



AIP

# ACTA DE INVESTIGACIÓN PSICOLÓGICA

PSYCHOLOGICAL RESEARCH RECORDS

**Volumen 2, Número 1, Abril 2012.**

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

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

# Acta de Investigación Psicológica

<b>Editor General - Chief Editor</b> Rolando Díaz Loving Universidad Nacional Autónoma de México	Javier Nieto Gutiérrez Universidad Nacional Autónoma de México	Rozzana Sánchez Aragón Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Editor Ejecutivo- Executive Editor</b> Sofía Rivera Aragón Universidad Nacional Autónoma de México	John Adair University of Manitoba	Ruben Ardila Universidad Nacional de Colombia
<b>Editor Asociado- Associate Editor</b> Nancy Montero Santamaría Gerardo Benjamín Tonatíuh Villanueva Orozco Universidad Nacional Autónoma de México	John Berry Queen's University	Ruth Nina Estrella Universidad de Puerto Rico
<b>Consejo Editorial - Editorial Board</b> Alfredo Ardila Florida International University	José Luis Saiz Vidallet Universidad de la Frontera	Sandra Castañeda Universidad Nacional Autónoma de México
Aroldo Rodrigues California State University	José María Peiró Universidad de Valencia	Scott Stanley University of Denver
Brian Wilcox University of Nebraska	Klaus Boehnke Jacobs University	Silvia Koller Universidad Federal de Rio Grande do Sul
Carlos Bruner Iturbide Universidad Nacional Autónoma de México	Laura Acuña Morales Universidad Nacional Autónoma de México	Steve López University of South California
Charles Spilberger University of South Florida	Laura Hernández Guzmán Universidad Nacional Autónoma de México	Víctor Manuel Alcaraz Romero Universidad Veracruzana
David Schmitt Bradley University	Lucy Reidl Martínez Universidad Nacional Autónoma de México	Victor Corral Verdugo Universidad de Sonora
Emilia Lucio Gómez-Maqueo Universidad Nacional Autónoma de México	María Cristina Richaud de Minzi Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	William Swann University of Texas at Austin
Emilio Ribes Iñesta Universidad Veracruzana	María Elena Medina-Mora Icaza Instituto Nacional de Psiquiatría	Ype H. Poortinga Tilburg University
Feggy Ostrosky Universidad Nacional Autónoma de México	Michael Domjan University of Texas at Austin	© UNAM Facultad de Psicología, 2011
Felix Neto Universidade do Porto	Mirta Flores Galaz Universidad Autónoma de Yucatán	
Harry Triandis University of Illinois at Champaign	Peter B. Smith University of Sussex	
Heidemarie Keller University of Osnabruck	Reynaldo Alarcón Universidad Ricardo Palma	
Isabel Reyes Lagunes Universidad Nacional Autónoma de México	Ronald Cox Oklahoma State University	
	Roque Méndez Texas State University	

Acta de Investigación Psicológica, Vol. 2, No. 1, enero-abril 2012, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Psicología, Av. Universidad 3004, Col. Copilco-Universidad, Del. Coyoacán, CP. 04510, México, D.F., Tel/Fax. (55)56222305 y (55)56222326, <http://www.psicologia.unam.mx/pagina/es/155/acta-de-investigacion-psicologica>, [actapsicologicaunam@gmail.com](mailto:actapsicologicaunam@gmail.com), Editor responsable: Dr. Rolando Díaz Loving, Reserva de derechos al uso exclusivo N° 04-2011-040411025500-203, ISSN en trámite, Responsable de la última actualización de este número: Unidad de Planeación, Facultad de Psicología, Lic. Augusto A. García Rubio Granados, Av. Universidad 3004, Col. Copilco-Universidad, Del. Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F., fecha de última modificación, 17 de abril de 2012.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.  
Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos e imágenes aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Sistema de índices y resúmenes: AIP se encuentra en Latindex y CLASE  
Abstracting and Indexing: PRR is abstracted or indexed in Latindex y CLASE

# Índice Index

Abril 2012  
April 2012

Volumen 2  
Volume 2

Número 1  
Issue 1

Prólogo / Preface

**María Guadalupe González Osornio & Feggy Ostrosky.....509**

ESTRUCTURA DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN LA EDAD PREESCOLAR  
STRUCTURE OF EXECUTIVE FUNCTIONS IN PRESCHOOL AGE

**Asucena Lozano Gutiérrez & Feggy Ostrosky.....521**

EFFECTO DEL NIVEL SOCIOECONÓMICO EN EL CONTROL INHIBITORIO DURANTE LA EDAD PREESCOLAR  
EFFECT OF SOCIOECONOMIC STATUS IN INHIBITORY CONTROL DURING PRESCHOOL AGE

**Carla Susana Sandoval Ocampo, Feggy Ostrosky & Beatriz Camarena.....532**

RELACIÓN DEL GEN DOPAMINÉRGICO COMT EN EL DESEMPEÑO DE TAREAS DE INHIBICIÓN  
RELATIONSHIP OF DOPAMINERGIC GENE COMT IN THE PERFORMANCE OF INHIBITION TASK

**Elsa Carmen Aguilera Lazaro, Feggy Ostrosky & Beatriz Camarena.....543**

INTERACCIÓN DE TEMPERAMENTO Y MAO-A EN PRUEBAS DE INHIBICIÓN EN PREESCOLARES  
INTERACTIONS OF THE TEMPERAMENT AND MAO-A IN PRESCHOOLER CHILDREN'S INIBITION TESTS

**Karla Ximena Díaz Galván & Feggy Ostrosky.....555**

DESEMPEÑO NEUROPSICOLÓGICO PREFRONTAL EN SUJETOS VIOLENTOS DE LA POBLACIÓN GENERAL  
NEUROPSYCHOLOGICAL PERFORMANCE IN VIOLENT MEN: A COMMUNITY SAMPLE

# Índice Index

Abril 2012  
April 2012

Volumen 2  
Volume 2

Número 1  
Issue 1

<b>César Romero, Feggy Ostrosky &amp; Beatriz Camarena .....</b>	<b>568</b>
EFECTO DE LA PORTACIÓN DE ALELOS DE RIESGO DE MAO-A Y DRD4 SOBRE MEDICIONES DE AGRESIÓN EFFECT OF RISK ALLELES MAO-A AND DRD4 ON AGGRESSION MEASURES	
<b>Maura Jazmín Ramírez Flores &amp; Feggy Ostrosky.....</b>	<b>582</b>
FLEXIBILIDAD COGNITIVA DESPUÉS DE UN TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO COGNITIVE FLEXIBILITY AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY	
<b>Gabriela Orozco Calderón &amp; Feggy Ostrosky.....</b>	<b>592</b>
LÓBULOS FRONTALES Y FUNCIONES EJECUTIVAS EN TRANSEXUALES FRONTAL LOBES AND EXECUTIVE FUNCTIONS IN TRANSSEXUALS	
<b>Lineamientos para los Autores.....</b>	<b>605</b>
<b>Proceso Editorial.....</b>	<b>607</b>
<b>Guidelines for Authors.....</b>	<b>608</b>
<b>Editorial Process.....</b>	<b>610</b>

# Acta de Investigación Psicológica

Página dejada intencionalmente en blanco

## Prólogo

Las funciones más complejas del humano, entre ellas las Funciones Ejecutivas son soportadas principalmente por la corteza prefrontal (Goldberg, 2001) y participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana, también permiten que los sujetos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismos (Lezak, Howieson & Loring, 2004).

Se definen como un proceso o una serie de procesos cuyo principal objetivo es facilitar la adaptación a situaciones nuevas, opera por medio de la modulación o el control de habilidades cognitivas más básicas; estas habilidades o rutinas son procesos sobre-aprendidos por medio de la práctica o la repetición e incluyen habilidades motoras y cognitivas como la lectura, la memoria o el lenguaje (Burgess, 1997). Representan un sistema cuyo desempeño es optimizado en situaciones que requieren la operación de diversos procedimientos cognitivos, este sistema se necesita aun más cuando se tienen que formular nuevos planes de acción, al igual que cuando se necesita seleccionar y programar secuencias apropiadas de respuesta (Robbins, 1998).

Debido a que en la mayoría de las situaciones de la vida diaria es necesario hacer adaptaciones conductuales, también permiten la creación de patrones nuevos de procesamiento cuando no existen esquemas que puedan enfrentar la situación (Burgess, 1997).

Si bien las funciones ejecutivas pueden estudiarse desde una aproximación puramente funcional, considerar su sustrato anatómico proporciona valiosa información respecto a su organización y funcionamiento. En términos anatómicos, la corteza prefrontal ocupa un lugar privilegiado para orquestar a las FE, puesto que es la región cerebral de integración por excelencia, gracias a la información que envía y recibe de virtualmente todos los sistemas sensoriales y motores. Comprende casi 30% del total de la corteza en humanos y representa la estructura neocortical más desarrollada. Se localiza en las superficies lateral, medial e inferior del lóbulo frontal y se divide en tres regiones: corteza prefrontal dorsolateral, corteza prefrontal medial y corteza prefrontal orbital (Fuster, 2002).

La región prefrontal dorsolateral (CPDL) es la más grande y la más reciente de la corteza frontal en la escala filogenética (Stuss & Levine, 2000). En términos generales esta región se ha relacionado con los procesos de planeación, memoria de trabajo, solución de problemas, flexibilidad, inhibición (tareas go/no-go) y organización temporal (secuenciación) (Diamond, 2002; Hoshi & Tanji, 2004; Fuster, 2002). La porción anterior de de la CPDL, cuya organización funcional es exclusiva del ser humano, está relacionada con los procesos de mayor jerarquía cognitiva, como la metacognición, la cognición social, la conciencia del yo y el autoconocimiento (Stuss & Levine, 2000).

A diferencia del área dorsolateral, involucrada en aspectos cognitivos, la corteza orbitofrontal (COF) está relacionada más bien con los aspectos afectivos y motivacionales de las funciones ejecutivas. Se ha observado mediante estudios con primates no humanos y pacientes con lesión focal que esta zona está comprometida con la adaptación y el aprendizaje de cambios que conciernen relaciones estímulo-respuesta; dichos procesos resultan ser relevantes en los diferentes contextos sociales cotidianos.

Asimismo, está relacionada a la toma de decisiones con contenido motivacional (Zelazo & Müller, 2002). De acuerdo a Bechara, Damasio y Damasio (2000) la región ventromedial del área orbitofrontal se relaciona con la detección de condiciones de riesgo, mientras que la región lateral se relaciona con el procesamiento de los matices negativo-positivo de las emociones. Asimismo, el área medial y orbital de la corteza prefrontal están involucradas en los procesos de inhibición afectivo conductual (Fuster, 2002).

