- Richards, J. B., Gancarz, A. M., & Hawk Jr, L. W. (2011). Animal models of behavioral processes that underlie the occurrence of impulsive behaviors in humans. En M. T. Bardo & D. H. Fishbein (Edits), *Inhibitory Control and Drug Abuse Prevention* (pp. 13-41). Springer New York.
- Secades-Villa, R., Weidberg, S., García-Rodríguez, O., Fernández-Hermida, J. R., & Yoon, J. H. (2014). Decreased delay discounting in former cigarette smokers at one year after treatment. *Addictive Behaviors*, *39*(6), 1087-1093. doi: 10.1016/j.addbeh.2014.03.015

- Shiffman, S., Hickcox, M., Paty, J. A., Gnys, M., Kassel, J. D., & Richards, T. J. (1997). The abstinence violation effect following smoking lapses and temptations. *Cognitive Therapy and Research, 21*(5), 497-523.
- Stanger, C., Ryan, S. R., Fu, H., Landes, R. D., Jones, B. A., Bickel, W. K., & Budney, A. J. (2012). Delay discounting predicts adolescent substance abuse treatment outcome. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 20*(3), 205. doi: 10.1037/a0026543
- Stockwell, T. (1999). Should a few hours of therapy change behavior 3 years later? *Addiction, 94*, 50–52.
- Strowig, A. B. (2000). Relapse determinants reported by men treated for alcohol addiction: the prominence of depressed mood. *Journal of Substance Abuse Treatment, 19*(4), 469–474 doi: 10.1016/S0740-5472(00)00122-7
- Washio, Y., Higgins, S. T., Heil, S. H., McKerchar, T. L., Badger, G. J., Skelly, J. M., & Dantona, R. L. (2011). Delay discounting is associated with treatment response among cocaine-dependent outpatients. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 19*(3), 243. doi: 10.1037/a0023617.
- Witteman, J., Post, H., Tarvainen, M., de Bruijn, A., Perna, E., Ramaekers, J. G., & Wiers, R. W. (2015). Cue reactivity and its relation to craving and relapse in alcohol dependence: A combined laboratory and field study. *Psychopharmacology, 232*(20), 3685–3696. doi: 10.1007/s00213-015-4027-6
- Yi, R., Matusiewicz, A. K., & Tyson, A. (2016). Delay Discounting and Preference Reversals by Cigarette Smokers. *The Psychological Record, 66*(2), 235-242. doi: 10.1007/s40732-016-0165-4
- Yoon, J. H., Higgins, S. T., Heil, S. H., Sugarbaker, R. J., Thomas, C. S., & Badger, G. J. (2007). Delay discounting predicts postpartum relapse to cigarette smoking among pregnant women. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 15*(2), 176. doi: 10.1037/1064-1297.15.2.186

## XVI

# Evaluación de la personalidad en adolescentes con distinto orden de nacimiento y número de hermanos

*Karla Cruz Sánchez<sup>a</sup>, Verónica Reyes Meza<sup>b</sup>,  
Robyn Elizabeth Hudson<sup>c</sup>, Margarita Martínez Gómez<sup>b, c</sup>  
y Amando Bautista Ortega<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UATx;

<sup>b</sup>CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA, UATx;

<sup>c</sup>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS, UNAM

*“El estudio de la personalidad podría verse favorecido  
al integrar principios de la biología evolutiva”.*  
(Michalski, 2010)

### **Resumen**

Los hermanos forman una parte importante del ambiente de desarrollo: su presencia se ha asociado a diferencias individuales en morfología, fisiología y conducta. En humanos uno de los fenómenos más estudiados es la relación entre el orden de nacimiento y la conducta. Clásicamente, los primogénitos son descritos como responsables y obedientes, mientras que los hijos últimos son más sociables, juguetones y abiertos a nuevas experiencias. Sin embargo, algunos investigadores han cuestionado tal efecto del orden de nacimiento señalando que las conductas descritas podrían ser más un resultado del ingreso económico y la escolaridad de los padres. En el presente estudio evaluamos la personalidad en adolescentes con diferente orden de nacimiento y número de hermanos en una comunidad cuyos ingresos económicos se encuentran por debajo de la media nacional. Evaluamos la personalidad en 437 estudiantes de secundaria (207 hombres y 230 mujeres) usando utilizando la versión en español del Big Five Questionnaire (BFQ). Los resultados mostraron en

hombres efecto del orden de nacimiento y número de hermanos en responsabilidad, apertura a nuevas experiencias y afabilidad; en mujeres no hay efecto del orden de nacimiento, pero el número de hermanos tiene efecto sobre la extroversión y la apertura a la experiencia. A pesar de que en familias con bajos ingresos algunos rasgos conductuales están asociados con el orden de nacimiento, nuestros resultados no son contundentes y el debate continúa. Es recomendable evaluar la personalidad utilizando otros métodos de registro conductual adicionales.

### **Introducción**

El enfoque darwinista considera que en la naturaleza, la diversificación entre individuos es una estrategia evolutivamente estable que permite a los miembros de una especie luchar por recursos limitados (Smith 1974, 1979, Sulloway 1983, 1998). Tal diversificación incluye explicaciones acerca del desarrollo de las diferencias individuales en conducta o personalidad (Hughes 2000).

La personalidad es utilizada como sinónimo de perfil conductual, estilo de afrontamiento, fenotipo conductual y temperamento, puede variar notablemente entre los miembros de una misma especie, y básicamente, se refiere a las diferencias individuales en conducta (incluyendo variaciones en el sustrato fisiológico de las mismas) que presenta cada individuo (Sachser y cols. 2011) y que son estables a través del tiempo y consistentes entre contextos diferentes; además, se sabe que estas diferencias se encuentran relacionadas estrechamente a su historia de vida (Réale y cols. 2010, Stamps y Groothuis 2010, Koolhaas y cols. 2010, Michalski y cols. 2010).

Desde la perspectiva de la ecología conductual, la personalidad es la diferencia conductual entre individuos de la misma especie o población, a pesar de que se encuentren experimentando las mismas condiciones ecológicas (Nettle y Penke 2010).

En estudios de la personalidad en seres humanos, los investigadores han incluido factores familiares como el estilo de crianza y el grado de cuidado parental. Sin embargo, han omitido la función adaptativa y evolutiva de la conducta. Desde la perspectiva de la psicología evolucionista se considera que los patrones de pensamiento, sentimientos, y conductas han evolucionado debido a la presión y los cambios ambientales que promovieron el desarrollo de diferencias individuales para competir por recursos limitados (Michalski y cols., 2010).

Así, desde esta perspectiva se ha estudiado el nicho familiar planteando explicaciones acerca de porqué los hermanos son tan diferentes entre sí. De forma similar a otros animales se ha descrito que una fuente importante para el surgimiento de las

diferencias entre hermanos es la competencia por los recursos limitados (Sulloway 1998). En este caso las disputas por la inversión y el afecto de los padres son factores que generan rivalidades y promueven la diversificación entre ellos.

Los recursos que los padres proporcionan a sus hijos se denominan *inversión parental*, y comprende tanto recursos materiales como afectivos, tiempo, atención, paciencia, etc. Los hijos esperan que sus padres se relacionen con ellos dos veces más de lo que se relacionarían con sus hermanos, sin importar el monto total de recursos que los padres posean (Sulloway 2010). El efecto del número de hermanos se ha asociado con la teoría de la dilución de los recursos, la cual postula que la presencia de un mayor número de hermanos se encuentra asociada con un menor acceso a los recursos. Esta situación ocasiona déficits especialmente en el desarrollo de los hijos últimos (Ochiai y cols. 2012). Por ejemplo, Lawson y Mace en 2008 estudiaron el efecto del número de hermanos a largo plazo en familias británicas - de nivel socioeconómico medio y alto - pertenecientes a comunidades rurales y urbanas.

En dicho estudio dieron seguimiento a las madres y a sus respectivos hijos ( $n=12349$ ) desde el nacimiento de éstos hasta la edad de 10 años manteniendo registros periódicos para cada uno de ellos. La muestra que analizaron fue de 7038 participantes voluntarios de diferentes familias que completaron los criterios de permanencia al final del estudio. Asociaron el número de hermanos y el tamaño de la familia a la tasa de crecimiento y la estatura de cada uno de los hijos, considerando además variables asociadas a la dinámica familiar como nivel socioeconómico, adopciones, crianza con padres y mortalidad de los hermanos en cada análisis.

Concluyeron que la presencia de hermanos está asociada con déficits en la tasa de crecimiento y la estatura durante la primera década en la vida de los infantes, es decir, a la edad de 10 años los primogénitos son 13.5 mm más altos que los sujetos que tienen un hermano mayor y son 17.4 mm más altos que aquellos que tienen dos o más hermanos. Además, la tasa de crecimiento de los que tienen un hermano mayor es de -2.6 mm y de los que tienen dos o más hermanos mayores es de -2.7 mm (Lawson y Mace 2008), sin importar el nivel socioeconómico.

Los hermanos utilizan sus ventajas físicas como el tamaño y la fuerza, el tamaño de la prole<sup>1</sup> y la posición que ocupan dentro de la familia<sup>2</sup>, como factores cruciales para reducir la competencia (Sulloway 2010). Así, las diferencias que

---

1 Se refiere al número de hijos o hermanos en una familia (Sulloway 2010).

2 Son las diferencias específicas en la posición dentro de la familia con respecto al número de hermanos, tales como ser el primero, el segundo, o el tercer hijo (Sulloway 2010).

presentan los hermanos dentro de la familia con diferente orden de nacimiento en tamaño, fuerza y estatus. Estos contrastes los disponen para adoptar distintas estrategias y maximizar la inversión de los padres para su bienestar (Somit y Peterson 2001).

Sulloway (1998) propone que a medida que los niños crecen luchan por establecer su propio espacio individual dentro de la familia. Al desarrollar intereses y capacidades distintas, los hermanos reducen la competitividad directa y es así que el orden de nacimiento podría influir en el moldeamiento de la personalidad.

### **Personalidad y orden de nacimiento**

El modelo más utilizado para describir las características de personalidad desde la psicología evolucionista es el de los cinco grandes factores o dimensiones que son sentido de responsabilidad, extroversión, apertura a nuevas experiencias, afabilidad y neuroticismo. De esta forma, se ha descrito que en sentido de responsabilidad los primogénitos se caracterizan por ser más organizados, obedientes y autodisciplinados que sus hermanos menores (Sulloway 2007); y que es por ello que, los hijos mayores son generalmente considerados como el orgullo de la familia (Paulhus y cols. 1999).

En el factor de extroversión, los primogénitos se reportan como tímidos, introvertidos y cautos, mientras que a los hijos menores como extrovertidos, sociales y osados (Sulloway 1998, 2001).

En el rasgo de apertura a nuevas experiencias, los hijos últimos son quienes tienen puntuaciones más altas, debido a que se les describe como arriesgados, poco convencionales, nada tradicionales, propensos a la fantasía y atraídos por la novedad (Sulloway 1998).

En cuanto al rasgo de afabilidad, mientras que los primogénitos suelen ser moralistas, egoístas y respetuosos; los hijos últimos son descritos como agradables, afables y con habilidades sociales (Sulloway 2001).

En el rasgo de neuroticismo los hallazgos son poco contundentes, esta dimensión de la personalidad se asocia con rasgos poco adaptativos, además, se encuentra en función de los roles dentro de la dinámica familiar. Sin embargo, es posible que los primogénitos muestren más ansiedad con respecto a su posición social y temor por perder su nicho en el sistema familiar (Sulloway 1998).

Tradicionalmente, se ha descrito que los primogénitos tienden a recibir mayor inversión de sus padres y a seleccionar sus nichos dentro del sistema familiar. Para ello los primogénitos alinean sus intereses con los de sus padres y muestran

una fuerte motivación por cumplir las expectativas paternas, son responsables, ambiciosos, organizados y presentan mayores logros académicos que sus hermanos (Majoribanks 1988). Mientras que se ha descrito que los hijos últimos tienden a identificarse menos con sus padres, cuestionan el , se resisten a la autoridad y tienden a ser más rebeldes, creativos e innovadores (Sulloway 1998, 2007, Healey y Ellis 2007, Dixon y cols. 2008).

La estrategia de los hermanos menores para competir por el espacio ya ocupado por su hermano mayor, es diversificarse, lo que significa que intentarán ocupar un espacio alternativo en donde no tengan que ser comparados directamente con sus hermanos mayores.

Sin embargo, la evidencia de la influencia del orden de nacimiento y el número de hermanos sobre la personalidad ha sido cuestionada por Ernst y Angst (Healey y Ellis 2007, Bleske-Rechek y Kelley 2013) quienes postularon que esta asociación podría presentar un efecto confundido e incluso nulo si se consideran factores como nivel socioeconómico y tamaño de la familia. Así mismo señalan las contradicciones en los datos obtenidos en los rasgos de personalidad, aunque éstas podrían deberse a que se evalúan rasgos con criterios poco adaptativos y funcionales para los individuos (Sulloway, 2001).

Dixon y cols. (2008) estudiaron la competencia entre hermanos y sus efectos sobre la personalidad mediante la aplicación del Cuestionario de Personalidad de Eysenck, comparando a los sujetos intra- e inter familia. Sus resultados muestran que los hijos últimos obtuvieron mayores puntajes que los primogénitos en el rasgo de extroversión para ambos casos. Sus resultados sugieren que la prevalencia en el rasgo de extroversión en los hijos últimos podría ser una estrategia indirecta de competencia por el recurso parental.

De forma adicional, Bleske-Rechek y Kelley (2013) reportan que los efectos del orden de nacimiento y el número de hermanos sobre la personalidad, no son tan claros fuera del entorno familiar. Es decir, los primogénitos pueden ser dominantes con sus hermanos menores dentro de la familia, pero es complicado mantener esta jerarquía en un ambiente como el escolar, o ante otros contextos.

Otra variable discutida es el intervalo de edad entre hermanos inmediatos. Se ha descrito que cuando los intervalos de edad entre los hermanos son muy estrechos los patrones conductuales de diferenciación entre ellos se evidencian claramente. Cuando el intervalo de edad entre los hermanos es mayor o igual a 5 años, probablemente el efecto del orden de nacimiento se diluya debido a que la competencia pasa a segundo término, ya que los sujetos que tienen un intervalo de edad

más lejano con su hermano inmediato, y por lo tanto una posición más estable en la familia, no necesitan competir tan intensamente, lo que podría mitigar el efecto del orden de nacimiento sobre la personalidad (Sulloway 1998).

Otras variables que se encuentran implicadas en la interacción entre hermanos y el moldeamiento de diferencias individuales en personalidad son la presencia de gemelos, la interacción con medios hermanos, la mortalidad de hermanos, la crianza con los padres u otros cuidadores, la edad y el orden de nacimiento de los padres.

Debido a la controversia generada se han realizado estudios en torno al debate de si existen o no efectos del orden de nacimiento sobre la personalidad en humanos. Uno de los más importantes es el estudio realizado por Rorher y cols. (2015) quienes realizaron un meta-análisis considerando un diseño entre familias ( $n=17030$ ) y dentro de las familias ( $n=3156$ ). Sus resultados explican que la contradicción en los datos obtenidos se debe al tipo de instrumento utilizado en cada estudio, destacando entre ellos el caso de los autoreportes que se limitan a la autoevaluación del individuo. Otra explicación es el hecho de ignorar la complejidad de la personalidad, es decir no considerar que cada rasgo o dimensión principal puede tener más de una subdimensión que no se evalúa y que podría explicar los resultados obtenidos. Finalmente, critican que en muchos estudios no se toman en cuenta las variables culturales de la población.

A pesar de estas observaciones, el meta análisis reporta diferencias significativas en el coeficiente intelectual (los primogénitos tienen puntajes más altos) y en el rasgo de apertura a nuevas experiencias (los hijos últimos son más abiertos). También concluye que el orden de nacimiento no tiene un efecto significativo en los rasgos de extroversión, neuroticismo, afabilidad y sentido de responsabilidad.

Considerando la controversia descrita y el hecho de que todos los estudios mencionados fueron realizados en comunidades de niveles socioeconómicos medio y alto, y la importancia de contribuir con datos sistemáticos a este debate, consideramos que sería adecuado evaluar el efecto del orden de nacimiento y número de hermanos en los rasgos de personalidad de adolescentes pertenecientes a una comunidad con ingresos por debajo de la media nacional, donde la competencia por recursos sería más intensa. Ese es el objetivo del estudio que reportamos a continuación.

## **Metodología**

La investigación se realizó con una selección de muestra de tipo no probabilística integrada por voluntarios cuyos padres firmaron la carta de consentimiento informado. Participaron adolescentes de 11 a 16 años de edad (207 hombres y 230

mujeres) estudiantes de la Secundaria Federal “Lázaro Cárdenas” del municipio de Ixtenco, perteneciente al Estado de Tlaxcala.

El orden de nacimiento (figura 1a) de los participantes fue de 1 a 9, el 0 corresponde a hijos únicos. El número de hermanos (figura 1b) de los participantes en el estudio fue de 0 (hijos únicos) hasta 9 hermanos.

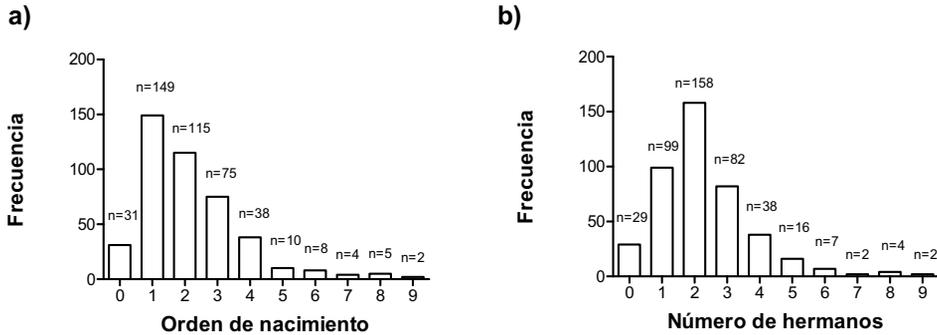


Figura 1. Orden de nacimiento y número de hermanos de las personas a quienes se les aplicó la prueba de personalidad.

El protocolo utilizado contó con la aprobación del Comité Ético de la Secretaría de Salud. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

1. Entrevista psicológica: se utilizó para establecer el orden de nacimiento y el número de hermanos de cada uno de los sujetos, también para registrar datos personales y la dinámica familiar (Weiner 1992, González 2007).

2. Familiograma: se utilizó para corroborar la información obtenida a través de la entrevista, permitió establecer con detalle las características de la dinámica familiar. Es una forma esquemática de visualizar el árbol genealógico del sujeto, identificar a los miembros de la familia que viven juntos, establecer relaciones afectivas de cercanía e identificar fallecimientos de algún miembro de la familia (Linhares y cols. 2006).

3. Inventario de la Personalidad Big Five Questionnaire (BFQ), la prueba está conformada por 25 ítems, con una escala de 5 a 1 para establecer categorías excluyentes. Es un cuestionario autoadministrado y se aplicó de manera grupal, los resultados permitieron obtener un perfil de diagnóstico de rasgos de personalidad para cada sujeto.

## Resultados

Se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 0.05 para comparar los puntajes obtenidos por hijos únicos, primogénitos, intermedios y últimos. A los resultados que reportaron diferencias significativas, se les realizó una prueba *pos hoc* de Dunn para identificar las diferencias entre los grupos.

Los resultados obtenidos se presentan por separado para hombres y mujeres; en cada grupo se muestra una línea punteada que señala el valor medio para cada rasgo de personalidad y se ha graficado la desviación media obtenida por cada individuo<sup>3</sup>, no se muestran las gráficas de datos donde no se encontraron diferencias. Los datos están agrupados en cuatro categorías identificadas con un número: hijos únicos (0), primogénitos (1), intermedios (2) y últimos (3).

Los datos obtenidos en el rasgo Sentido de responsabilidad mostraron diferencias significativas entre los hombres ( $H=20.91$ ,  $p=0.001$ ), los primogénitos son más responsables que los hijos únicos, intermedios y últimos (como se muestra en la figura 2). Sin embargo, no hay diferencias significativas entre las mujeres ( $H=1.53$ ,  $p=0.67$ ).

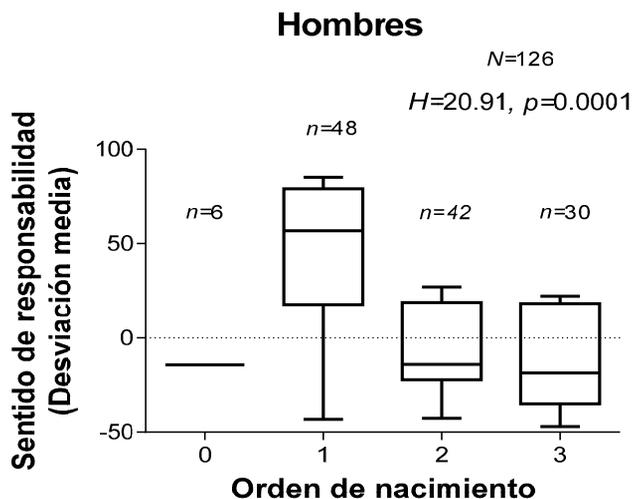


Figura 2. Puntajes obtenidos en el rasgo de Sentido de responsabilidad, la línea central indica el valor medio del rasgo.

<sup>3</sup> Sólo se muestran las gráficas de los rasgos donde se reportan diferencias significativas, para hombres o mujeres, según sea el caso.

Las puntuaciones obtenidas en Extroversión no mostraron diferencias significativas entre hombres ( $H=6.78$ ,  $p=0.07$ ), ni entre mujeres ( $H=4.85$ ,  $p=0.18$ ). En el rasgo apertura a nuevas experiencias hay diferencias significativas en el grupo de los hombres, entre los hijos únicos y los individuos con hermanos, sin importar su orden de nacimiento ( $H=8.65$ ,  $p=0.03$ ) (como se muestra en la figura 3). Sin embargo, no se reportan diferencias entre las mujeres ( $H=6.82$ ,  $p=0.07$ ).

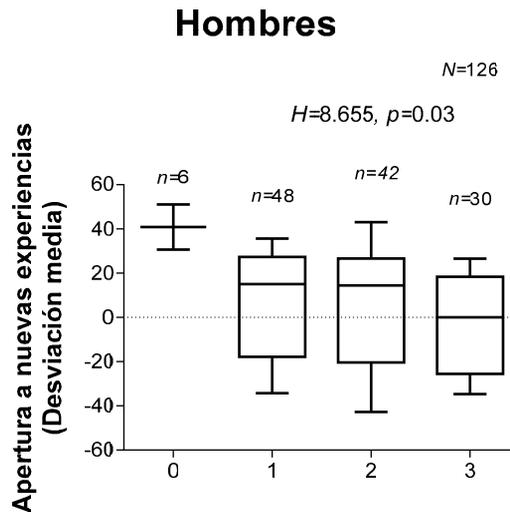


Figura 3. Puntajes obtenidos en el rasgo de apertura a nuevas experiencias (desviación media) la línea central indica el valor medio del rasgo.

Los datos obtenidos en el rasgo Afabilidad no mostraron diferencias significativas ni entre hombres ( $H=3.59$ ,  $p=0.30$ ), ni entre mujeres ( $H=4.29$ ,  $p=0.23$ ).