Por último, la corteza frontomedial (CFM) está íntimamente relacionada con los procesos de inhibición de respuestas, la regulación de la atención, de la conducta y de estados motivacionales, incluyendo la agresión. Las porciones más anteriores de esta región están involucradas en los procesos de mentalización (Shallice, 2001). Adicionalmente, el cíngulo anterior funciona de manera integral con esta región participando en la detección de errores y solución de conflictos (Miller & Cohen, 2001).

En un inicio, la descripción de la naturaleza y organización de las funciones ejecutivas se realizó a partir de observaciones clínicas de población adulta con algún tipo de patología o lesión. Actualmente, la investigación acerca de estas funciones se ha ampliado a un gran número de patologías y condiciones. En este número, se incluyen artículos de investigación que buscan aportar datos acerca de las características de funcionamiento ejecutivo que abarcan desde la descripción de aspectos del desarrollo de estas funciones a través del estudio de niños en edad preescolar, hasta la caracterización del funcionamiento ejecutivo en población adulta que presenta conductas violentas, con traumatismo craneo encefálico y transexuales.

En relación al desarrollo del funcionamiento ejecutivo, se presentan 4 artículos. En el primero, presentado por González y Ostrosky se examinó la estructura de las funciones ejecutivas en 128 niños de 3 a 6 años de edad, usando un análisis factorial confirmatorio. Los resultados indican que en la edad preescolar la estructura del funcionamiento ejecutivo puede ser diferenciada en dos procesos relacionados pero independientes: memoria de trabajo e inhibición. Los autores concluyen que la unidad estructural de las funciones ejecutivas en edades muy tempranas, cambia a través del desarrollo, siendo cada vez más multifacética, lo cual se relaciona con la maduración e integración de diferentes circuitos frontosubcorticales.

Por su parte, Lozano y Ostrosky presentan datos acerca de la influencia del nivel socioeconómico (NSE) en el desarrollo del control inhibitorio en niños preescolares. Se encontró que hay un efecto significativo del NSE en el desempeño en tareas que evalúan la inhibición de respuestas cognitivas y motoras, los niños de NSE alto obtienen mayores puntajes que los niños de NSE bajo, mientras que en una tarea de demora de gratificación los niños de NSE bajo cometen menos errores. Se concluye que el NSE es un factor que determina en gran medida el desarrollo de la capacidad de inhibir respuestas dominantes durante la edad preescolar, lo cual es relevante para la autoregulación y facilitación del desarrollo de otras funciones ejecutivas.

Los artículos de Sandoval, Ostrosky y Camarena, y de Aguilera, Ostrosky y Camarena hacen referencia a la modulación genética del desarrollo de las funciones ejecutivas en niños preescolares. De este modo, Sandoval, Ostrosky, y Camarena reportan que al analizar la relación entre el polimorfismo funcional del gen COMT y el rendimiento neuropsicológico en tareas de inhibición en 248 niños sanos de 3 a 6 años de edad, se encontró que los niños que presentaban el polimorfismo Met/Metse desempeñaron significativamente mejor en tareas relacionadas con la inhibición de un componente emocional que los niños con polimorfismo Val/Val. Estos resultados parecen reflejar el papel de la enzima COMT como regulador del funcionamiento cognitivo a través de su acción sobre sistemas de neurotransmisión.

Finalmente, Aguilera, Ostrosky y Camarena evaluaron la influencia de la enzima MAO-A y el temperamento en el funcionamiento ejecutivo en niños en edad preescolar. Se observó que aquellos niños con la variación de MAO-A de baja actividad transcripcional y un temperamento de autocontrol, presentaron mayor capacidad para inhibir conductas dominantes.

Con estos datos se pone de manifiesto la existencia de una correlación paralela entre la maduración gradual de la corteza prefrontal, con la manifestación y mejoramiento de las capacidades ejecutivas, y que este desarrollo se ve influido tanto por variables ambientales, como por variables genéticas y de temperamento. Además, el estudio del desarrollo de las funciones ejecutivas desde edades tempranas permite no sólo comprender las características de este proceso, sino también facilita la detección y prevención de alteraciones comunes en algunos trastornos del neurodesarrollo.

Dentro de este número también se incluyen estudios en población adulta donde se reportan los hallazgos acerca de las características de funcionamiento ejecutivo en individuos que presentan conductas violentas, en personas con traumatismo craneoencefálico y en transexuales.

Díaz y Ostrosky evaluaron el funcionamiento cognitivo de 60 hombres violentos de la población general, por medio de una batería neuropsicológica que proporciona índices del funcionamiento de 3 áreas de la corteza prefrontal: área

dorsolateral, orbitomedial y pre frontal anterior. Los resultados encontrados coinciden con los que se han reportado en la literatura en individuos institucionalizados en referencia a un bajo desempeño en tareas que evalúan procesos asociados al funcionamiento del área orbitomedial y además se analiza el papel que podría jugar el componente antisocial de la personalidad en la conducta violenta y el desempeño neuropsicológico.

Por su parte, en el artículo de Romero, Ostrosky y Camarena, se plantea que existen factores genéticos que explican entre el 40% y el 50% de la varianza de los rasgos asociados al trastorno antisocial incluyendo la violencia, por lo que se investigó el efecto de dos alelos de riesgo (baja actividad de MAO-A y 7 repeticiones DRD4) sobre mediciones de agresión.

Se evaluaron mediante escalas psicológicas a 60 hombres sanos y los resultados indicaron que tanto el efecto principal de cada uno de los alelos de riesgo, como su interacción impactan sobre mediciones de hostilidad, enojo, impulsividad, empatía y rasgos antisociales de psicopatía. Se concluye que es necesario investigar el efecto de estos alelos sobre la estructura y función cerebral ya que aparentemente confieren riesgo para la manifestación de conductas violentas.

Los resultados de estas investigaciones aportan datos relevantes no sólo para la caracterización neuropsicológica de personas con conductas violentas, sino que además identifican variables genéticas que modulan la expresión de este tipo de conductas.

Por su parte Ramírez y Ostrosky evaluaron el desempeño en tareas de flexibilidad cognitiva a un grupo de 25 pacientes con traumatismo cráneo encefálico (TCE) moderado y 15 pacientes con traumatismo severo. El análisis estadístico mostró que el grupo con TCE - Severo requirió mayor tiempo para realizar las tareas, presentó más errores perseverativos y tuvo dificultad al cambiar de un set cognitivo a otro. Los hallazgos del estudio permitirán no sólo la elección de tareas de evaluación apropiadas para los pacientes con TCE, sino que también ayudarán en la generación de programas de intervención cognitiva y conductual.

Finalmente, en el trabajo de Orozco y Ostrosky se reportan las características del desempeño cognitivo en tareas que evalúan funciones ejecutivas en transexuales hombre a mujer. Se encontró que los transexuales tuvieron una menor ejecución comparados con hombres en la puntuación total de la batería neuropsicológica utilizada para su evaluación, así como en tareas de inhibición y de toma de decisiones. Estos resultados apoyan las evidencias que indican que los transexuales hombre a mujer presentan una ejecución cognitiva lejana a su sexo de nacimiento y se propone un perfil cognitivo diferente al de los hombres y las mujeres.

Este volumen pretende dar una visión de distintos aspectos del estudio de las funciones ejecutivas en población normal o con alguna patología. Los

hallazgos reportados en estos trabajos coinciden en identificar variables que a distintos niveles, modulan el desarrollo y características del funcionamiento ejecutivo, dichas variables, van desde los aspectos genéticos y hormonales, hasta factores ambientales y lesiones específicas.

Con estos datos se hace un aporte no sólo teórico dentro del campo de la neuropsicología y las funciones ejecutivas, sino también una contribución en el ámbito aplicado, al señalar hallazgos que puedan servir como guía al diseñar estrategias de evaluación o programas de intervención.

Feggy Ostrosky  
Universidad Nacional Autónoma de México



## Preface

The most complex human functions, including executive functions, are related primarily to the prefrontal cortex (Goldberg, 2001) and are involved in the control, regulation and efficient planning of human behavior, they also allow individuals to engage successfully in independent, productive and useful behaviors (Lezak, Howieson & Loring, 2004).

Executive functions are defined as a processor series of processes whose main objective is to facilitate adaptation to new situations, they operate through the modulation or control of more basic cognitive skills, these skills or routines are over-learned processes and include motor and cognitive skills such as reading, memory or language (Burgess, 1997). Thus, executive functions represent a system whose performance is optimized in situations requiring the operation of various cognitive processes, when selection and program of appropriate response sequences are needed (Robbins, 1998) or when situations of daily life demand the creation of new patterns when no previous processing schemes are available (Burgess, 1997).

While executive function can be studied from a functional approach, considering its anatomical substrate provides valuable information about their organization and operation. In anatomical terms, the prefrontal cortex is uniquely placed to orchestrate executive functions, since it is the brain region that sends and receives input from virtually all sensory and motor systems. It comprises almost 30% of the human cortex and represents the most complex neocortical structure. It is located on the lateral surface, medial and inferior frontal lobe and is divided into three regions: dorsolateral prefrontal cortex, medial prefrontal cortex and orbital prefrontal cortex (Fuster, 2002).

Dorsolateral prefrontal region (DLPC) is the largest and newest region of the frontal cortex in the phylogenetic scale (Stuss & Levine, 2000). Overall, this region has been linked to planning processes, working memory, problem solving, flexibility, inhibition (Tasks go / no-go) and temporal organization (sequencing) (Diamond, 2002; Hoshi & Tanji, 2004; Fuster, 2002). The anterior portion of the DLPC, whose functional organization is unique to humans, is related to higher-level processes such as meta-cognition, social cognition and self-awareness (Stuss & Levine, 2000).

Unlike the dorsolateral area, involved in cognitive processes, the orbitofrontal cortex (OFC) is related to the emotional and motivational aspects of executive functions. It has been observed through studies with non human primates and patients with focal lesions, that this area is committed to adapting and learning changes concerning stimulus-response relationships, these processes appear to be relevant in everyday social contexts. OFC is also related to decision making with motivational content (Zelazo & Müller, 2002). According to Bechara, Damasio and Damasio (2000) the ventromedial orbitofrontal area relates to the detection of hazardous conditions, while the lateral region is related to the

processing of negative-positive nuances of emotions. Also, the medial and OFC are involved in affective behavioral inhibition processes (Fuster, 2002).

Finally, the frontomedial cortex is closely related to the processes of response inhibition, regulation of attention, behavioral and motivational states, including aggression. The anterior portions of this region are involved in the process of mentalization (Shallice, 2001). Additionally, the anterior cingulate works altogether with the region in situations requiring error detection and conflict resolution (Miller & Cohen, 2001).