Los datos obtenidos en el rasgo Neuroticismo no mostraron diferencias significativas ni entre hombres ( $H=4.59$ ,  $p=0.28$ ), ni entre mujeres ( $H=4.36$ ,  $p=0.27$ ). Posteriormente analizamos los resultados obtenidos comparando a los individuos por número de hermanos. Los datos nuevamente se presentan separando a los grupos por sexo. En el rasgo Sentido de responsabilidad no hay diferencias significativas entre los hombres ( $H=9.54$ ,  $p=0.08$ ), ni entre las mujeres ( $H=4.54$ ,  $p=0.99$ ).

En el rasgo Extroversión no hay diferencias significativas entre los hombres ( $H=2.150$ ,  $p=0.82$ ), sin embargo, la puntuación obtenida es significativamente diferente en el grupo de las mujeres ( $H=15.05$ ,  $p=0.01$ ), las mujeres con 3, 4 y 5

hermanos son más extrovertidas que las mujeres con 1, 2 o 6 hermanos (como se muestra en la figura 4).

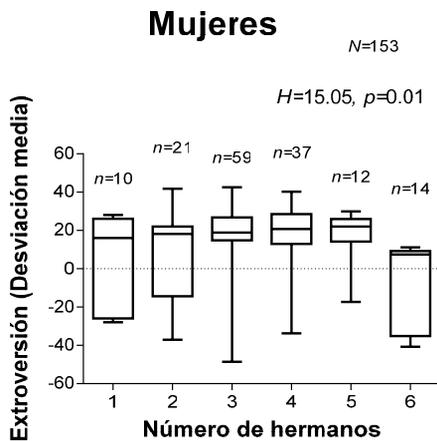


Figura 4. Puntajes obtenidos en Extroversión comparados por número de hermanos.

En cuanto a la puntuación obtenida en el rasgo de apertura a nuevas experiencias no hay diferencias significativas entre los hombres ( $H=8.412$ ,  $p=0.13$ ). Sin embargo, la puntuación obtenida es significativamente diferente en el grupo de las mujeres ( $H=12.39$ ,  $p=0.02$ ) (como se muestra en la figura 5).

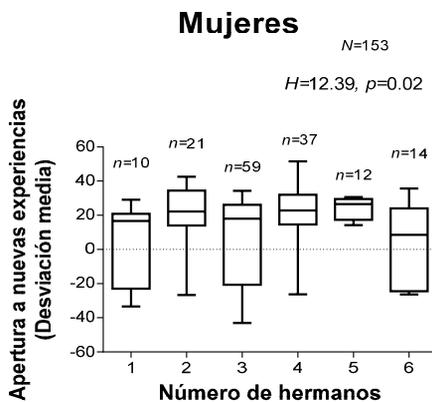


Figura 5. Puntajes obtenidos en Apertura a nuevas experiencias comparados por número de hermanos.

En cuanto a la puntuación obtenida en el rasgo de afabilidad hay diferencias significativas entre los hombres ( $H=11.79$ ,  $p=0.03$ ), los hombres con un hermano se describen como más afables que los que tienen 2, 3, 4 5 y 6 o más hermanos (como se muestra en la figura 6). En el grupo de las mujeres no hay diferencias significativas ( $H=3.239$ ,  $p=0.66$ ).

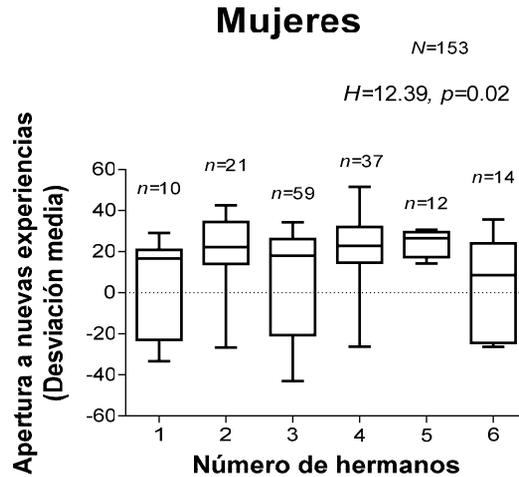


Figura 6. Puntajes nidos en Afabilidad comparados por número de hermanos.

Para el rasgo de Neuroticismo, no se reportan diferencias significativas para el caso de hombres ( $H=8.56$ ,  $p=0.12$ ), ni para los datos obtenidos en el grupo de mujeres ( $H=9.89$ ,  $p=0.07$ ).

### Discusión

Como se ha reportado en investigaciones anteriores, la estructura familiar, el estilo de crianza, el número de hermanos y la composición de la familia influyen en el desarrollo de la personalidad (Abdul y cols. 2014). El presente trabajo muestra que en comunidades mexicanas de nivel socioeconómico por debajo de la media nacional, los efectos del orden de nacimiento y el número de hermanos son evidentes sólo en algunos rasgos de personalidad.

Entre los hombres se encontraron diferencias en el rasgo de responsabilidad y apertura a nuevas experiencias, entre primogénitos y no primogénitos,

pero esto no sucedió entre las mujeres. Aunque estas diferencias entre los sexos pueden estar relacionadas con el desarrollo y maduración del cerebro (Branje y cols. 2007), es probable que en nuestro estudio dichas diferencias se deban a los patrones de crianza tradicional, donde la asignación de recursos se da con prioridad para los varones y no para las mujeres, independientemente de su orden de nacimiento.

Sin embargo, las mujeres tuvieron diferencias en los rasgos de extroversión y apertura a nuevas experiencias; algunas investigaciones proponen que estos rasgos puede ser más evidentes durante la adolescencia, ya que a esta edad la actividad rectora es la interacción social más que la observación de las normas familiares (Branje y cols. 2007).

Adicionalmente, se observa que las participantes que presentan altos puntajes en el rasgo de extroversión y de apertura a nuevas experiencias son aquellas que tienen de 2 a 4 hermanos. Si partimos del principio de diferenciación que propone Sulloway (1998), si uno de los nichos familiares ya se encuentra ocupado, el sujeto en lugar de diversificarse preferirá entonces especializarse y ocupar simplemente el nicho que se encuentre disponible, sin embargo la presencia de estos rasgos es multifactorial y nuestros resultados no permiten establecer una conclusión de este tipo.

### **Perspectivas**

A pesar de los resultados obtenidos, no se encontró una relación clara entre el orden de nacimiento y los rasgos de personalidad. Por ello consideramos que la forma de evaluación (BFQ) no debería ser el único instrumento que se aplique ya que es probable que por ser una prueba de autoevaluación describa no sólo las características del individuo sino su nivel de pretensión (cómo le gustaría que lo vieran los otros). Es recomendable para futuros estudios el uso de métodos para el análisis de la conducta en contextos más “naturales”, por ejemplo registrando su respuesta ante un estrés moderado o resolviendo un problema. Otra posibilidad es involucrar mediciones psicofisiológicas durante la evaluación, por ejemplo los cambios en la frecuencia cardíaca, temperatura corporal, respiración, etc. Esto permitiría una mejor comprensión de los mecanismos que subyacen a las diferencias individuales en los rasgos de la personalidad, al mismo tiempo que emergen respuestas involuntarias en parámetros que no están sujetos a la interpretación del investigador ni a la pretensión del sujeto evaluado.

### **Agradecimientos**

El proyecto se realizó en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, México. El trabajo de campo se procesó y coordinó desde el laboratorio de Psicobiología del Desarrollo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala-Unidad Periférica del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Se tuvo el apoyo técnico de la Quím. Laura García y la colaboración de Ernesto Alonso Pérez Bautista, Romain Pierlot y de Yahvé González Quintanilla. Además, de la Directora Guadalupe García Domínguez y el Subdirector Sergio Palafox Carrillo, la Trabajadora Social Josiane Grande Pérez, así como de los docentes y participantes voluntarios de la Escuela Secundaria Federal “Lázaro Cárdenas” de San Juan Ixtenco. Se contó con el financiamiento del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UATx (programas en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad) y con una beca del CONACYT (KCS).

### **Referencias**

- Abdul F.B., Syuaibatul I., Roeswardi, Azian A. (2014). Parenting styles and their relation to teenagers' personality profile in single mother families: A case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 114: 766 – 770
- Bleske-Rechek, A., Kelley, J.A. (2013). Birth order and personality: A within-family test using independent self-reports from both firstborn and laterborn siblings. *Personality and Individual Differences*, (1) 4
- Dixon M., Reyes C., Leppert M., Pappas L. (2008). Personality and birth order in large families. *Personality and individual differences*, 44: 119-128
- González F. (2007) *Instrumentos de evaluación psicológica*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Healey M.D., Ellis J.B. (2007). Birth order, conscientiousness, and openness to experience. Tests of the family –niche model of personality using a within –family methodology. *Evolution and human behavior*, 28: 55-59
- Hughes D. (2000). Darwin en los Galapagos. *Ecosistemas humanos y biodiversidad*, 19, 6: 65
- Koolhaas J.M., De Boer S.F., Coppens C.M., Buwalda B. (2010). Neuroendocrinology of coping styles: Towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 31: 307-321
- Lawson W.D., Mace R. (2008). Sibling configuration and childhood growth in contemporary British families. *International journal of epidemiology*, 37: 1408-1421

- Linhares S.C., Horta W.G., Júnior W.M. (2006). Spinocerebellar Ataxia Type 7 (SCA7) Family princeps' history, genealogy and geographical distribution, *Arq Neuropsiquiatr*, 64, 222-227
- Majoribanks K. (1988). Sibling, Family Environment and Ability Correlates of Adolescents' Aspirations: Ethnic Group Differences. *J Biosoc Sci*, 20: 203-209
- Michalski R.L., Shackelford T.K. (2010). Evolutionary personality psychology: Reconciling human nature and individual differences. *Personality and individual differences*, 48: 509-516
- Nettle D., Penke L. (2010). Personality: Bridging the literatures from human psychology and behaviour ecology. *Phil. Trans. R Soc. B*, 365: 4043-4050
- Ochiai H., Shirasawa T., Ohtsu T., Nishimura R., Morimoto A., Obuchi R., Hoshino H., Tajima N., Kokaze A. (2012). Number of siblings, birth order, and childhood overweight: A population-based cross-sectional study in Japan. *BMC Public Health*, 12: 76
- Paulhus D.L., Trapnell P.D., Chen D. (1999). Birth order effects on personality and achievement within families. *Psychological science*, 10, 6: 482-488
- Réale D., Garant D., Humphries M.M., Bergeron P., Careau V., Montiglio P.O. (2010). Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. *Phil Trans R Soc B, Biological Science*, 365: 4051-4063
- Rohrer, Egloff B., Schmukle S. (2015). Examining the effects of birth order on personality. *Psychological and cognitive science*, 1-6
- Sachser N., Hennessy B., Kaiser S. (2011). Adaptative modulation of behavioural profiles by social stress during early phases of life and adolescence. *Neuroscience and biobehavioral reviews, Elsevier*, 35: 1518-1533
- Stamps J., Groothuis G. (2010). The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. *Biological reviews*, 85: 301-325
- Smith M.J. (1974). The Theory of Games and the Evolution of Animal conflicts. *Journal Theoretical Biology*, 47: 209-221
- Smith M.J. (1979). Game theory and the evolution of behaviour. *Proceedings of the Royal Society B*, 475-488
- Sulloway F.J. (1983). The legend of Darwin's finches. *Nature*, 303: 372
- Sulloway F.J. (1998). *Rebeldes de nacimiento*. México: Planeta.
- Sulloway F.J. (2001). Birth order, sibling competition, and human behavior. Conceptual Challenges in Evolutionary Psychology: Innovative Research. *Harmon R H. Strategies Kluwer Academic Publishers: Boston.*

- Sulloway F.J. (2007). *Birth order and sibling competition*. The Oxford handbook of evolutionary psychology, Oxford University Press, 297-311
- Sulloway F.J. (2010). Why siblings are like Darwin's finches: Birth order, sibling competition, and adaptive divergence within the family. *In The Evolution of Personality and Individual Differences*, pp. 86-119. Edited by David M. Buss and Patricia H. Hawley. New York: Oxford University Press.
- Somit, Peterson (2001). Darwinism, dominance, and democracy: A reaffirmation. *Continuing dialogue*, 20, 2: 227:234
- Weiner B. (1992). *Métodos en psicología clínica*. México: Limusa.



## XVII

# Función de la inhibición en la memoria de trabajo visoespacial

*Gregorio García Aguilar y Héctor Alejandro Cepeda Freyre*

Facultad de Psicología  
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

### **Resumen**

Existen distintas evidencias de investigación en ciencia cognitiva que suponen a la inhibición como un proceso importante en el desarrollo cognitivo. Algunos de sus efectos pueden ser observados en procesos psicológicos superiores, como la atención, la memoria y la toma de decisiones. Sin embargo, no existen evidencias contundentes sobre afirmaciones teóricas. Por esta razón, algunos psicólogos cognitivos han propuesto que las explicaciones sobre la inhibición bien podrían reflejar algún otro proceso cognitivo. Existen defensores de que la inhibición es un proceso separado, sin influencia sobre cualquier otro proceso cognitivo. En este estudio se analizaron los componentes P2 de una tarea de memoria de trabajo visual (MTV) y P3 de una tarea Go/NoGo para evaluar la relación de la inhibición y la memoria de trabajo visoespacial. Las correlaciones observadas entre las variables no son concluyentes. Sin embargo, los datos obtenidos permiten plantear la hipótesis sobre la aparición de un proceso de filtrado sensorial, que bien podría reflejar un control inhibitorio en regiones cerebrales tradicionalmente no asociadas con la inhibición (regiones posteriores). Se concluye por lo tanto que probablemente la inhibición es un proceso que está distribuido en distintas áreas cerebrales. Por lo menos para el caso de la memoria de trabajo visual.

## Introducción

La inhibición es un proceso cognitivo-psicológico importante para el desarrollo del ser humano. La inhibición posibilita el control de los impulsos, por ejemplo, para retrasar una gratificación. A través de este control inhibitorio se evita dar una respuesta inmediata e impulsiva al ambiente, lo que facilita llevar a cabo el proceso de elección entre varias alternativas. La influencia de la inhibición se extiende a procesos cognitivos complejos como la capacidad de planear, dirigir y monitorear la actividad propia; el control atencional, que permite inhibir estímulos irrelevantes, resistir interferencias y enfocarse al estímulo deseado; así como la supresión voluntaria de contenidos psicológicos como memorias y emociones, o bien de información irrelevante y potencialmente invasiva. Gracias a la inhibición es posible detener respuestas estereotipadas y cambiar a una nueva en caso de ser necesario. Sin el control inhibitorio, la consciente se saturaría de información irrelevante generando que el ser humano fuera incapaz de resistirse a impulsos inapropiados (Aron, 2007).

Para Russell Barkley (1997) la inhibición manifiesta la actividad de tres procesos interrelacionados entre sí: 1) la inhibición de la respuesta preponderante inicial ante un evento; 2) la capacidad de interrumpir una respuesta en curso, lo que permite retrasar la decisión de responder, y; 3) el control de la interferencia.

Por otra parte, Frank Dempster (1992) define a la inhibición como la capacidad de resistencia a la interferencia que influye en el desarrollo de la competencia intelectual. Este autor considera que la capacidad de inhibición para desactivar la información previamente almacenada es tan importante como los procesos de activación y la capacidad de almacenamiento de información misma.

De acuerdo con Katherine Harnishfeger (1995), la inhibición se encarga del control de contenidos o procesos cognoscitivos, puede ser intencional y consciente, o puede ser involuntaria y estar fuera del alcance de la conciencia y la introspección. Los procesos inhibitorios pueden ejercer control sobre distractores endógenos o exógenos (Bjorklund & Harnishfeger, 1995). La supresión voluntaria de pensamientos, contenidos y acciones irrelevantes de la conciencia y la eliminación de inferencias inapropiadas de la memoria, son manifestaciones de la inhibición cognoscitiva (Harnishfeger, 1995). Por lo tanto, la inhibición implica la capacidad de resistir la interferencia de contenidos y procesos potencialmente capaces de capturar la atención. Asimismo, los procesos inhibitorios regulan los contenidos de la conciencia, favorecen la focalización de la atención hacia los estímulos relevantes del ambiente para lograr el procesamiento específico de los aspectos necesarios para determinada tarea (Bjorklund & Harnishfeger, 1995). Colin

MacLeod propuso que “la inhibición cognoscitiva es el cese o la anulación de un proceso mental, total o parcial, con o sin intención” (2007. p 5). En contraste, la inhibición conductual es un proceso voluntario responsable del control de la conducta observable, lo cual incluye la resistencia a la tentación, el control de impulsos, la inhibición motora y el retraso de la gratificación (Harnishfeger, 1995).

El objetivo de este capítulo es poner a prueba la función de la inhibición sobre otro proceso cognitivo, la memoria de trabajo a través de un análisis de correlación estadística.

### **La memoria de trabajo**

La memoria de trabajo se define actualmente bajo distintos modelos. El modelo más representativo actualmente es el de Baddeley y Hitch (1974), que propone a la memoria de trabajo como una capacidad de evocación flexible, que se encarga tanto de la retención, así como de la manipulación de la información.

Originalmente, Baddeley y Hitch (1974) postularon que la memoria de trabajo no es un sistema unitario, sino que existen procesos separados para la información lingüística-fonológica, y la información visual-espacial. Esta división teórica se basa en evidencia experimental y en el análisis factorial (Oberauer, Suß, Schulze, Wilhelm, & Wittmann, 2000). Después el modelo fue refinado, con adaptación a la evidencia experimental, de acuerdo con lo cual existe un subsistema encargado de la información lingüística y fonológica llamado el “bucle fonológico”, y otro subsistema encargado de la información visual y espacial, llamado “bloc de dibujo visoespacial”. Estos autores, propusieron además un tercer proceso de la memoria de trabajo, llamado “ejecutivo central”, un sistema central que coordina el funcionamiento de los dos procesos anteriores (Baddeley, 1992; Baddeley y Hitch, 1974). Posteriormente se ha actualizado este modelo, para incorporar un almacén episódico de conocimiento, que postula la interacción entre la memoria de trabajo y la memoria a corto plazo (Baddeley, 2000).

La capacidad de almacenamiento es las características de la memoria de trabajo más investigada, principalmente en el procesamiento de estímulos fonológicos. En cambio, las investigaciones del bloc de dibujo visoespacial son escasas; así como la función de manipulación de la información de la memoria de trabajo (Repovš & Baddeley, 2006).

### **Modelos experimentales para el estudio de la memoria**

Las tareas experimentales usadas para estudiar la capacidad de evocación flexible, que se encarga tanto de la retención, así como de la manipulación de la información, o memoria de trabajo son auditivolingüísticas y las visuales.

Las tareas auditivo-lingüísticas son aquellas en las que la modalidad de la información a la que es expuesta la persona es principalmente fonolingüística. Un ejemplo es la ‘tarea de evocación de lectura’, en la que se presentan series de tarjetas con frases, las cuales deben ser leídas en voz alta al mismo tiempo que debe memorizar la última palabra de cada frase. Después de varias frases, los sujetos deben recordar las palabras memorizadas en orden de aparición. Las series de frases consisten en tres frases, incrementando en cada serie el número de palabras que posee cada frase, hasta que el sujeto no es capaz de recordar las tres últimas palabras. El indicador de la memoria de trabajo de la persona en esta tarea es el número de palabras recordadas por frase en las que generalmente se pueden recordar dos de las tres últimas palabras (Conway et al., 2005).

Las tareas visuales son aquellas en las que la información que debe recordar los sujetos es principalmente visual, un ejemplo es la ‘tarea de detección de cambio’; en esta tarea se presenta una matriz de estímulos visuales durante un breve periodo de tiempo, posteriormente se retiran de su vista y se reintroducen pasado un lapso en el que los sujetos deben recordar los estímulos; después, se presenta nuevamente la matriz; los sujetos deben indicar si existió o no un cambio en los estímulos. Esta tarea se ha utilizado para investigar el número de objetos que pueden ser recordados, así como la complejidad que tienen sus características (Luck & Vogel, 1997).

### **Neuroanatomía de la memoria**

La estructura cerebral asociada con la memoria es la formación hipocampal, compuesta por el hipocampo, el giro dentado, y el subículo (Knowles, 1992); la formación hipocampal se encuentra ubicada en la parte medial del lóbulo temporal (Kandel et al., 2000).

Bird y Burgess (2008, p .185) realizaron una revisión respecto a la relación entre el hipocampo y la memoria. Postulan la existencia de tres aproximaciones teóricas sobre la relación formación hipocampal-memoria:

Teoría declarativa: El hipocampo juega un papel importante en todos los tipos de memoria consciente, especialmente en el proceso de formación de recuerdos. Se asume que los recuerdos son consolidados en la neocorteza, no en el hipocampo.

Teoría de múltiples trazos: De forma similar a la teoría declarativa, el hipocampo está involucrado con las memorias episódica y semántica, sin embargo, en esta teoría la memoria episódica sigue dependiendo del hipocampo aún después de la consolidación de recuerdos, mientras que la memoria semántica no.

Teoría de procesamiento dual: En esta teoría existen dos procesos responsables de la memoria, el primero es la recolección (proceso análogo a la memoria episódica), en el cual el hipocampo se encarga del registro de información contextual en los recuerdos; en el segundo proceso, la familiarización, se evalúan ocurrencias subsecuentes de información almacenada en la memoria, pero el hipocampo no está involucrado.

Teoría relacional: Esta teoría considera al hipocampo como un área de asociación que relaciona a la información sensorial con información cognitiva. La naturaleza específica de la asociación llevada a cabo por el hipocampo, y su relación con la memoria declarativa es un tema abierto de investigación en esta teoría.

Teoría del mapa cognitivo: Una de las funciones del hipocampo en el cerebro de los mamíferos es la construcción y almacenamiento de representaciones espaciales del entorno. Esta teoría extrapola dicha función sugiriendo que en los humanos el hipocampo ha evolucionado para permitir el procesamiento del contexto espacio-temporal en la memoria episódica.

El hipocampo tiene vías aferentes provenientes tanto de zonas corticales (cortezas prefrontal y temporal) como subcorticales (séptum, hipotálamo, núcleos de rafe, locus cerúleo). Las vías corticales proporcionan información sensorial procesada al hipocampo, mientras que las regiones subcorticales tienen un control modulador sobre su actividad. Las vías eferentes del hipocampo envían información al subículo, la corteza entorrinal, el núcleo accumbens, el hipotálamo y la amígdala (Knowles, 1992).

Sin embargo, el hipocampo no tiene un papel protagónico para la memoria de corto plazo y/o memoria de trabajo. Se ha identificado que existen diferentes substratos neuronales para la memoria espacial, asociados con las cortezas parietal y occipital; mientras que la memoria lingüística, está relacionada con el área premotora, la corteza frontal, y el área de Broca (Smith, Jonides & Koeppel, 1996).

### **La inhibición**

El funcionamiento cerebral está determinado por la actividad o supresión de la actividad de las neuronas. Dos sustancias neurotransmisoras tienen este efecto, a saber, Glutamato y el Ácido Gama-Aminobutírico (GABA). De la interacción entre

los efectos de estos neurotransmisores depende el adecuado funcionamiento cerebral y cognitivo. Sin embargo, el sistema nervioso funciona integrando ambos tipos de señales en la comunicación neuronal. Esta combinación se acompaña de otros neurotransmisores, que regulan la actividad de la excitación e inhibición neuronal.

Particularmente, en el cono axónico de las motoneuronas y de la mayoría de las interneuronas se realiza la decisión de inhibir o excitar al sistema, porque en esta región existen grandes concentraciones de canales de Na<sup>+</sup>. De esto se sigue que el efecto de la excitación se lleva a cabo principalmente en el contacto de la dendrita con el axón.