At first, the description of the nature and organization of executive functions was made from clinical observations of adult population with some kind of disease or injury. Currently, research on these features has been extended to a large number of diseases and conditions. This issue includes research papers that provide data about the characteristics of executive functioning, ranging from the description of aspects of the development of these functions in preschool children, through characterization of executive functioning in violent adults, adults presenting head trauma and transsexuals.

Regarding development of executive functions, four research papers are presented. First, Gonzalez and Ostrosky examined the structure of executive functions in 128 children from 3 to 6 years old, using a confirmatory factor analysis. Preschoolers completed a battery of EF tasks assessing inhibition and working memory. Results showed that in preschoolers the structure of executive functioning can be differentiated into two related but independent processes: working memory and inhibition. The authors conclude that the relationships between components of executive functions seem to change throughout development, becoming more multifaceted as maturation and integration of different frontosubcortical circuits occur.

Lozano and Ostrosky report data on the influence of socioeconomic status (SES) in inhibitory control in preschool children. Results showed that measures of cognitive and motor inhibition were affected by SES, suggesting that this variable is crucial in determining the development of the ability to suppress dominant responses during preschool age, thus allowing children to develop self regulation and enhancing development of other executive functions.

Two papers point out the importance of genetic factors in the development of executive functions. Sandoval, Camarena and Ostrosky investigated the relationship between a functional polymorphism of the COMT gene and inhibition in 248 healthy children aged 3-6 years. Children carrying the Met/Met polymorphism of the COMT gene performed significantly better on tasks related to inhibition with an emotional component than children with Val/Val genotype. These results seem to reflect the role of COMT enzyme as a modulator of executive functions through its action in neurotransmitter systems.

Finally, Aguilera, Camarena and Ostrosky evaluated the influence of the enzyme MAO-A and temperament in executive functioning in preschool children. Results suggest that children with low transcriptional activity MAO-A and an adequate self-control had greater ability to inhibit dominant behaviors in a series of neuropsychological tasks.

These data suggest the existence of a correlation between the gradual maturation of the prefrontal cortex, and the improvement of executive functioning, further more, this development is influenced both by environmental variables, and by genetic and temperament characteristics. In addition, the study of executive functions development at early ages may not only allow the description of the changes of these functions in normal conditions, but also may facilitate the detection of executive functions deficits in some neuro developmental disorders.

Studies in adult population are also included in this issue. They report findings about the characteristics of executive functioning in individuals with violent behavior, in people with traumatic brain injury and transsexuals.

Díaz and Ostrosky assessed cognitive functioning of 60 violent men from a community sample, with a neuropsychological battery that measures different prefrontal areas: dorsolateral, orbital and anterior. Results agreed with previous studies carried out on institutionalized samples that referred a low orbitomedial performance; an important role the antisocial trait of personality in violent behavior and neuropsychological performance is also discussed.

The paper by Romero, Camarena and Ostrosky, suggests that genetic factors explain between 40% and 50% of the variance of the traits associated with antisocial disorder including violence, so they investigated the effect of two risk alleles (low activity of MAO-A and 7 repetitions of DRD4) on measures of aggression. 60 healthy men were evaluated using psychological scales and the results indicated that both main effect of each of the risk alleles, and their interaction impact on measures of hostility, anger, impulsivity, empathy and antisocial traits of psychopathy. Authors concluded that it is necessary to investigate the effect of these alleles on brain structure and function as they apparently confer risk for the manifestation of violent behavior.

The results of these investigations provide important information not only for neuropsychological characterization of people with violent behavior, but also identify genetic variants that modulate the expression of these behaviors.

Ramírez and Ostrosky evaluated cognitive flexibility performance in a group of 25 patients with moderate traumatic brain injury (TBI) and 15 patients with severe TBI. Statistical analysis showed that the Severe TBI group required more time to complete the tasks, showed more perseverative errors and had difficulty shifting from one set of response to another. The findings not only allow the

selection of appropriate tasks for patients with TBI, but also help in the generation of cognitive and behavioral intervention.

Finally, Orozco and Ostrosky reported cognitive performance in executive function tasks in male to female transsexuals. They found that transsexuals had a lower performance compared with men in the total score of the neuro psychological battery used for evaluation, as well as in inhibition and decision-making tasks. These results support the evidence that male to female transsexuals have a different cognitive performance to their birth sex and proposes a different cognitive profile from that of men and women.

This volume aims to provide different aspects of executive functioning in various populations. The findings reported in these studies identify variables at different levels, which modulate the development and characteristics of executive functioning. These variables range from genetic and hormonal aspects to environmental factors and specific injuries. These findings may not only contribute to theoretical aspects in the field of neuropsychology and executive functions, but also make a contribution to applied neuropsychology, as far as findings can serve as a guide in designing evaluation strategies or intervention programs.

Feggy Ostrosky  
National Autonomous University of Mexico

## Estructura de las Funciones Ejecutivas en la Edad Preescolar

María Guadalupe González Osornio & Feggy Ostrosky<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Una forma de entender la estructura de las Funciones Ejecutivas (FE), es su estudio en el desarrollo temprano y el uso de métodos estadísticos avanzados que permiten entender la interrelación de los distintos componentes.

Los hallazgos en la etapa adulta, apoyan la idea multifactorial de componentes relacionados, pero separables; mientras que evidencias recientes, en la etapa preescolar sugieren que la estructura de las FE, puede ser descrita por un solo factor.

La estructura de las FE fue examinada en 128 niños de 3 a 6 años de edad, usando un análisis factorial confirmatorio. Los preescolares completaron una batería de tareas de FE, que evaluaban procesos de inhibición y memoria de trabajo, con sensibilidad adecuada para la edad.

En la edad preescolar la estructura del funcionamiento ejecutivo puede ser diferenciada en dos procesos relacionados pero independientes: memoria de trabajo e inhibición. Las relaciones entre los componentes parecen cambiar en el desarrollo. La unidad estructural de las FE en edades muy tempranas, cambia a través del desarrollo, siendo cada vez más multifacética, que se relaciona con la maduración e integración de diferentes circuitos frontosubcorticales.

*Palabras clave:* Desarrollo neuropsicológico, Funciones ejecutivas, Lóbulos frontales, Análisis factorial.

## Structure of Executive Functions in Preschool Age

### Abstract

One way to understand the structure of executive functions (EF) is their study in early development and use of advanced statistical methods that allow us to understand the interrelationship of various components.

The findings in the adult age, support the idea multifactorial of related components, but separable, while recent evidence in the preschool years suggest that the structure of the FE, can be described by a single factor.

The structure of the EF was examined in 128 children aged 3 to 6 years of age, using a confirmatory factor analysis. Preschoolers completed a battery of EF tasks, assessing processes of inhibition and working memory with age-appropriate sensitivity.

In the preschool the structure of executive functioning can be differentiated into two related but independent processes: working memory and inhibition. The relationships between the components seem to change in development. The structural unit of the FE at very early ages, it changes through the development, becoming more multifaceted, which is associated with the maturation and integration of different frontal-subcortical circuits.

*Key words:* Neuropsychological development, Executive functions, Frontal lobes, Factor analysis.

Original recibido / Original received: 16/12/2011

Aceptado / Accepted: 31/03/2012

---

<sup>1</sup>Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

Las funciones ejecutivas (FE) son un constructo psicológico que refiere a procesos cognitivos. Muriel Lezak (1982), fue la primera en acuñar el término FE y las describió como, las capacidades para formular metas, planear y solucionar problemas.

Aunque, aún en la actualidad no existe una definición consensuada de FE (Senn, Espy & Kauffmann, 2004), la mayoría de los autores incluyen diversos componentes en dicho constructo, sugiriéndolo incluso como un “paraguas” que incorpora una colección de procesos interrelacionados (Anderson, 2002). Algunos de los componentes que frecuentemente se incluyen como parte de las FE, son: memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad mental, planeación y procesamiento del riesgo-beneficio.

Recientemente las investigaciones se han interesado en evaluar empíricamente, la estructura de las FE, es decir, si los distintos componentes, constituyen procesos independientes ó si involucran un conjunto de procesos interrelacionados (V. Anderson, Anderson, Notham, Jacobs & Catroppa, 2001; Huiziga, Dolan & van de Molen, 2006; Miyake et al., 2000), para hacerlo utilizan técnicas estadísticas, como el análisis factorial.

El análisis factorial tiene como objetivo reconocer, cuál es el número mínimo de variables o dimensiones necesarias para definir una variable compleja, en este caso FE. Existen dos tipos de análisis factoriales, el de tipo exploratorio y el confirmatorio. En el análisis “exploratorio” como su nombre lo dice, se explora cómo se agrupan las variables en distintos factores (no se fijan las cargas o pesos de las variables) mientras que en el análisis “confirmatorio” con base a las evidencias empíricas, es posible establecer variables indicadoras de ciertos factores. Las aproximaciones recientes han intentado integrar estos enfoques, para determinar la naturaleza de la organización de las FE.

Para evaluar la estructura de las FE, Miyake et al. (2000) probaron la unidad y diversidad de 3 procesos postulados frecuentemente, como parte de las FE: alternancia, memoria de trabajo e inhibición. Evaluaron a 137 estudiantes universitarios, mediante la aplicación de una amplia batería de FE y realizaron un análisis confirmatorio. Sus resultados evidenciaron que los constructos: alternancia, memoria de trabajo e inhibición se correlacionan moderadamente, pero son independientes, es decir no son del todo separables.

Por otro lado, V. Anderson et al. (2001) evaluaron a 138 participantes de entre 11 y 17 años, mediante múltiples tareas que evalúan las FE. Realizaron un análisis factorial exploratorio, identificando 5 factores, correlacionados pero independientes: velocidad de procesamiento, planeación, memoria de trabajo, flexibilidad mental y dirección de metas.

Más tarde, Huiziniga et al. (2006) evaluaron la estructura de las FE, a través del desarrollo. En una muestra de 284 participantes divididos en tres grupos (6-8 años, 10-16 años, 18-26 años) mediante tareas que evaluaban los tres componentes propuestos por Miyake et al. (2000): alternancia, memoria de trabajo e inhibición. Además aplicaron las tareas WCST y TOL; Mediante el análisis factorial confirmatorio, identificaron 4 factores, también independientes pero relacionados (alternancia, memoria de trabajo, inhibición y velocidad).

Dichos hallazgos (Anderson et al., 2001; Huiziniga et al., 2006; Miyake et al., 2000) apoyan la idea multifactorial de componentes relacionados, pero separables, es decir consideran un mecanismo común que subyace a los procesos de FE. Es importante reconocer que los estudios mencionados incluyen población adulta (Miyake et al., 2000) o diversos grupos de edad (V. Anderson et al., 2001, Huiziniga et al., 2006).

Aproximaciones recientes en niños en edad escolar (Bull & Scerif, 2001; Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), apoyan la idea multifactorial de FE (componentes relacionados, pero separables).

En la actualidad se reconoce que los modelos explicativos del funcionamiento cognitivo en adultos, no pueden ser equiparados en niños ya que en el adulto, los procesos cognitivos son estáticos. Es decir, el cerebro ha alcanzado su completa maduración, mientras que en el niño, los procesos cognitivos son dinámicos, pues el cerebro aún se encuentra en desarrollo (Espy, 2004; Paterson, Heim, Friedman, Choudhury & Benasich, 2006). Incluso se ha descrito que los modelos en niños en edad escolar, tampoco son equiparables en niños preescolares (Espy, 2004).

Por lo que el interés se ha desplazado hacia el análisis de la estructura de las FE en la edad preescolar (Hugues, Ensor, Wilson & Graham, 2010; Senn et al., 2004; Wiebe, Espy & Charak, 2008), subrayando la importancia del estudio en esta etapa (Best, Miller & Jones, 2009).

La edad preescolar es un periodo crítico de transición y de rápidos cambios en competencias ejecutivas (Carlson, 2005; Espy, 2004; Wiebe et al., 2011), que se relacionan con la maduración de estructuras prefrontales (Diamond & Kirkham, 2005; Huttenlocher & Dabholkar, 1997). Por ejemplo durante la infancia, el proceso de mielinización no deja de aumentar y continúa su desarrollo incluso hasta la tercera década de vida (Casey, Giedd & Thomas, 2000). La mielinización es un factor de gran importancia en el desarrollo de las FE, pues estos procesos no dependen solamente de la maduración de la CPF, sino de la mayor eficacia en sus conexiones aferentes y eferentes con otras regiones corticales y subcorticales (Paus et al., 2001).

Wiebe et al. (2008), con el objetivo de identificar la unidad o diversidad de las FE. Evaluaron a 228 niños preescolares de 3 años de edad, mediante tareas de memoria de trabajo e inhibición. A partir del análisis factorial confirmatorio, determinaron que la estructura de las FE, puede ser descrita por un solo factor. De manera similar, Hughes et al. (2010) evaluaron a 191 niños de 4 y 6 años de edad, a través de tareas de memoria de trabajo, inhibición y planeación concluyendo que la estructura de las FE en la edad preescolar es posible identificarla en un modelo unitario, sin embargo estos autores no consideraron la multiplicidad de diferentes niveles de funcionamiento ejecutivo, componentes micro (memoria de trabajo e inhibición) y componentes macro (planeación y flexibilidad mental).

Sin embargo los hallazgos referentes a la estructura de FE en edad preescolar, son pocos (Hugues et al., 2010; Wiebe et al., 2008) para reflejar adecuadamente estructura de las FE en la edad preescolar, en gran parte debido

al estudio en una ventana de tiempo limitado (Wiebe et al., 2008) ó la inclusión de múltiples niveles de procesamiento (Hugues et al., 2010).

El objetivo de este estudio es reconocer la estructura de las FE en la edad preescolar, evaluando en qué medida estos dos componentes: memoria de trabajo e inhibición, son unitarios o separables.

## **Método**

### *Participantes*

La muestra total quedo conformada por 128 niños de entre 3 y 6 años de edad (64 sexo femenino, 64 sexo masculino). Los participantes fueron reclutados de dos instituciones preescolares. El 40% de la muestra acude a una escuela pública y el 60% acude a una escuela privada.

### *Procedimiento*

Fase 1. Selección: se hizo una invitación por escrito a los padres o tutores de los posibles candidatos, a participar en el protocolo de investigación, en donde se detallaron los objetivos del protocolo, las fases, e implicaciones. En caso de aceptar participar se les pidió que firmaran el consentimiento informado y se envió un formato estructurado de historia clínica completa y en su función, se determinó si cumplían o no, con los criterios de inclusión para participar en el protocolo. De haberse determinado que cumplan con los criterios de inclusión el niño fue incluido como parte del protocolo de investigación.

Fase 2. Evaluación: la aplicación de la batería neuropsicológica se realizó en un aula libre de ruido y distracciones. La aplicación tuvo una duración de entre 40 y 60 minutos, dependiendo de la ejecución de cada niño.

### *Instrumentos*

*Puño-dedo* (adaptado de Luria, 1966): Consiste en 20 ensayos, en los que se le pide al niño que cuando el experimentador señale con el puño el debe mostrar su dedo índice y a la inversa. Para el análisis de datos se considero el número de aciertos.

*Ángel-Diablo* (adaptado de Kochanska, 2002): Consiste en 10 ensayos en los que el niño debe seguir las instrucciones del ángel e ignorar las del diablo. Se contabilizo el número de aciertos.

*Stroop Día-Noche* (adaptado de Carlson & Moses, 2001): Consiste en 20 ensayos, en los que se presentan una serie de láminas que contienen figuras del sol y la luna, el niño debe responder "noche" cuando se le presente la tarjeta del sol y "día" cuando se le presente la tarjeta de luna. Se registro el número de aciertos.

*Hora de la Comida:* Se le presenta al niño una lámina base que incluye 5 personajes con diferentes profesiones (bailarina, policía, maestra, doctor, payaso) y una lámina de una vaca, se le indica que la vaca irá a dejar leche y que el debe ayudarla en recoger los botes en orden inverso a como los repartió la vaca. Se codifico el puntaje obtenido.

*Cubos de Corsi en Regresión* (Corsi, 1972): El niño debe señalar una serie de cubos en orden inversa al que los señalo el experimentador. Se cuantifico el puntaje obtenido.

*Dígitos en regresión* (Corsi, 1972): El niño debe repetir en orden inverso los dígitos mencionados por el experimentador. En el análisis de datos se incluyo el puntaje obtenido.

### *Análisis de Datos*

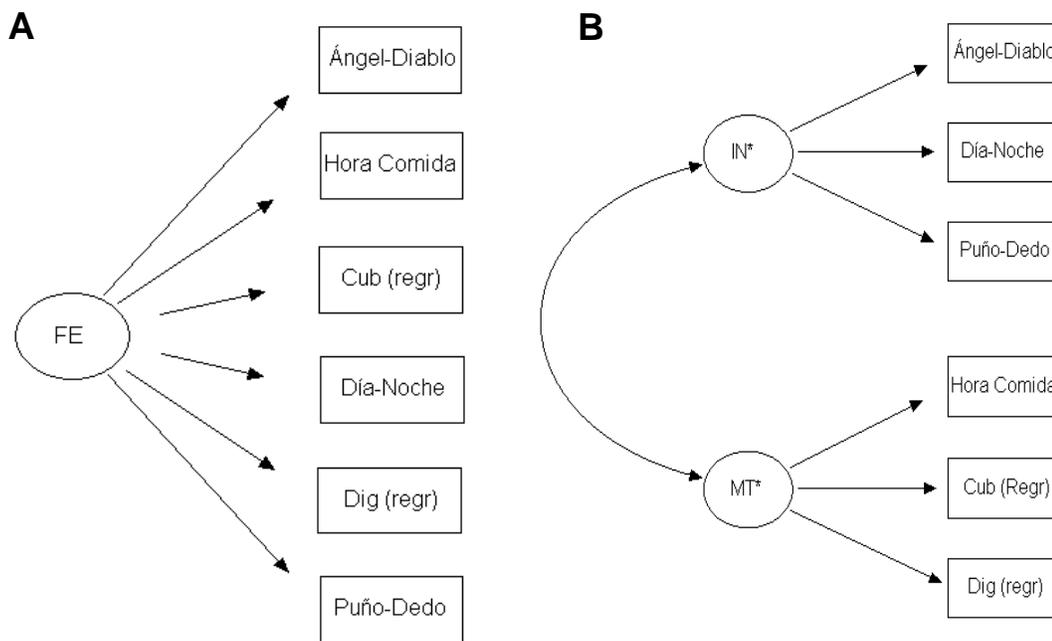
Los datos se analizaron con el paquete SPSS versión 17.0, para evaluar las características descriptivas de la muestra. Para reconocer la estructura de las FE en la edad preescolar, se realizó un análisis factorial confirmatorio, mediante el paquete estadístico EQS 6.1

Para evaluar la estructura de las FE, primero se puso a prueba un modelo unitario donde todas las tareas se agrupan en un solo factor después se probó un modelo de dos factores: memoria de trabajo e inhibición (ver figura1).

Se consideró que si en la edad preescolar fuera posible identificar la estructura de las FE, como dos factores separables (inhibición y memoria de trabajo), este modelo debería proporcionar una excelente ajuste de los datos, las correlaciones entre las dos variables latentes proporcionará una estimación del grado en que los dos componentes están relacionados entre sí. Por el contrario, si los dos componentes (memoria de trabajo e inhibición) correspondieran al mismo constructo subyacente, la estructura deberá ser considerada unitaria, es decir un modelo de un factor, debería proporcionar un excelente ajuste a los datos.

El ajuste de los modelos, se evaluó mediante varias pruebas estadísticas: Chi-cuadrada ( $\chi^2$ ), proporciona una indicación global de ajuste del modelo. El valor  $\chi^2$  sugiere el ajuste del modelo adecuado (Browne & Cudeck, 1993). Debido a que la prueba  $\chi^2$  sensible a las desviaciones de ajuste perfecto en muestras grandes, los índices más utilizados para la evaluación y comparación de modelos incluye la raíz del error cuadrado de aproximación (RMSEA) (Browne & Cudeck, 1993), el índice de ajuste comparativo (CFI). Valores inferiores de RMSEA a 0,06 y los índices CFI entre 0,95 y 1,00 indican buen ajuste. Cuando los modelos no difieren significativamente, con valor de p menor de 0,05, el modelo más simple es preferible sobre la base de la parsimonia (Browne & Cudeck, 1993).

Figura 1. Modelos para el análisis factorial confirmatorio



*Figura 1.* Se ilustra los modelos para el análisis factorial confirmatorio. A) Modelo de un factor B) Modelo de dos factores. Los círculos en la figura representan las dos variables latentes (memoria de trabajo e inhibición), mientras que los rectángulos representan las variables manifiestas (es decir, las tareas individuales) que fueron utilizados para evaluar las funciones específicas, como se indica en la recta, encabezados por una sola flecha. Las flechas curvas de doble punta representan las correlaciones entre las variables latentes. FE: funciones ejecutivas; IN: inhibición; MT: memoria de trabajo; Ángel-Diablo: Stroop Ángel-Diablo; Día-Noche: Stroop Día-Noche; Puño-Dedo: tarea Puño-Dedo; Cub (regr): Cubos en Regresión; Díg (regr): Dígitos en Regresión; Hora comida: tarea Hora de la Comida.

## Resultados

Todas las variables dependientes mostraron adecuadas características de distribución y Kurtosis (ver tabla 1).