El efecto inhibitorio, en cambio, depende de canales de Cl<sup>-</sup>. Estos canales son más abundantes en el cuerpo de la dendrita, por lo que pueden inhibir el efecto excitador sobre la neurona. Igualmente, en regiones alejadas del cuerpo neuronal, por ejemplo, la dendrita, este efecto es casi improbable, porque la densidad de canales de Cl<sup>-</sup> es menor a la de canales de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>. Esto quiere decir que, a nivel del encéfalo, la inhibición sucede a nivel del cuerpo neuronal. El efecto de esta inhibición en la conducta depende, por lo tanto, de estructuras capaces de realizar esta función durante el desarrollo.

### **Bases psicofisiológicas de la inhibición**

La corteza prefrontal inferior y las regiones mediales de la corteza prefrontal superior desempeñan un papel crítico en la inhibición de respuestas motoras (Matthews, Simmons, Arce & Paulus 2005). Konishi et al. (1999) han reportado la activación transitoria del área posterior del surco frontal inferior, con una clara lateralización hacia el hemisferio derecho independientemente de la mano utilizada por los sujetos, durante las tareas de inhibición (condición NoGo en una tarea Go/NoGo).

De acuerdo con Joaquim Fuster (2002), los sustratos neuronales responsables del control inhibitorio se ubican principalmente en las regiones mediales y orbitales de la corteza prefrontal. Las influencias inhibitorias de la corteza orbitomedial tienen como objetivo fisiológico la supresión de estímulos internos y externos que interfieren con los patrones de comportamiento que se encuentran en curso. Fuster indica tres fuentes de interferencia que son inhibidas por diferentes mecanismos en la normalidad. La primera fuente de interferencia sobre las acciones estructuradas consiste en los impulsos eléctricos que se originan en el diencéfalo y en el tallo cerebral, los cuales normalmente se encuentran bajo control de la corteza prefrontal orbitomedial por medio de salidas eferentes que se proyectan hacia las

estructuras subcorticales, además de hacia el hipotálamo. La segunda fuente de interferencia son las influencias de los sistemas sensoriales que no se relacionan con la acción actual y que pueden obstruirla o sacarla de su curso, estas interferencias pueden llegar a la corteza prefrontal desde áreas sensoriales posteriores; probablemente son suprimidas por la retroalimentación inhibitoria que ejerce la corteza orbitomedial prefrontal sobre esas áreas durante el curso de la acción orientada a objetivos. Este tipo de control inhibitorio es un componente central de la atención sensorial que favorece la focalización de la atención selectiva (ver figura 1).

Las personas con lesiones en la corteza orbitofrontal muestran distractibilidad, hiperactividad e hiperreactividad a los estímulos sensoriales. Este componente excluyente de la atención sensorial es una función cognoscitiva de amplia distribución cortical, dedicada a la supresión de distracciones sensoriales. Una tercera fuente de interferencia se constituye por hábitos, tendencias e impulsos consolidados en los circuitos corticales y subcorticales de los sistemas motores, los cuales son representaciones motoras de acciones diferentes a las que se encuentran en el proceso de estructuración temporal. La supresión de esas influencias motoras inesperadas representa el aspecto excluyente de la atención motora.

La inhibición no sólo se relaciona con el funcionamiento de los lóbulos frontales del cerebro, los ganglios basales también realizan aportaciones importantes. Hochman, Wang, Milner y Fellows (2015) analizaron si los efectos de la detección o inhibición de errores se encuentran disociados de los efectos de la corrección de errores. Estos autores encontraron que los pacientes con lesiones focales de los ganglios basales no cometieron más errores que los otros grupos, sin embargo, tuvieron un enlentecimiento para la supresión de errores. Por su parte, las lesiones frontales dorsomediales se asociaron con lentitud para corregir los errores. Los autores concluyen que, durante la detección interna de errores de elección, los ganglios basales contribuyen en la detección o en la inhibición temprana del error, mientras que la corteza frontal dorsomedial favorece la desconexión del error para permitir la rápida ejecución correctiva de la respuesta.

Aron y Poldrack (2006) analizaron si las respuestas inhibitorias durante la supresión de una respuesta “Go” iniciada en una tarea Stop-signal se deben a la activación del núcleo subtalámico. Los autores observaron mayor activación en la corteza frontal inferior y en el núcleo subtalámico durante las inhibiciones rápidas en comparación con las inhibiciones lentas, la actividad cerebral mencionada mostró una clara lateralización hacia el hemisferio derecho. En un segundo experimento se confirmó la activación en las áreas contiguas del núcleo subtalámico

derecho ante la condición “Stop”. De acuerdo con estos autores, la corteza frontal inferior es crítica para la inhibición de respuestas manuales iniciadas, concluyen que el papel del núcleo subtalámico es suprimir el output tálamo-cortical.

La inhibición no es una función que por sí misma garantice la realización de tareas, sino que parece ser un componente que se incluye en los sistemas funcionales cuando los objetivos así lo requieren. La inhibición es un componente importante en las etapas de verificación y corrección de errores durante la realización de las acciones. Los resultados de estas investigaciones sugieren que la inhibición no es resultado del funcionamiento de zonas restringidas del cerebro, sino que en esta se involucran diferentes zonas cerebrales, las cuales varían dependiendo de la naturaleza de la tarea.

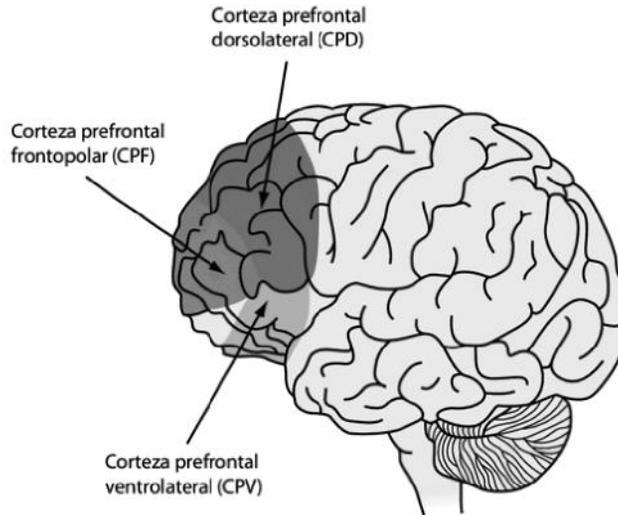


Figura 1. Estructuras frontales involucradas en la inhibición psicofisiológica. (Adaptado de Tirapu, García, Luna, Verdejo y Ríos, 2012)

### **Influencia de la inhibición en otros procesos cognitivos**

La inhibición participa en una gran variedad de tareas y procesos psicológicos, incluyendo procesos sensoriales y perceptuales, procesos de condicionamiento, tareas de decisión léxica y tareas de memoria de trabajo (Dempster, 1992).

David Bjorklund y Katherine Harnishfeger (1995) teorizan que la inhibición de respuestas preponderantes contribuye al desarrollo de la autorregulación y el

autocontrol, lo cual es propicio para el desarrollo cognitivo, el desarrollo emocional, la socialización, la formación del sentido de voluntad y del auto-concepto. Por ejemplo, la capacidad de alternar entre diferentes focos de atención, es decir, la atención selectiva, requiere que el sujeto sea capaz de evitar (mediante la inhibición) que su atención se dirija hacia estímulos irrelevantes y sea capturada por alguno de estos sin permitir la posibilidad de cambiar de foco de atención. El aumento de la capacidad de inhibición a lo largo del desarrollo también tiene efectos sobre otros procesos cognoscitivos como la evocación, el reconocimiento y el procesamiento de textos (Bjorklund & Harnishfeger, 1995).

Asimismo, Lynn Hasher, Cindy Lustig, y Rose Zacks (2007) consideran que los procesos inhibitorios cumplen la función de mantener el procesamiento consciente de los sujetos libre de información irrelevante que podría entorpecer el desempeño en ciertas tareas. Estos autores teorizan que los procesos inhibitorios cumplen tres funciones principales:

1. **Acceso:** Esta función delimita el número de estímulos o representaciones mentales a las cuales es dirigida la atención, con el fin de evitar que la información irrelevante contamine o distraiga el foco de la atención. Esta función de la inhibición impacta en la velocidad de procesamiento y eficiencia de la información.

2. **Eliminación:** Esta función de la inhibición se encarga de remover información irrelevante del foco de atención, y también lleva a cabo una actualización porque remueve la información que inicialmente fue relevante pero que debido a cambios en la tarea o el contexto se transformó en información irrelevante. Esta función es crucial en la ejecución de tareas de memoria de trabajo.

3. **Restricción:** La restricción permite el control de respuestas, motoras, y es la función más asociada con el término “inhibición”.

Esta forma de categorizar a la inhibición destaca el control inhibitorio como fuente de regulación de la atención y soporte de los procesos cognitivos superiores, como la memoria, la planeación y la toma de decisiones. Lo que sugiere una relación entre el control inhibitorio y los procesos cognitivos superiores, como, por ejemplo, la memoria. Especialmente la relación del control inhibitorio con la memoria visoespacial ha sido poco estudiada. Sin embargo, existe un consenso implícito relacionado con la influencia del control inhibitorio sobre la memoria que merece un mejor estudio.

### **En contra de la inhibición**

Colin MacLeod, en sus investigaciones sobre la inhibición ha postulado que no existe manera teórica de relacionar la función inhibitoria a nivel neuronal con ningún proceso inhibitorio. De hecho, señala que la categoría de inhibición es más bien una cortina sobre la que se intenta explicar muchos procesos cognitivos, que bien podrían tener otra explicación (MacLeod, Dodd, Sheard, Wilson, & Bibi., 2003).

Esta idea está en contra de la propuesta de Bjorklund y Harnishfeger (1995), de acuerdo con la cual, los procesos cognitivos emergen del funcionamiento cerebral, por presiones selectivas y con efectos sobre otras capacidades cognitivas. Igualmente, desafía la propuesta de Hasher, Lustig, y Zacks (2007), según la cual, las funciones de la inhibición impactan directamente sobre la atención, la memoria y el control de impulsos.

Sin embargo, existen líneas de investigación que postulan que el desarrollo cognitivo puede ser analógico con el del control inhibitorio (Diamond & Gilbert, 1989). A pesar de ello, podría ser que las funciones psicológicas superiores o complejas, como la memoria, la atención, la toma de decisiones, entre otras no dependan sustancialmente del control inhibitorio. Por ejemplo, Wright y Diamond (2014) sugieren que la memoria de trabajo y la inhibición son procesos independientes, que sin embargo podrían compartir recursos neuronales prefrontales. En este mismo sentido, Cepeda-Freyre, García-Aguilar y Oliveros-Oliveros (en preparación), concluyen que el análisis de regresión Bayesiano no demuestra ninguna relación de dependencia entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo visoespacial.

Siguiendo este razonamiento, parece que los recursos cerebrales son compartidos para distintos procesos cognitivos, como lo pueden ser la inhibición y la memoria. Pero los resultados conductuales podrían no demostrar esta relación. Aun a nivel cerebral, esta falta de relación podría mantenerse, si se toman en cuenta las regiones asociadas con el control inhibitorio y la memoria de trabajo, especialmente la memoria de trabajo visoespacial. Sin embargo, bien podría ser que otras medidas psicofisiológicas, como lo es la latencia y voltaje de los potenciales relacionados con eventos (PRE), podrían aportar evidencia a esta relación. El presente estudio fue diseñado para evaluar la influencia entre control inhibitorio y memoria de trabajo visoespacial. Nuestra hipótesis supone la existencia de procesos cerebrales relacionados entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo.

### **Potenciales Relacionados con Eventos**

Durante el registro de EEG, existe actividad neuronal que aparece de forma sincrónica con determinados eventos, como por ejemplo la presentación de un estímulo o la emisión de una respuesta en una tarea experimental. Esta actividad neuronal puede ser registrada múltiples veces en eventos similares, y al promediar tales registros es posible obtener un patrón de respuesta electrofisiológica asociada con el estímulo. A este patrón de respuesta se le conoce como “potencial relacionado con evento” (PRE) (Luck, 2005). Específicamente, Luck (2005) define los PRE como:

“Actividad neuronal registrada sobre el cuero cabelludo que es generada en cierto módulo neuroanatómico cuando se lleva a cabo una operación computacional específica” (Luck, 2005, p. 59).