Tabla 1

*Características descriptivas de todas las variables dependientes de FE*

Tarea	M	D.E.	Distribución	Kurtosis
Puño-dedo	24.67	7.03	-1.80	2.86
Stroop Ángel-Diablo	17.22	4.59	-1.53	0.85
Stroop Día-Noche	11.42	4.66	-1.27	0.60
Hora de la Comida	2.63	2.29	0.67	-0.47
Cubos en Regresión	3.60	2.34	-0.15	-1.27
Dígitos en regresión	1.32	1.57	-0.15	-1.27

*Nota:* M (media), D.E. (desviación estándar).

El ajuste de los modelos, se evaluó mediante varias pruebas estadísticas:  $\chi^2$ , p, RMSEA y CFI (ver tabla 2).

Tabla 2

*Pruebas de Ajuste de los dos modelos probados*

Modelo	$\chi^2$	P	CFI	RMSEA
1 factor	27.48	0.00	0.89	0.13
2 factores	6.17	0.63	1.00	0.00

*Nota:*  $\chi^2$  (Chi-cuadrada), RMSEA (raíz del error cuadrado de aproximación), CFI (índice de ajuste comparativo). M (media), DE (desviación estándar).

El modelo que más se ajustó, fue el de dos factores (ver figura 2).

Figura 2. Modelo de 2 factores ajustado

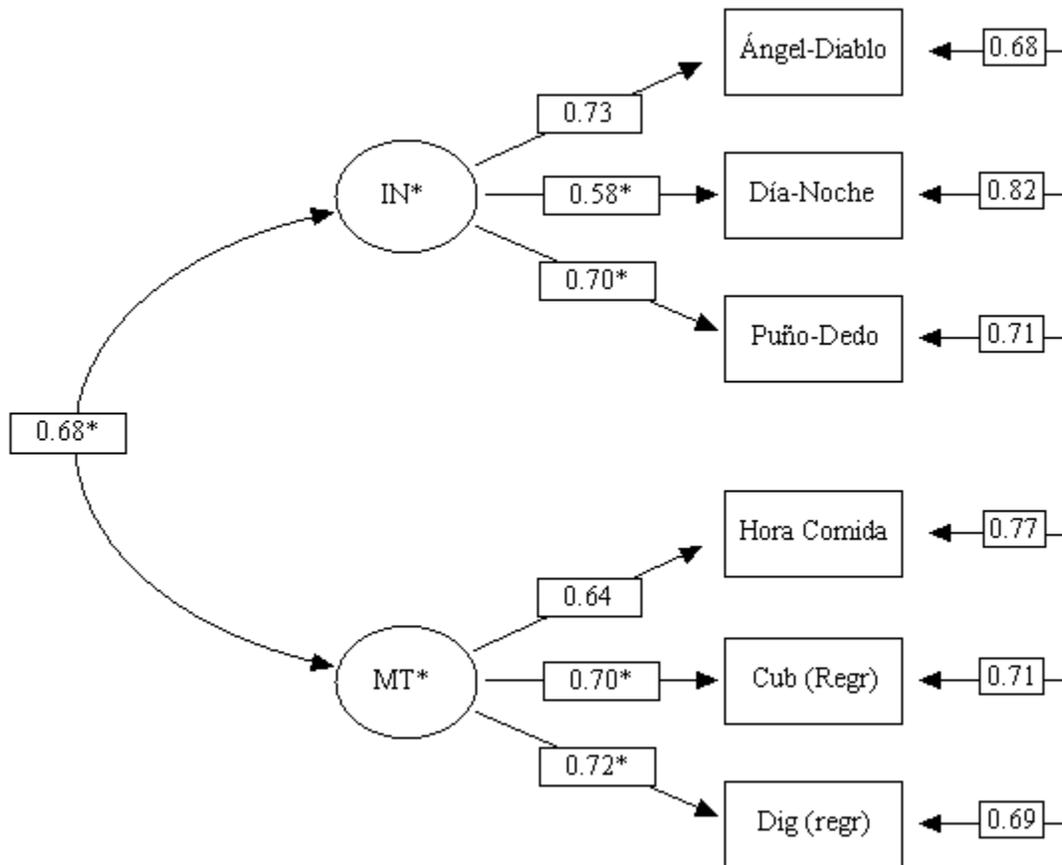


Figura 2. Modelo de 2 factores que probó mejor ajuste. Los círculos en la figura representan las dos variables latente (memoria de trabajo e inhibición), mientras que los rectángulos representan las variables manifiestas (es decir, las tareas individuales) que fueron utilizados para evaluar las funciones específicas, como se indica en la recta, encabezados por una sola flecha. Las flechas curvas de doble punta representan las correlaciones entre las variables latentes. FE: funciones ejecutivas; IN: inhibición; MT: memoria de trabajo; Ángel-Diablo: Stroop Ángel-Diablo; Día-Noche: Stroop Día-Noche; Puño-Dedo: tarea Puño-Dedo; Cub (regr): Cubos en Regresión; Díg (regr): Dígitos en Regresión; Hora comida: tarea Hora de la Comida.

## Discusión

El objetivo de este estudio, era reconocer la estructura de las FE en la edad preescolar. Reconociendo 2 componentes (independientes pero correlacionados) incluidos en las FE: memoria de trabajo e inhibición.

La estructura de las FE en la edad preescolar, es diferenciable de los hallazgos en edad escolar y adultos (V. Anderson, et al., 2001; Asato, Sweeney & Luna, 2006; Bull & Scerif, 2001; Hughes, 1998; Huizinga et al., 2006; Lehto, Juujärvi, Kooistra, y Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), en los que es posible diferenciar al menos 4 factores dentro de las FE.

A diferencia de revisiones anteriores en niños preescolares de 3 años (Hughes et al., 2010; Wiebe et al., 2008), que concebían la estructura unifactorial de las FE en la edad preescolar, nuestros resultados sugieren que en este periodo las FE, no pueden considerarse un factor unitario pues incorpora al menos dos factores (memoria de trabajo e inhibición), independientes pero correlacionada.

La unidad de los dos componentes (memoria de trabajo e inhibición) en los 3 primeros años de vida (Wiebe et al., 2008) puede ser seguido por una independencia pero relación de los 3 a los 6 años, periodo en el que se coordinan y puede facilitar el desarrollo de otros componentes de FE (Davidson, Amso, Cruess & Diamond, 2006),

El común denominador se produce en los circuitos fronto-subcorticales (Masterman & Cummings, 1997), sugiriendo que las mejoras en los distintos componentes de FE se relacionan con una mayor especificidad en la conectividad de la CPF (Luciana, Schissel, Collins & Lim 2007; Luna et al., 2004; Nagy, Westerberg & Klingberg, 2004; Rueda et al., 2004;).

## Conclusiones

Se ha reconocido que las relaciones entre los componentes parecen cambiar en el desarrollo (Best et al., 2009). La unidad estructural de las FE en edades muy tempranas, cambia a través del desarrollo, siendo cada vez más multifacética, que se relaciona con la maduración e integración de diferentes regiones de la CPF (Garon, Bryson & Smith, 2008; Hughes & Graham, 2002; Wiebe et al., 2008).

En la edad preescolar es posible identificar que la estructura de FE, depende de dos procesos independientes pero altamente relacionados (memoria de trabajo e inhibición), vinculado a la maduración de los circuitos mediales y dorsolaterales de la CPF (Casey et al., 2000; Paus et al., 2001). postulan un mecanismo común que subyace en todos los procesos de FE (Miyake et al., 2000).

El común denominador es que, aunque las regiones específicas son distintas para cada proceso (Luna et al., 2004; Rueda, Posner, Rothbarth & Davis, 2004; Nagy et al., 2004; Luciana et al., 2007), la activación se produce en los circuitos fronto-subcorticales (Masterman & Cummings, 1997), sugiriendo que las mejoras en los distintos componentes de FE se relacionan con una mayor especificidad en la conectividad de la CPF (Luna et al., 2004; Rueda et al., 2004; Nagy et al., 2004; Luciana et al., 2007).

Aunque la estructura de las FE refleja tanto unidad como diversidad aplicables desde la edad escolar hasta la etapa adulta (Anderson et al., 2001; Bull

& Scerif, 2001; Huiziniga et al., 2006; Lehto et al., 2003; Miyake et al., 2000; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), esta es diferente a la estructura en la edad preescolar, etapa en la que se caracteriza por la unidad de 2 componentes: memoria de trabajo e inhibición (Hugues et al., 2010; Wiebe et al., 2008).

## Referencias

- Anderson, P. (2002) Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8 (2), 71-82.
- Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. & Catroppa, C. (2001). Development of Executive Functions through late childhood and adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*. 20 (1), 385-406.
- Asato, M., Sweeney, J. & Luna; B. (2006). Development and Psychopathology. *Cambridge University Press*. 20, 1103-1132.
- Best, J. R., Miller, P. H. & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29, 180-200.
- Browne, M. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. En: K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.) *Testing Structural Equation Models*. (pp. 136-162.). E.U., SAGE Publications
- Bull, R. & Scerif, G. (2001) Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. *Development Neuropsychology*. 19, (3), 273-93.
- Carlson, S. M. & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032-1053.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*. 28, 595-616.
- Casey, B., Giedd, J. & Thomas, K. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*. 54, 241-257.
- Corsi, P. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. Dissertation. *Abstracts International*. 34, 819. University Microfilms.
- Davidson, M., Amso, D., Cruess, L. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years old: evidence from manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*. 44, 2037-2078
- Diamond, A., Kirkham, N. (2005). Not quite as grown-up as we like to think: Parallels between cognition in childhood and adulthood. *Psychological Science*. 16, 291-297
- Espy, K. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*. 26, 379-384.
- Garon, N., Bryson, S. E. & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*. 134 (1), 31-60.

- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, *16*, 233–253.
- Hughes, C. & Graham, A. (2002). Measuring Executive Functions in Childhood: Problems and Solutions. *Child & Adolescent Mental Health*. *7*, 131-142.
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A. & Graham, A. (2010). Tracking executive function across the transition to school: A latent variable approach. *Developmental Neuropsychology*, *35*, 20-36.
- Huizinga, M., Dolan, C., & van der Molen, M. (2006); Neural basis of executive function development during childhood and adolescence. A review. *Revista Chilena de Neuropsicología*. *5* (3), 176-184.
- Huttenlocher, P. & Dabholkar, A. (1997). Regional Differences in Synaptogenesis in Human Cerebral Cortex. *Comparative Neurology*. *387*, 167-178
- Kochanska, G. (2002). Committed compliance, moral self, and internalization: A mediational model. *Developmental Psychology*. *38* (3), 339–351.
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L. & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*. *21*, 59–80.
- Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*. *17*, 281–297.
- Luciana, M., Schissel, A. M., Collins, P. F. & Lim, K. O. (2007, April). The adolescent development of planning skills as assessed by the tower of London task: Behavioral and brain correlates. Poster presented at the meeting of the Society for Research in Child Development, Boston.
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A. & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*. *75*, 1357–1372.
- Luria, A. (1966). *Las Funciones Corticales Superiores del Hombre*. México. Fontamara.
- Masterman, D. & Cummings, J. (1997). Frontal-subcortical circuits: The anatomic basis of executive, social and motivated behaviors. *Journal of Psychopharmacology*. *11* (2), 107–114.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A. & Wager, T. (2000). The unity and diversity of Executive Functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” task: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*. *41*, 49-100.
- Nagy, Z., Westerberg, H. & Klingberg, T. (2004). Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*. *16*, 1227–1233.
- Paterson, S., Heim, S., Friedman, J., Choudhury, N. & Benasich, A. (2006). Development of structure and function in the infant brain: Implications for cognition, language and social behavior. *Neuroscience Biobehaviour Review*. *30* (8), 1087-1105.
- Paus, T., Collins, D., Evans, A., Leonard, G., Pike, B. & Zijdenbos, A. (2001). Maturation of white matter in the human brain: a review of magnetic resonance studies, *Brain Research*. *54* (3), 255- 266.

- Rueda, M., Fan, J., McCandliss, B., Halparin, J., Gruder, D., Lercari, L. & Posner, M. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*. 42, 1029–1040.
- Rueda, M., Posner, M., Rothbarth, M., Davis, C. (2004). Development of the time course for processing conflict: an event-related potentials study with 4 years olds and adults. *Neuroscience*. 5 (39): 1471-1492
- Senn, T. E., Espy, K. A. & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*. 26, 445–464.
- St. Clair-Thompson, H. L. & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and WM. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 59, 745–759.
- Wiebe, S. A., Espy, K. A. & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*. 44, 575–587.

## **Efecto del Nivel Socioeconómico en el Control Inhibitorio durante la Edad Preescolar**

Asucena Lozano Gutiérrez & Feggy Ostrosky<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### **Resumen**

Recientemente se ha señalado que el nivel socioeconómico (NSE) juega un papel importante en el logro académico y en el funcionamiento de distintos sistemas cognitivos. El lenguaje y las funciones ejecutivas son los procesos donde se encuentran más diferencias significativas en función del NSE, debido a que son funciones que tardan en desarrollarse y por ellos están sujetas a los efectos adversos asociados al NSE. El objetivo de este estudio fue identificar las diferencias en el desempeño en tareas de control inhibitorio entre niños preescolares de NSE alto y bajo. Se evaluó una muestra de 231 niños de 4 a 6 años que cursaban el jardín de Niños. Los resultados muestran que el desempeño en tareas que evalúan la inhibición de respuestas cognitivas y motoras hay un efecto significativo del NSE, los niños de NSE alto obtienen mayores puntajes que los niños de NSE bajo, mientras que en una tarea de demora de gratificación los niños de NSE bajo cometen menos errores. EL NSE es un factor que determina en gran medida el desarrollo de la capacidad de inhibir respuestas dominantes durante la edad preescolar, lo cual es relevante para la autoregulación y facilitación del desarrollo de otras funciones ejecutivas.

*Palabras clave:* Nivel socioeconómico, Control inhibitorio, Funciones ejecutivas, Infancia, Desarrollo.

## **Effect of Socioeconomic Status in Inhibitory Control During Preschool Age**

### **Abstract**

Socioeconomic status (SES) is associated with cognitive ability and school achievement during childhood and adolescence. Previous studies have pointed out that executive functioning and language are key processes affected by variations in SES. These effects can be found even in the preschool age and subsist probably into adulthood. Among executive functions, inhibitory control plays a crucial role in allowing preschool children to engage efficiently in more complex tasks and in enhancing the development of other executive functions, thus allowing self regulation, which is particularly important during this developmental stage. Inhibitory control is a complex construct characterized as the ability to suppress a dominant response while a subdominant one is activated, or the delaying of responses and slowing of motor activity. Furthermore, due to its protracted development from infancy through adolescence and even adulthood, this cognitive process results especially susceptible to the influence of the adverse factors associated with low SES. The purpose of this study was to identify differences in inhibitory control in preschool children from high and low SES. We assessed a sample of 231 preschool children between 4 and 6 years old. In order to assess different components of inhibitory control, selection of measures included tasks of cognitive and motor inhibition (stroop like tasks and a motor tapping test) as well as a gratification delay task (gift delay task). Results showed that measures of cognitive and motor inhibition were affected by SES, suggesting that this variable is crucial in determining the development of the ability to suppress dominant responses through the usage of effective strategies. The ability to delay a response to obtain a reward seems to depend on other variables possibly linked to temperament and parenting, due to children of low SES outperforming children from high SES. These data agree with existing results in terms of the relevance of SES to account for the differences observed in cognitive performance, and highlight the need of studying the exact mechanism through which SES influences cognition.

*Key words:* Socioeconomic status, Inhibitory control, Executive functions, Childhood, Development.

Original recibido / Original received: 16/12/2011      Aceptado / Accepted: 31/03/2012

---

<sup>1</sup> Correspondencia: Laboratorio de Psicofisiología y Neuropsicología, Facultad de Psicología, UNAM. Av. Universidad 3004, Col. Copilco Universidad, CP 04510 Del. Coyoacán, México, D.F., e-mail: feggy@servidor.unam.mx, Teléfono: 56 22 23 27

Dentro del marco de las neurociencias cognitivas, se ha abordado el estudio del nivel socioeconómico (NSE) debido a la asociación entre esta variable y diferencias en los procesos cognitivos y de rendimiento académico, observables incluso en niños pequeños y que subsisten a lo largo de la vida (Hackman & Farah, 2008). El NSE se refiere al conjunto de bienes materiales y a características no económicas, como el prestigio social y educación, las cuales se asocian al nivel de estrés y calidad de vida, así como a aspectos generales de salud y de habilidad cognitiva (Braveman et al., 2005).

Respecto a este último punto, las diferencias en las experiencias de estimulación asociadas a distintos NSE afectan el desarrollo cerebral en varios niveles, desde el bioquímico, hasta la organización de las funciones psicológicas más complejas (McEwen, 2001).

Dos de los hallazgos más consistentes en los estudios sobre NSE y funcionamiento cognitivo, son las diferencias en el lenguaje y funcionamiento ejecutivo en niños y adolescentes de NSE bajo (Hackman & Farah, 2008; Noble, Norman & Farah, 2005). La edad pre escolar es una etapa de transición ya que los cambios en las capacidades de lenguaje, pensamiento simbólico y auto conocimiento permiten el desarrollo de una conducta regulada y dirigida a metas, lo que la hace relevante para el estudio del surgimiento de diferentes procesos considerados como funciones ejecutivas (FE) y el impacto del NSE en ellas (Carlson, 2005; Espy, Kaufmann, McDiarmid & Glisky, 1999; Noble et al., 2005).

El término de FE se ha aplicado a un constructo global que involucra a una serie de procesos interrelacionados que participan en la síntesis de estímulos externos, formulación de metas y estrategias, preparación de la acción y verificación de los planes y acciones; dichos procesos dan como resultado una conducta propositiva y dirigida a metas (Gioia, Isquith & Guy, 2001). Estas FE se han conceptualizado como interrelacionados e interdependientes y que en conjunto actúan como un sistema integrado de supervisión o control (Stuss & Alexander, 2000) y además juegan un papel importante en el funcionamiento cognitivo, conductual, control emocional e interacción social del niño (Anderson, 2002).

Los procesos asociados a las FE son diversos e incluyen principalmente a la anticipación, selección de metas, planeación, iniciación de la actividad, autoregulación, flexibilidad mental, control de la atención, uso de la retroalimentación, control inhibitorio y mantenimiento de información en línea, los cuales se desarrollan durante la niñez y la adolescencia (Anderson, 2002). Dichos procesos han sido relacionados con el funcionamiento de la corteza prefrontal, la cual caracteriza por cambios madurativos que ocurren desde el nacimiento hasta la adolescencia e incluso la edad adulta, debido a esto, se considera que las FE son especialmente susceptibles de ser modificadas por las diferencias en el ambiente en el que se desarrollan los individuos de distintos NSE (Noble et al., 2005).

De estas FE, se ha considerado que el control inhibitorio, el cual es un proceso cognoscitivo que permite demorar o inhibir respuestas dominantes, automatizadas o que han sido previamente reforzadas cuando se enfrentan situaciones que requieren respuestas alternativas, debe surgir de manera

temprana para que el niño pueda resolver problemas más complejos y también contribuye al desarrollo de otras FE (Gioia et al., 2001). Esta capacidad de control inhibitorio se ha asociado con el funcionamiento de la corteza frontal medial, en especial del giro cingular anterior y de la corteza orbitofrontal, y se da en virtud de las eferencias que tienen estas regiones de la corteza prefrontal con otras regiones posteriores y subcorticales para dar prioridad a cierta información o representación relevante en un momento dado (Shimamura, 2000).

En niños en edad preescolar se han adaptado y creado tareas que incluyen estímulos familiares y que mantienen tanto instrucciones como modalidades de respuesta relativamente simples (Carlson, 2005). A través de estas tareas se ha identificado que las FE cambian sustancialmente durante la infancia temprana (Davidson, Amso, Anderson & Diamond, 2006; Diamond, 2002). Para evaluar el control inhibitorio se han utilizado tareas como el Stroop día-noche (Gerstadt, Hong & Diamond, 1994), actuar-no actuar y de puño-dedo (Luria, 1961) en las que se requiere suprimir una respuesta dominante y ejecutar una alterna, y de “espera” en las que se requiere que el niño posponga determinada conducta como la tarea de demora de regalo (el niño debe esperar cierto tiempo para recibir un regalo) o tareas de elección de recompensas (Carlson, 2005).

Los hallazgos respecto al control inhibitorio y su asociación con el NSE en niños preescolares son escasos, ya que la mayoría de los estudios utilizan muestras de niños mayores de 7 años. En general, se ha encontrado que niños en edad preescolar o escolar pertenecientes a un NSE bajo tienen un menor desempeño en tareas que miden este proceso (Ardila, Rosselli, Matute & Guajardo, 2005; Hackman & Farah, 2008; Mezzacappa, 2004).

En un estudio hecho con niños preescolares afroamericanos de 5 años de NSE bajo y medio, donde se evaluaron distintos procesos cognitivos (habilidades visuales, espaciales, memoria, lenguaje y FE) se encontró que en todas las tareas, los niños de NSE medio obtuvieron mayores puntajes que los niños de NSE bajo; sin embargo, sólo las tareas de lenguaje (vocabulario, procesamiento fonológico) y de FE (inhibición de una respuesta motora (Actuar-No actuar) y un índice de falsos positivos) mostraron diferencias significativas de más de dos desviaciones estándar. La capacidad de demorar una respuesta de gratificación, la cual también es considerada como un componente del control inhibitorio, no mostró diferencias entre los dos NSE (Noble et al., 2005). Farah et al. (2006) reportaron hallazgos similares en niños afroamericanos con un promedio de edad de 11 años de NSE medio y bajo. Tareas que evaluaban memoria de trabajo visoespacial y verbal, así como tareas de control inhibitorio, mostraron diferencias significativas entre los dos NSE.