De tal forma que bajo esta definición los PREs son generados por el procesamiento cerebral de información. Los orígenes neuroanatómicos de los PREs, asociados con los voltajes registrados, son generados por potenciales post-sinápticos en la corteza (Jones, 2015), por lo que la amplitud en un PRE está directamente relacionada con el número de neuronas activadas de forma sincrónica en áreas neuroanatómicamente cercanas (Blinowska y Durka, 2006). Respecto al tipo de respuestas que puede brindar la técnica, concordamos con Donchin (1981), para quien la finalidad de los PRE no es correlacionar la actividad electrofisiológica con la conducta, sino dilucidar información sobre el procesamiento que es llevado a cabo por el cerebro.

### **Método**

#### ***Muestra***

Se realizó un muestreo por conveniencia por medio de convocatoria. Participaron 36 estudiantes universitarios (18 mujeres), que voluntariamente respondieron a la convocatoria abierta. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado de participación. La identidad de los participantes es mantenida de forma anónima.

#### ***Materiales***

El estudio fue revisado y aprobado por el comité de ética local, que pertenece a la Facultad de Psicología de la BUAP.

Las tareas usadas en el experimento fueron programadas y ejecutadas por medio del software e-Prime (Schneider, Eschman, y Zuccolotto, 2002). El registro electroencefalográfico se llevó a cabo utilizando un amplificador actiCHamp (Branvision, LLC), con montaje monopolar referenciado al vertex (Cz) de 32 canales siguiendo el sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958), colocado sobre un gorro para montaje de electrodos (EasyCap). Las impedancias fueron mantenidas por debajo de los 10 k $\Omega$ . En promedio la impedancia de los electrodos se mantuvo alrededor de los 5k $\Omega$ .

El registro digital de EEG se realizó por medio del software de código abierto PyCorder. El análisis de datos fue llevado a cabo usando el software Matlab 2016b, con el paquete especializado “EEGLAB” (Delorme y Makeig, 2004) y el plugin “ERPlab” (Lopez-Calderon y Luck, 2014) junto con el entorno estadístico R (R Core Team, 2016).

## **Paradigmas experimentales**

### ***Tarea de memoria visual***

Para medir la memoria de trabajo de los sujetos, se diseñó una tarea de memoria visual (TMV), basada en la tarea de detección de cambio utilizada en investigaciones similares (Luck & Vogel, 1997; Vogel & Machizawa, 2004). Se realizaron algunas modificaciones tomando en cuenta investigaciones referentes al número de objetos en el estímulo (Cowan, 2001; Kursawe & Zimmer, 2015) y la complejidad de los mismos (Kursawe & Zimmer, 2015; Oberauer & Eichenberger, 2013). Esta tarea consistió de tres bloques de 150 ensayos con una duración máxima de 4500 ms. cada uno, contruidos con un grupo de 4 polígonos, tomados aleatoriamente sin reemplazo de un conjunto 18 polígonos irregulares y alineados a manera de cuadrícula (véase figura 2); todos los ensayos poseían exactamente la misma alineación de polígonos. La figura 3 representa el paradigma.

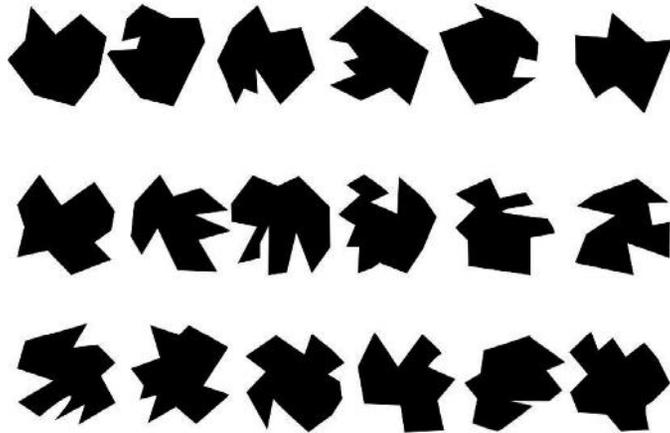


Figura 2. Los 18 polígonos individuales utilizados para la generación de los estímulos visuales.

Los bloques de estímulos se manipularon con ruido visual asociado con las características de los polígonos en tres distintos niveles, a saber, control, cuadrado e irregular. La ejemplificación de este ruido visual se puede observar en la figura 4.

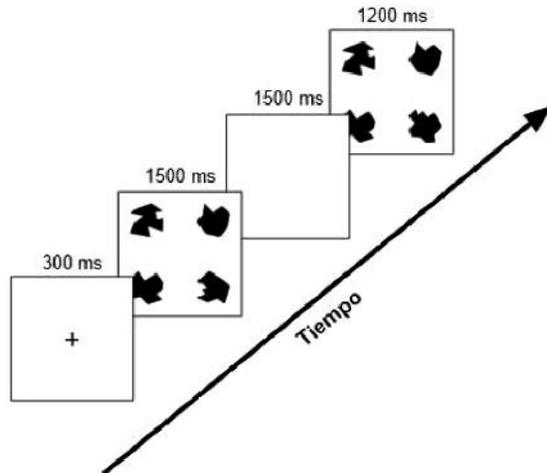


Figura 3. Paradigma experimental. TMV.

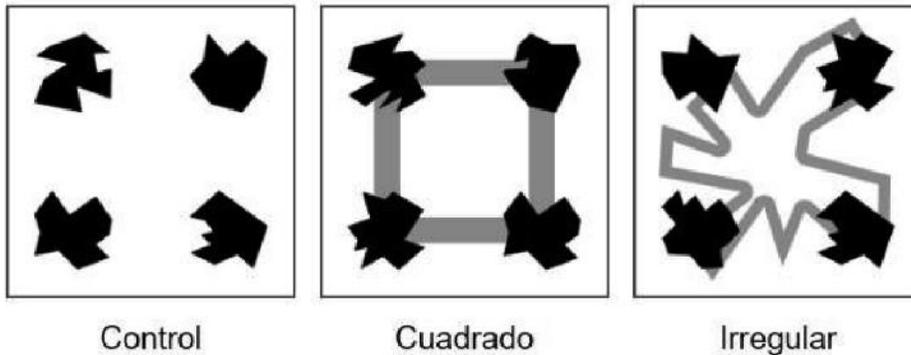


Figura 4. Las tres versiones de la TMV utilizadas para manipular el nivel de ruido visual.

### Control Inhibitorio

#### *Tarea Go/No-go*

Para evaluar el control inhibitorio se utilizó un paradigma Go/No-go construido a partir de los mismos polígonos irregulares de la tarea de memoria visual (TMV) con 375 ensayos, presentados con una proporción comúnmente utilizada para este paradigma de 4:1 (Ames et al., 2014; Redick et al., 2011). Los estímulos Go eran de color azul o verde, mientras que los estímulos No-go eran de color rojo. La duración máxima de presentación de cada ensayo fue de 800 ms. El intervalo interestímulo tenía una duración de 500 ms, durante el cual aparecía una retroalimentación de cada ensayo. En la figura 5 se muestra un ejemplo del paradigma Go/No-go.

#### Diseño estadístico

Cada voluntario realizó las 4 tareas experimentales (3 versiones del TMV y la tarea Go/No-go), cada una de las cuales es considerada un bloque experimental, de tal forma que el diseño experimental fue de medidas repetidas por bloques. Los bloques fueron presentados de manera contrabalanceada, de acuerdo a un diseño de cuadrado latino. Se corrió una prueba de correlación de Pearson para el voltaje del componente P2 y la latencia y voltaje del componente P3.

## **Análisis de datos**

### ***Pre-procesado de datos***

Todos los sets de datos fueron filtrados usando el Filtro de Respuesta Finita proporcionado por ERPLab. Fue utilizado un pase de banda con pasaltas de 0.1 Hz y pasabajas de 50 Hz (Widmann, Schroger, & Maess, 2015), con un orden de 4092.

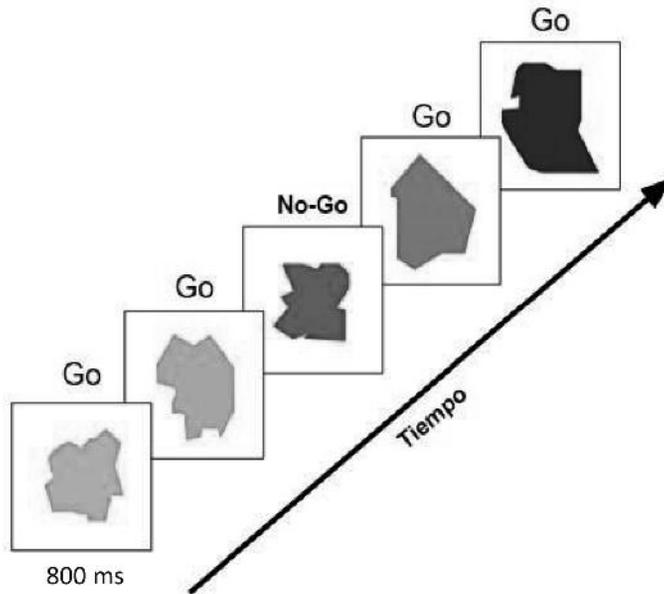


Figura 5. Esquema del paradigma de la tarea Go/No-go utilizada.

### **Cálculo de potenciales relacionados con eventos**

El cómputo de PREs fue realizado utilizando el procedimiento estándar para esta técnica (Handy, 2005; Luck, 2005).

Para el periodo de test se extrajeron épocas tomando como referencia el inicio del periodo. Las épocas abarcaron desde 200 ms previos al inicio del test, hasta 857.501ms posteriores al inicio del test (el tiempo de finalización de las épocas fue decidido en función del tiempo promedio de respuesta conductual de las tareas).

Se realizó la detección y rechazo de artefactos usando la técnica "pico-a-pico" (Markley, Luck, & Lopez-Calderon, s.f.; Talsma & Woldorff, 2005, p. 117) en

conjunto con inspección visual. Para la detección “pico-a-pico” el criterio de rechazo fue una diferencia de 100  $\mu$ V entre el puntaje más alto y el puntaje más bajo registrados en una ventana de tiempo de 200ms, con pasos de 100ms. Aquellas épocas en las que se detectaron artefactos fueron descartadas para el análisis.

Los PREs se calcularon promediando las épocas que no fueron descartadas durante la detección de artefactos.

### **Componentes de PRE**

Para evaluar los diferentes componentes, se utilizaron ventanas de tiempo definidas tomando como referencia literatura previa y observación de la forma de onda, con el fin de capturar los picos principales. Se utilizó la amplitud media registrada en las ventanas de tiempo como indicador de los respectivos componentes; para el componente P2, la ventana de análisis fue de 200-260 ms; para el componente P3, la ventana de análisis fue de 300-500 ms. Otros componentes de los PREs no fueron incluidos en nuestro análisis porque no representaron tuvieron ninguna sensibilidad con las tareas de memoria visoespacial ni con inhibición.

### **Zonas del cuero cabelludo**

Con el fin de incluir las variables Zona y Hemisferio para tipificar mejor los componentes, se llevó a cabo un análisis agrupando los electrodos en función de la región anatómica que ocupan. Para el componente P2, estas fueron las agrupaciones:

Fronal (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, FC5, FC6), Temporal (FT9, FT10, T7, T8, TP9, TP10,

P7, P9), Parietal (CP1, CP2, CP5, CP6, P3, P4), Occipital, O1, O2); para el componente P3: Frontal (Fp1, Fp2, F7, F8, FT9, Ft10), Parietal (P3, P4, P8, P9 TP9, TP10).