En un estudio con niños en edad escolar donde se utilizaron potenciales relacionados a eventos se mostró que aún cuando niños de NSE bajo y medio presentaron un desempeño conductual similar en tareas de atención selectiva, existían diferencias en la respuesta electrofisiológica de amplitud en regiones frontales y posteriores que indican que los niños de NSE bajo presentan más dificultades para suprimir estímulos irrelevantes (D'Angiulli, Herdman, Stapells & Hertzman, 2008).

Estos datos muestran que el NSE influye en el grado en que diferentes sistemas neurales son reclutados durante el procesamiento cognitivo y que existen diferencias funcionales e incluso estructurales que se reflejan en el desempeño en diferentes tareas que se pueden observar desde edades tempranas y que parecen persistir hasta la adolescencia.

Aunque los mecanismos exactos por los que el NSE afecta el desarrollo cognitivo no han sido del todo aclarados, sí resaltan algunas variables como posibles causas de las diferencias observadas. Entre estas variables se encuentran la pobreza, la calidad y cantidad de educación, variables del medio ambiente como la exposición a sustancias tóxicas, estimulación cognoscitiva, nutrición, estilos parentales o estrés crónico (Hackman & Farah, 2008).

Respecto al curso de desarrollo del control inhibitorio, estudiado especialmente en niños de NSE medio y medio alto, se ha establecido que entre los 3 y 4 años existe un progreso en la capacidad para inhibir respuestas dominantes cognitivas (evaluadas principalmente a través del paradigma stroop adaptado a niños preescolares), motoras (evaluadas con tareas como Actuar-No actuar y Puño-Dedo o reacciones opuestas) y respuestas de espera con contenido motivacional; en niños mayores de 5 años, prácticamente se encuentran establecidas estas habilidades (Carlson, 2005; Diamond, 2002).

Dada la relevancia del control inhibitorio en el desarrollo cognitivo de niños en edad preescolar y el efecto del NSE como fuente de diferencias que pueden determinar en gran medida el curso del desarrollo de este proceso, el objetivo de este estudio fue identificar las diferencias en el desempeño en tareas de control inhibitorio entre niños preescolares de NSE alto y bajo.

## **Método**

### *Participantes*

Se evaluó una muestra seleccionada de manera no probabilística de 231 niños de 4 a 6 años (120 mujeres, 111 hombres) que se encontraban cursando el Jardín de Niños en una escuela privada del Distrito Federal y en una escuela pública del municipio de Nicolás Romero en el Estado de México. La edad promedio fue de 4.9 años (desviación estándar d.e.= 0.56). Se subdividió a esta muestra de acuerdo al NSE alto o bajo y de acuerdo a la edad (4, 5 o 6 años). El grupo de NSE alto estuvo conformado por 118 niños de 4 a 6 años (70 mujeres, 48 hombres) con una edad promedio de 4.9 años (d.e.= 0.56). El grupo de NSE bajo estuvo conformado por 113 niños de 4 a 6 años (50 mujeres, 63 hombres) con una edad promedio de 4.9 (d.e.= 0.54). En la tabla 1 se presentan las características demográficas de la muestra.

Tabla 1  
 Características demográficas de la muestra. Se presenta media y desviación estándar (d.e.) de la edad y número de hombres y mujeres

	Características demográficas de la muestra (n=231)	
	NSE alto	NSE bajo
	Media (d.e)	Media (d.e)
Edad	4.9 (0.56)	4.9 (0.54)
Hombres/Mujeres	48/70	63/50

Nota: NSE: Nivel Socioeconómico

### Instrumentos

Se utilizó la Batería de Funciones Ejecutivas – Preescolar (Ostrosky et al., En prensa), la cual incluye 17 tareas que evalúan los procesos de control inhibitorio, memoria de trabajo verbal y visoespacial, flexibilidad, planeación y toma de decisiones. Cada una de las tareas que integran esta batería ha sido utilizada ampliamente en la literatura acerca del desarrollo de las FE en preescolares, han sido adaptadas o creadas especialmente para este tipo de población y han mostrado sensibilidad al efecto de la edad (Carlson, 2005). De esta batería se tomaron las tareas que miden control inhibitorio, las cuales se describen a continuación:

*Ángel-Diablo* (adaptado de Carlson, 2005). Objetivo: Evaluar la capacidad para inhibir una respuesta motora. La tarea consiste en que el niño siga las instrucciones del personaje Ángel e ignore las del personaje Diablo. Se presentan 5 instrucciones del Ángel y 5 instrucciones del Diablo de manera preestablecida para un total de 10 ensayos. Se registraron los errores de comisión (si el niño realizaba las acciones que le decía el Diablo).

*Stroop Día-Noche* (Gerstadt et al., 1994). Objetivo: Evaluar la capacidad para inhibir una respuesta automatizada y de asociación. Se le muestra al niño una tarjeta con la imagen de un sol y otra con la imagen de la luna; se le pide que cuando se le muestre el sol, él debe decir “noche” y cuando se le presente la tarjeta con la luna, debe decir “día”. Se presentaron 16 ensayos en los cuales se mostraron las imágenes de sol o luna en un orden previamente establecido. Se registró el número de aciertos y el tiempo en segundos que se empleó en completar la tarea.

*Puño-Dedo* (Luria, 1961). Objetivo: Evaluar la capacidad de realizar una acción motora contraria al estímulo que se presenta. Se indica al niño que cuando se le muestre el puño, él deberá mostrar el índice y viceversa. Se realizaron 32 ensayos con un orden pre establecido de la secuencia en que se muestra el puño o el dedo índice. Se registró el número de errores (si el niño mostraba el mismo estímulo que se le presentaba).

*Demora de regalo* (Carlson, 2005). Objetivo: Evaluar la capacidad de inhibición de una conducta ante un estímulo reforzante. Se explica al niño que hay un regalo para él por haber realizado las tareas anteriores, pero que olvidamos envolverlo; se le dice que para que sea una sorpresa, no debe verlo hasta que esté envuelto. Se le pide que se siente de espaldas al evaluador y que no voltee hasta que se le indique que el regalo está envuelto. Durante 30 segundos, se hace ruido con un papel celofán y se menciona que el regalo está muy bonito y que seguramente le gustará mucho. Se registra el número de veces que el niño voltea o mira de reojo antes que termine el tiempo establecido.

Para determinar el NSE se utilizaron los criterios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). El INEGI clasifica los NSE en alto, medio alto, medio y bajo basándose en 24 indicadores de las características sociodemográficas de las personas (nivel educativo, ingresos) y de las viviendas (características físicas y de equipamiento) (INEGI, 2000). El grupo de NSE alto estuvo conformado por niños pertenecientes al nivel alto y medio alto, mientras que el grupo de NSE bajo estuvo conformado por niños de nivel bajo. El NSE alto se caracteriza porque el perfil del jefe de familia de estos hogares son individuos con un nivel educativo de licenciatura o posgrado; generalmente viven en casas o departamentos propios, algunos de lujo, y cuentan con todas las comodidades. En el NSE bajo el perfil del jefe de familia son personas con un nivel educativo de secundaria o primaria completa. Los hogares pertenecientes a este segmento son, en su mayoría, de su propiedad; aunque algunas personas rentan el inmueble y algunas viviendas son de interés social y cuentan con servicios y equipamiento básico.

### *Procedimiento*

Se envió una carta para solicitar el consentimiento de padres o tutores para que los niños seleccionados pudieran participar en la investigación. Una vez obtenido el consentimiento se envió a los padres una historia clínica breve incluida en la Batería de Funciones Ejecutivas-Preescolar forma para descartar algún antecedente psicológico o médico que interfiriera con la evaluación y un cuestionario para determinar el NSE. La Batería de Funciones Ejecutivas-Preescolar (Ostrosky et al., En prensa) se aplicó de manera individual en una sesión de 45 minutos aproximadamente.

### **Resultados**

Se aplicó un análisis de varianza multivariante en las tareas de FE para determinar los efectos principales de la edad y NSE así como su interacción. En la tabla 2 se presentan las medias y desviaciones estándar de cada una de las tareas de control inhibitorio de acuerdo al NSE y al rango de edad.

En la tarea de Ángel-Diablo se encontró que en los errores de comisión hay un efecto significativo de la edad  $F(2, 230) = 11.952, p = .000$ , del NSE  $F(1, 228) =$

10.913,  $p=.001$  y de la interacción  $F(2, 228) = 3.743$ ,  $p=.025$ , es decir, los niños de 4 y 5 años de NSE bajo son los que presentaron un mayor número de errores de este tipo.

En los aciertos del Stroop Día-Noche sólo se encontró un efecto del NSE  $F(1, 229)= 7.472$ ,  $p=.007$  y no se encontró un efecto de la edad  $F(2, 230)= .261$ ,  $p=.771$  ni de la interacción  $F(2, 229)= .467$ ,  $p=.627$ , del mismo modo, en el tiempo que tardan los niños en completar esta tarea, se encontró un efecto significativo del NSE  $F(1, 229)= 13.270$ ,  $p=.000$  pero no de la edad  $F(2, 230)= 1.465$ ,  $p=.233$  ni de la interacción  $F(2, 229)= .716$ ,  $p=.490$ , los niños de NSE bajo tardan menos tiempo en completar la tarea pero obtienen un menor número de aciertos que los niños de NSE alto.

En los errores de la tarea Puño-Dedo se observó un efecto significativo del NSE  $F(1, 230)= 14.164$ ,  $p=.015$ , pero no de la edad  $F(2, 230)= .086$ ,  $p=.967$  ni la interacción entre estas dos variables  $F(2, 230)= .178$ ,  $p=.837$ . Los niños de NSE bajo cometen más errores en la tarea comparados con los niños de NSE alto.

En la tarea de demora de regalo, se identificó un efecto significativo del NSE  $F(1, 230)= 18.794$ ,  $p=.000$ , edad  $F(2, 230)= .782$ ,  $p=.459$ , interacción  $F(2, 230)= .227$ ,  $p=.797$ . En esta tarea, a diferencia del resto, son los niños de NSE alto de los tres rangos de edad, quienes presentan dificultades para inhibir la respuesta de voltear a ver un reforzador cuando se les ha pedido no hacerlo hasta que se les indique.