### **Resultados**

La figura 6 presenta los grandes promedios de los componentes P2 para las regiones frontal, temporal, parietal y occipital para los tres bloques de la TMV. También, se muestran de manera gráfica la representación gráfica del gran promedio del componente P3 para las regiones frontales y parietales. Se puede observar que el mayor voltaje del componente P2 se encuentra en la región occipital. Además, no existen diferencias entre los voltajes y latencias del componente P3 en las regiones analizadas.

La tabla 1 muestra las correlaciones entre el voltaje del componente P2 del bloque control de la TMV y la latencia y voltaje del componente P3 de la respuesta NoGo. Se observaron correlaciones negativas entre la latencia del componente P3 en las regiones parietales y el voltaje del componente P2 en las regiones parietal y temporal. Se observaron correlaciones positivas entre el voltaje de P2 y los voltajes parietales y frontales de P3. En esta misma prueba de correlación, el voltaje del componente P2 entre las regiones frontales y parietales, temporales y occipitales; parietales, temporales y occipitales; así como entre las regiones parietales y temporales tuvo una alta correlación. El voltaje y latencia del componente P3 en las regiones frontales y parietales mostraron altas correlaciones.

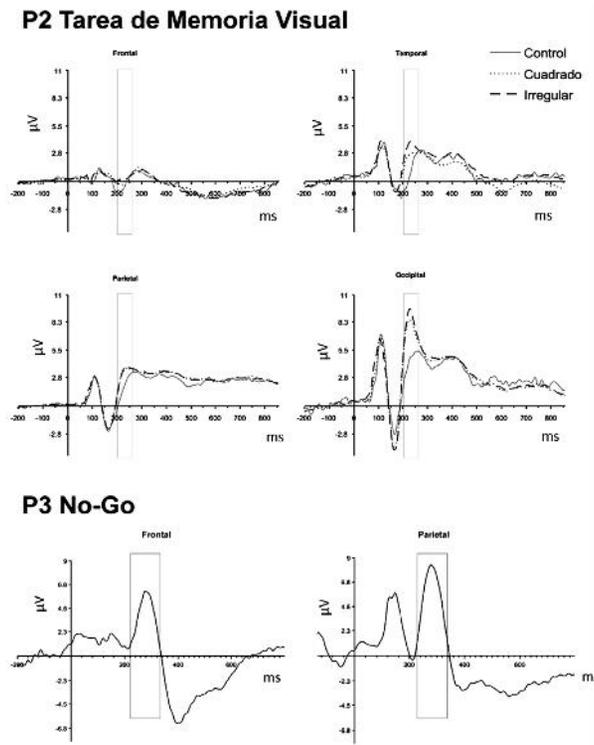
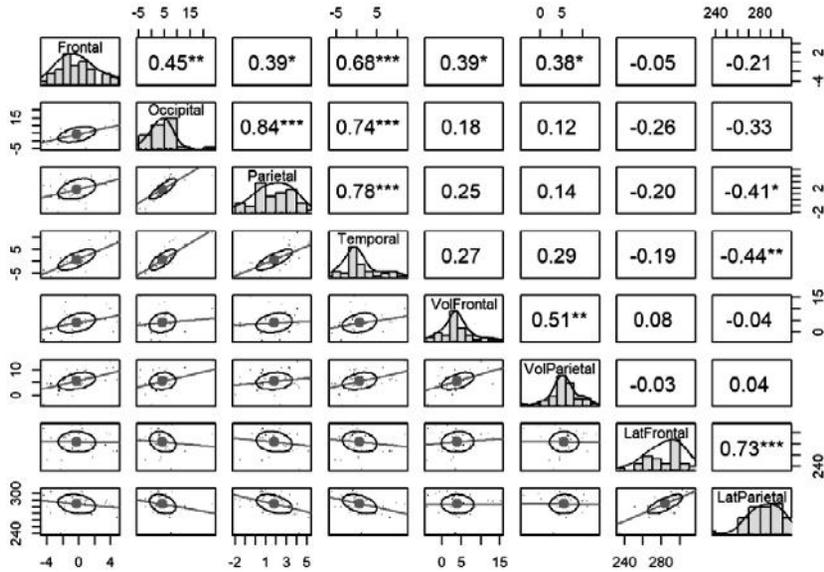


Figura 6. Grandes promedios de los componentes P2 y P3 por zonas de análisis. La figura representa los voltajes de los componentes PREs estadísticamente significativos respecto de las tareas de memoria visoespacial (P2) y de inhibición (P3) en las regiones frontales, temporales, parietales y occipitales. Se puede observar los efectos de las tareas en los voltajes.

En la tabla 2 se observan las correlaciones entre el componente P2 del bolque cuadrado y la respuesta NoGo P3 de nuestro análisis. Se observaron correlaciones negativas entre la latencia del componente P3 en las regiones parietales y el voltaje del componente P2 en las regiones parietal y temporal.

Tabla 1. Correlaciones entre el componente P2 del bloque control de TMV y el componente P3 de la respuesta NoGo.



Nota: VolFrontal y VolParietal representan la amplitud media del P3 (222-330ms) en la condición “NoGo”.

LatFrontal y LatParietal representan la latencia del pico máximo del P3 (222-330ms) en la condición “No-Go”.

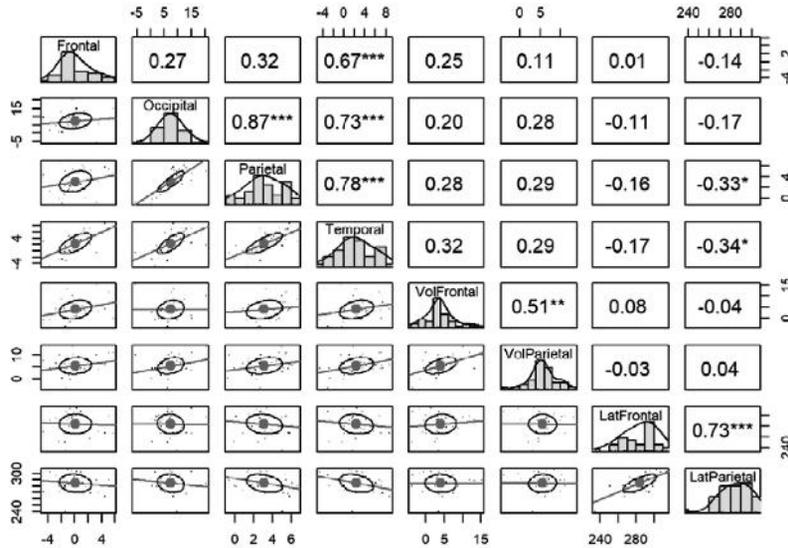
Frontal, Occipital, Parietal, y Temporal indican la amplitud media del P2 en cada zona.

$p < .0001$  \*\*\*\*  $p < .001$  \*\*\*  $p < .01$  \*\*  $p < .05$  \*

En esta misma prueba de correlación, el voltaje del componente P2 entre las regiones frontales y temporales, parietales, temporales y occipitales, así como pa-

rietal y temporal tuvo una alta correlación. El voltaje y latencia del componente P3 en las regiones frontales y parietales mostraron altas correlaciones.

Tabla 2. Correlaciones entre el componente P2 del bloque cuadrado de TMV y el componente P3 de la respuesta NoGo.



Nota: VolFrontal y VolParietal representan la amplitud media del P3 (222-330ms) en la condición “NoGo”

LatFrontal y LatParietal representan la latencia del pico máximo del P3 (222-330ms) en la condición “No-Go”.

Frontal, Occipital, Parietal, y Temporal indican la amplitud media del P2 en cada zona.

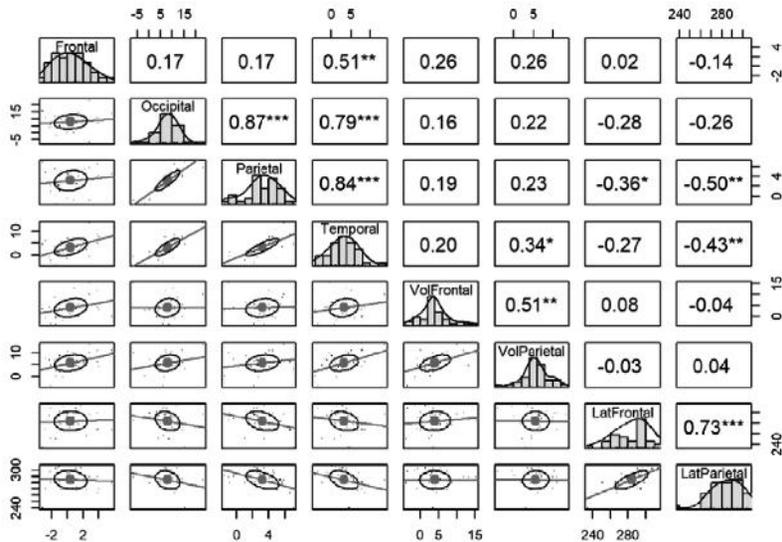
$p < .0001$  \*\*\*\*  $p < .001$  \*\*\*  $p < .01$  \*\*  $p < .05$  \*

Finalmente, la tabla 3 presenta las correlaciones entre el voltaje del componente P2 del bloque irregular de la TMV y la latencia y voltaje del componente P3 de la respuesta NoGo. Se observaron correlaciones negativas entre la latencia del componente P3 en las regiones parietales y el voltaje del componente P2 en las regiones parietal y temporal, así como una correlación positiva entre el voltaje

de P3 en la región parietal y el voltaje de P2 en la región temporal; también fue negativa la correlación entre la latencia del componente P3 en la región frontal y el voltaje de P2 en la región parietal.

En este mismo bloque irregular de la TMV se observaron correlaciones entre el voltaje del componente P2 entre las regiones frontales y temporales, parietales, temporales y occipitales, así como parietal y temporal. El voltaje y latencia del componente P3 en las regiones frontales y parietales mostraron altas correlaciones.

Tabla 3. Correlaciones entre el componente P2 del bloque irregular de TMV y el componente P3 de la respuesta NoGo.



Nota: VolFrontal y VolParietal representan la amplitud media del P3 (222-330ms) en la condición “NoGo”

LatFrontal y LatParietal representan la latencia del pico máximo del P3 (222-330ms) en la condición “No-Go”.

Frontal, Occipital, Parietal, y Temporal indican la amplitud media del P2 en cada zona.

$p < .0001$  \*\*\*\*  $p < .001$  \*\*\*  $p < .01$  \*\*  $p < .05$  \*

## **Discusión y conclusiones**

El objetivo de nuestro estudio experimental fue el análisis de la influencia de la inhibición sobre la memoria de trabajo. Para ello se utilizaron los componentes de los potenciales relacionados con eventos (PRE) como una alternativa de estudio, porque otras investigaciones han sugerido o demostrado que esta relación es falsa (Cepeda-Freyre et al. en proceso; Wright & Diamond, 2014). La hipótesis de nuestro estudio suponía que esta relación bien podría ser observada: i) como una actividad cognitiva reflejada en distintas zonas cerebrales y; ii) como procesos que se afectaban mutuamente ya fuera en sus latencias o en sus voltajes.

El componente P2 ha sido asociado con la memoria de trabajo previamente (Dunn, Dunn, Languis, & Andrews, 1998; Lefebvre, Marchand, Eskes, & Connolly, 2005), sin embargo, en esta investigación, su aparición dominante es en regiones posteriores, lo que puede ser interpretado como el reflejo de procesos de evocación sensorial, pero no de procesamiento cognitivo. Sin embargo, esta explicación no alcanza para comprender el incremento del voltaje de P2 en las condiciones de ruido visual, y su alta correlación con las regiones temporales y occipitales.