Tabla 2

*Medias y desviaciones estándar (d.e) de las tareas de control inhibitorio del nivel socioeconómico (NSE) alto y bajo en cada rango de edad*

Tarea de control inhibitorio	NSE	Edad					
		4 años		5 años		6 años	
		media	d.e.	media	d.e.	media	d.e.
Ángel-Diablo Errores comisión	Alto	1.38	(3.21)	.51	(1.24)	.37	(1.26)
	Bajo	4.88	(5.01)	1.59	(3.26)	.38	(.81)
Stroop Día- Noche Aciertos	Alto	13.42	(2.50)	13.25	(3.48)	13.25	(3.45)
	Bajo	11.35	(4.06)	12.32	(3.15)	11.94	(3.23)
Stroop Día- Noche Tiempo	Alto	53.13	(12.62)	47.98	(13.36)	45.0	(13.61)
	Bajo	41.88	(16.67)	39.62	(11.58)	41.00	(12.61)
Puño-Dedo Errores	Alto	2.52	(2.84)	2.56	(3.92)	2.50	(2.13)
	Bajo	5.41	(4.29)	5.30	(6.24)	6.25	(5.00)
Demora de regalo Número de veces que volteó	Alto	1.13	(.95)	.99	(1.09)	1.38	(1.36)
	Bajo	.35	(.70)	.38	(.90)	.50	(1.15)

## Discusión

El objetivo de este estudio fue identificar las diferencias en el desempeño en tareas de control inhibitorio entre niños preescolares de NSE alto y bajo. Los resultados muestran que al igual que en otros estudios (Noble et al., 2005, Farah et al., 2006), los niños de NSE bajo tienden a obtener puntuaciones más bajas que los niños de NSE alto en tareas que evalúan control inhibitorio.

En el caso de la tarea de Ángel-Diablo, se encontró que tanto la edad como el NSE son variables importantes que influyen en el desempeño, especialmente a los 4 y 5 años, por lo que se podría suponer que no sólo los aspectos de estimulación y condiciones ambientales asociados al NSE determinan la ejecución de los niños, sino que los cambios madurativos que suceden en el sistema nervioso central y en especial en la corteza prefrontal, así como la disponibilidad de estrategias de acción alternativas, también podrían estar implicados en la mejora de la capacidad de inhibir una respuesta motora. En contraste, la tarea de Puño-Dedo, la cual también requiere la inhibición de una respuesta motora, sólo mostró un efecto significativo del NSE. Posiblemente, la diferencia en la modalidad de presentación de los estímulos (instrucción verbal en la tarea de Ángel-Diablo y un estímulo visual en la de Puño-Dedo) se relacione con el uso de sistemas cognitivos diferentes para afrontar la demanda de las tareas (Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003), cuyo desarrollo y uso puede ser favorecido o no por el NSE. De este modo, la capacidad de inhibir una acción imitativa podría representar mayor dificultad para los niños de NSE bajo debido a la falta de una estrategia eficiente que les permita guiar su conducta para la realización de la tarea (Pennequin, Sorel & Fontaine, 2010; Simpson & Riggs, 2011).

Por su parte, los resultados obtenidos en la tarea de Stroop Día-Noche, donde los niños de NSE bajo tardan menos tiempo en completar la tarea a costa de más errores, parecería reflejar una respuesta impulsiva al dar la respuesta de denominación, lo cual también podría relacionarse con una estrategia deficiente para lograr inhibir una respuesta semántica dominante (Diamond, 2002).

A diferencia de estudios previos, en esta investigación se encontró que los niños de NSE alto presentan dificultades para inhibir una respuesta ante un estímulo motivacional (un regalo). Algunos autores han señalado que este tipo de tareas requieren la inhibición de una conducta inapropiada, la cual se relaciona con aspectos del temperamento (Rothbart & Bates, 2006), a diferencia de tareas donde se necesita la inhibición de respuestas dominantes, ya sean cognitivas o motoras. De este modo, la capacidad de demorar una respuesta en un contexto de gratificación, puede estar más relacionado con el desarrollo de la capacidad de autorregulación y ser mediado por variables tales como el temperamento y los estilos parentales (Posner & Rothbart, 2007; Wachs, 2006).

Los datos encontrados, también coinciden con la propuesta de que el control inhibitorio es un constructo con múltiples componentes y con trayectorias de desarrollo diferentes (Nigg, 2000) ya que se pudieron identificar patrones de respuesta distintas en las tareas que se utilizaron.

En conclusión, se ha señalado que parte de las diferencias observadas en el nivel de desarrollo cognitivo entre distintos NSE se deben al ambiente en el que

se desarrolla el niño, dichas variaciones en la estimulación cognitiva presentes durante la infancia, conducirían a diferencias funcionales en la conformación de las redes neurales que subyacen a distintos procesos cognitivos y por tanto se reflejarían en diferentes patrones conductuales y recursos cognitivos observables a través de tareas específicas (Hackman & Farah, 2008; Noble et al., 2005). De este modo, respecto al control inhibitorio, el NSE es un factor determinante en el desarrollo de la capacidad del niño para inhibir información irrelevante, demorar respuestas o inhibir respuestas dominantes. Estudios futuros podrían incluir otras FE, tales como la memoria de trabajo, flexibilidad o planeación y así poder identificar de qué manera el NSE se relaciona con estos procesos cognitivos e identificar la influencia del control inhibitorio en el desarrollo de nuevas habilidades tanto cognitivas como sociales.

## Referencias

- Anderson, P. (2002). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychology*, 8 (2), 71-82.
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E. & Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, 28, 539-560.
- Braveman, P. A., Cubbin, C., Egerter, S., Chideya, S., Marchi, K. S., Metzler, M. & Posner, S. (2005). Socioeconomic status in health research: one size does not fit all. *Journal of American Medical Association*, 294, 2879-2888.
- Carlson, S. (2005) Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 28 (2), 595-616.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2087.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. En D.T. Stuss & R.T. Knight (Eds.) Principles of frontal lobe function (pp. 466-503). Londres, Inglaterra: Oxford University Press.
- D'Angiulli, A., Herdman, A., Stapells, D. & Hertzman, C. (2008). Children's event-related potentials of auditory selective attention vary with their socioeconomic status. *Neuropsychology*, 22, 293-300.
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., McDiarmid, M. D. & Glisky, M. L. (1999). Executive functioning in preschool children: Performance on A-not-B and other delayed response formats. *Brain and Cognition*, 41, 178-199.
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., ... Hurt, H. (2006). Childhood poverty: specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, 1110, 166-174.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J. & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 3 1/2-7 years old on a Strooplike day-night test. *Cognition*. 53, 129-53.

- Gioia, G. A., Isquith, P. K. & Guy, S. C. (2001). Assessment of executive function in children with neurological impairments. En R. Simeonsson & S. Rosenthal (Eds.), *Psychological and Developmental Assessment* (pp. 317–356). E.U., The Guilford Press.
- Hackman, D. A. & Farah, M. J. (2008). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 65-73.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. (2000). Regiones socioeconómicas de México. Recuperado de [http://sc.inegi.org.mx/niveles/datosnbi/reg\\_soc\\_mexico.pdf](http://sc.inegi.org.mx/niveles/datosnbi/reg_soc_mexico.pdf)
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L. & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59–80.
- Luria, A. R. (1961). *The Role of Speech in the Regulation of Normal and Abnormal Behavior*. E.U., Liveright Publishing Corp.
- McEwen, B. S. (2001). From molecules to mind: stress, individual differences, and the social environment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 935, 42–49.
- Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Children Development*, 75, 1373–1386.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220-246.
- Noble, K. G., Norman, M. F. & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8, 74–87.
- Ostrosky, F., Lozano, A., Brito, D., Aguilera, E., Betancourt, B., Sandoval, S. y Osornio, G. (En prensa). Batería de Funciones Ejecutivas-Preescolar. *Revista Neuropsicología Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- Pennequin, V., Sorel O. & Fontaine, R. (2010) Motor planning between 4 and 7 years of age: Changes linked to executive functions. *Brain and Cognition*, 74, 107–111.
- Posner, M. I. & Rothbart, M. K. (2007). *Temperament and learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Rothbart, M. K. & Bates, J. E. (2006). Temperament (6th ed). En N. Eisenberg, W. Damon, R. Lerner (Eds.). *Handbook of child psychology: social, emotional, and personality development* (Vol. 3, pp. 99–166). Hoboken, NJ: Wiley.
- Shimamura, A. P. (2000). Toward a Cognitive Neuroscience of Metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9, 313-323.
- Simpson, A. & Riggs, K. J. (2011). Under what conditions do children have difficulty in inhibiting imitation? Evidence for the importance of planning specific responses. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109, 512–524.
- Stuss, D. T. & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63, 289–298.

Wachs, T. D. (2006). The nature, etiology and consequences of individual differences in temperament. En T. LeMonda; L. Balter (Eds.), *Child psychology: A handbook of contemporary issues* (pp. 27–52). New York: Garland.

## Relación del Gen Dopaminérgico COMT en el Desempeño de Tareas de Inhibición

Carla Susana Sandoval Ocampo, Feggy Ostrosky Shejet<sup>1</sup>, Beatriz Camarena<sup>2</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz"

### Resumen

En este estudio se analizó la relación entre el polimorfismo funcional del gen COMT y el rendimiento neuropsicológico de niños sanos. De forma específica se estudió la inhibición. Se analizó el genotipo Val108/158Met en 248 niños sanos de 3 a 6 años de edad. Los grupos se dividieron de acuerdo al tipo de polimorfismo que presentaron: Val/Val (n=83), Val/Met (n=76) and Met/Met (n=89). Todos los niños fueron evaluados con pruebas neuropsicológicas de Funciones Ejecutivas (tipo Stroop) que dependen de la Corteza Prefrontal. El desempeño neuropsicológico fue comparado entre los grupos de polimorfismo utilizando un análisis de varianza ( $p < .05$ ). Resultados: todos los niños evaluados tenían similares características de desarrollo. Los niños con polimorfismo Met/Met desempeñaron significativamente mejor en las tareas relacionadas con la inhibición que contenían el componente emocional que los niños con polimorfismo Val/Val. Estos resultados parecen reflejar el papel de la enzima COMT como regulador de DA y que tanto el hipermetabolismo como el hipometabolismo tiene implicaciones importantes en las FE.

*Palabras clave:* Funciones ejecutivas, Inhibición, Dopamina, Genética, Niños.

## Relationship of Dopaminergic Gene COMT in the Performance of Inhibition Task

### Abstract

We investigated the relationship between a functional polymorphism of the COMT gene and neuropsychological performance in healthy children. Specifically inhibition was studied. The Val108/158Met polymorphism of the COMT gene was genotyped in 248 healthy children aged 3-6 years. Groups were divided according to polymorphism type Val/Val (n=83), Val/Met (n=76) and Met/Met (n=89). All children were tested with a neuropsychological test (Stroop) of executive functions that depend on the