Una explicación alternativa del P2, es que este componente refleje un procesamiento conocido como “top-down” (Freunberger et al., 2007; Linnert, Reid, & Westermann, 2016), en el que el conocimiento previo del contexto en una actividad funciona como regulador de la atención sensorial ante una nueva estimulación dentro del mismo contexto (Wolfe, Butcher, Lee, & Hyle, s.f.). Otra alternativa, es que el componente P2 refleje un proceso encargado de “filtrar” la información sensorial irrelevante, lo que habilita a los sujetos a enfocarse en la información relevante. Esta es una posibilidad bastante sólida, sin embargo, no nos es posible determinar con certeza algún constructo teórico al que se le puede atribuir dicha función de filtrado sensorial aplicado al P2.

Esta idea del componente P2 como filtro de información supondría una relación funcional con la latencia y/o voltaje del componente P3 de una tarea NoGo. Sin embargo, la relación más consistente entre el voltaje del componente P2 de la TMV en sus tres diferentes versiones fue con la latencia del componente P3 en las regiones parietales. Esto podría ser interpretado como un efecto correlativo entre dos tipos de procesos, uno asociado con la inhibición motora y otro con la memoria de trabajo y la atención sostenida. Esta convergencia podría ser entendida como una mayor velocidad de procesamiento asociada al punto intermedio entre las regiones asociadas con cada uno de los procesos psicológicos involucrados.

Es posible también que, como se ha planteado en el pasado (Lustig et al., 2007) el control inhibitorio pueda ser dividido en capacidades diferentes, a saber, inhibición cognitiva e inhibición motora, de tal forma ambas formas de inhibición pudieran ser funciones separadas, con representación topográfica cerebral distinta. Debido a la naturaleza del paradigma Go/NoGo, existen mayores probabilidades de que el efecto de la tarea ponga en funcionamiento a la inhibición motora; asimismo, la interferencia de ruido de la TMV podría poner en funcionamiento a la inhibición cognitiva. El paradigma empleado en esta investigación podría haber sido incapaz de detectar esta diferencia entre procesos inhibitorios.

En este sentido, nuestra hipótesis sobre las posibles maneras de identificar la relación entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo son aceptadas parcialmente. Al menos en este estudio, y a través de nuestro paradigma experimental, no es posible determinar si la inhibición tiene una representación funcional distinta de la de la memoria de trabajo visual. Podría ser que el componente P2 en el polo occipital, y el componente P3 en el polo frontal dos formas distintas del mismo proceso. Pero también podría ser que refleje procesos independientes. Nuestro paradigma experimental no puede decidir sobre esta disyuntiva. La correlación negativa entre latencias y voltajes de los componentes en la zona de convergencia (regiones parietales y temporales) entre los polos donde se manifiestan con mayor presencia los componentes, bien podría ser una relación bien podría ser un efecto auténtico, pero nuestro paradigma no alcanza a explicar este efecto.

Sin embargo, algo que sí aporta nuestro estudio es la evidencia experimental de que el ruido visual desencadena actividad cerebral en regiones cerebrales posteriores, la cual podría ser explicada como un proceso de filtrado para separar la información relevante de la irrelevante. Si esto fuera así, entonces nuestro estudio presenta evidencia empírica de que al menos una de las funciones atribuidas a la inhibición, la de eliminación, se lleva a cabo en regiones no asociadas tradicionalmente con la inhibición. Esto sugiere que la etapa de procesamiento visual en la que la información relevante es separada de la irrelevante ocurre alrededor de los 200-260 milisegundos; mientras que el mecanismo de inhibición motora aparece entre los 222-330 ms en regiones frontales. Por lo tanto, se necesita más investigación para descartar la posibilidad de que dicho proceso de filtrado esté asociado con el control inhibitorio.

## Referencias

- Ames, S.L., Wong, S.W., Bechara, A., Cappelli, C., Dust, M., Grenard, J.L., y Stacy, A.W. (2014). Neural correlates of a Go/NoGo task with alcohol stimuli in light and heavy young drinkers. *Behavioural Brain Research*, 274, 82–389.
- Aron, A. R. (2007). The Neural Basis of Inhibition in Cognitive Control. *The Neuroscientist*, 13(214).
- Aron, A. R., & Poldrack, R. A. (2006). Cortical and Subcortical Contributions to Stop Signal Response Inhibition: Role of the Subthalamic Nucleus. *The Journal of Neuroscience*, 26(9), 2424–2433.
- Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. En G.H. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (Vol.8, pp. 47–89). Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65–94.
- Bird, C.M., & Burgess, N. (2008). The hippocampus and memory: insights from spatial processing. *Nature reviews. Neuroscience*, 9(3), 182–194.
- Bjorklund, D. F., & Harnishfeger, K. K. (1995). The Evolution of Inhibition Mechanisms and Their Role in Human Cognition and Behavior. En F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 141–173). New York: Academic Press.
- Blinowska, K., y Durka, P. (2006, 4). Electroencephalography (EEG). En Wiley encyclopedia of biomedical engineering. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Cepeda-Freyre, H. A., García-Aguilar, G & Oliveros-Oliveros, J.J. (en preparación) Bayesian analysis of working memory and inhibitory control.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short term memory. A reconsideration of storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(4), 87–186.
- Conway, A.R.A., Kane, M.J., Bunting, M.F., Hambrick, D.Z., Wilhelm, O., y Engle, R.W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786.
- Delorme, A., y Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9–21.

- Dempster, F. N. (1992). The Rise and Fall of the Inhibitory Mechanism: Toward a Unified Theory of Cognitive Development and Aging. *Developmental Review*, 12(1), 45-75.
- Diamond, A. & Gilbert, J. (1989). Development as progressive inhibitory control of action: Retrieval of a contiguous object. *Cognitive Development*, 4, 223-249.
- Donchin, E. (1981, 9). Surprise!? Surprise? *Psychophysiology*, 18(5), 493–513. doi:10.1111/j.1469 8986.1981.tb01815.x
- Dunn, B.R., Dunn, D.a., Languis, M., y Andrews, D. (1998). The relation of ERP components to complex memory processing. *Brain and cognition*, 36(3), 355–376. doi: 10.1006/brcg.1998.0998
- Freunberger, R., Klimesch, W., Doppelmayr, M., y Holler, Y. (2007). Visual P2 component is related to theta phase-locking. *Neuroscience Letters*, 426(3), 181–186.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31, 373– 385.
- Fuster, J.M. (2008). The prefrontal cortex (4.a ed.). Amsterdam Boston: Academic Press/Elsevier.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions, and research evidence. En F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). New York: Academic Press.
- Handy, T.C. (Ed.). (2005). *Event-Related Potentials: A Methods Handbook* (Vol.67). Cambridge, Mass: MIT Press.
- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. (2007). Inhibitory Mechanisms and the Control of Attention. *En Variation in working memory* (pp. 227–249). Oxford University Press.
- Hochman, E. Y., Wang, S., Milner, T. E., & Fellows, L. K. (2015). Double dissociation of error inhibition and correction deficits after basal ganglia or dorso-medial frontal damage in humans. *Neuropsychologia*, 69, 130-139.
- Jasper, H.H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Supplement*, 10(2), 370–375.
- Jones, S.R. (2015). Local Field Potential, Relationship to Electroencephalogram (EEG) and Magnetoencephalogram (MEG). *En Encyclopedia of computational neuroscience* (pp. 1568–1572). New York, NY: Springer New York.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.E., Jessell, T.M., Siegelbaum, S.A., & Hudspeth, A.J. (2000). *Principles of neural science* (4.a ed.). McGraw-Hill, Health Professions Division.

- Konishi, S., Nakajima, K., Uchida, I., Kikyo, H., Kameyama, M., & Miyashita, Y. (1999). *Common inhibitory mechanism in human inferior prefrontal cortex revealed by event-related functional MRI*. *Brain*(122), 981-991.
- Knowles, W.D. (1992). Normal Anatomy and Neurophysiology of the Hippocampal Formation. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 9(2), 252–263.
- Kursawe, M.A., & Zimmer, H.D. (2015). Costs of storing colour and complex shape in visual working memory: Insights from pupil size and slow waves. *Acta Psychologica*, 158, 67–77.
- Lefebvre, C.D., Marchand, Y., Eskes, G.A., & Connolly, J.F. (2005). Assessment of working memory abilities using an event-related brain potential (ERP)-compatible digit span backward task. *Clinical Neurophysiology*, 116(7), 1665–1680.
- Linnert, S., Reid, V., & Westermann, G. (2016). ERP correlates of two separate top-down mechanisms in visual categorization. *International Journal of Psychophysiology*, 108, 83.
- Lopez-Calderon, J., & Luck, S.J. (2014). ERPLAB: An Open-Source Toolbox for the Analysis of Event-Related Potentials. *Frontiers in Human Neuroscience*.
- Luck, S.J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Luck, S.J., & Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–81.
- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R.T. (2007). Inhibitory deficit theory: Recent developments in a "new view". En *Inhibition in cognition*. (pp. 145–162). Washington: American Psychological Association.
- MacLeod, C. M. (2007). The Concept of Inhibition in Cognition. En D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in Cognition* (pp. 3-23). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- MacLeod, C. M., Dodd, M. D., Sheard, E. D., Wilson, D. E., & Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. *Psychology of learning and motivation*, 43, 163-215.
- Markley, C., Luck, S., & Lopez-Calderon, J. (s.f.). *Artifact Detection*. University of California, Davis.
- Matthews, S. C., Simmons, A. N., Arce, E., & Paulus, M. P. (2005). Dissociation of inhibition from error processing using a parametric inhibitory task during functional magnetic resonance imaging. *NEUROREPORT*, 16(7), 755-760.
- Oberauer, K., Suß, H.M., Schulze, R., Wilhelm, O., & Wittmann, W.W. (2000). Working memory capacity — facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29(6), 1017–1045.

- Oberauer, K., & Eichenberger, S. (2013). Visual working memory declines when more features must be remembered for each object. *Memory & cognition*, *41*(8), 1212–27.
- R Core Team. (2016). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Redick, T.S., Calvo, A., Gay, C.E., & Engle, R.W. (2011). Working memory capacity and go/no-go task performance: selective effects of updating, maintenance, and inhibition. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, *37*(2), 308–324.
- Repov, G., & Baddeley, A.D. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*(1), 5–21.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-Prime: User's guide. Psychology Software Incorporated.
- Smith, E.E., Jonides, J., & Koeppel, R.A. (1996). Dissociating Verbal and Spatial Working Memory Using PET. *Cerebral Cortex*, *6*(1), 11–20.
- Talsma, D., & Woldorff, M.G. (2005). 6 Methods for the Estimation and Removal of Artifacts and Overlap. En T.C.Handy (Ed.), *Event-related potentials: A methods handbook* (p.115). MIT Press.
- Tirapu, J., García A., Luna P. Verdejo, A. & Ríos M. (2012). “Localización: Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas”. En Javier Tirapu Ustárriz (ed. lit.), A. García Molina (ed. lit.), Marcos Ríos Lago (ed. lit.), Alfredo Ardila Ardila. pp. 87-120
- Vogel, E.K., & Machizawa, M.G. (2004, 4). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*, *428*(6984), 748–751.
- Widmann, A., Schroger, E., y Maess, B. (2015, 7). Digital filter design for electrophysiological data – a practical approach. *Journal of Neuroscience Methods*, *250*, 34–46.
- Wolfe, J.M., Butcher, S.J., Lee, C., y Hyle, M. (s.f.). Changing Your Mind: On the Contributions of Top-Down and Bottom-Up Guidance in Visual Search for Feature Singletons.
- Wright, A. & Diamond, A. (2014). An effect of inhibitory load in children while keeping working memory load constant. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1-9. (Special issue on Development of Executive Function during Childhood).

**Aproximaciones al estudio del comportamiento y sus aplicaciones**  
**Volumen I**

Se terminó de imprimir el día 31 de octubre de 2017  
en los talleres de  
ROSETE EDITORES / JORGE ANTONIO ROSETE PEREYRA  
ubicados en:  
calle Garrido No. 76 colonia Aragón La Villa  
teléfono: 246-490-5560  
e-mail: dogmagrafico@hotmail.com

El tiraje consta de 300 ejemplares.

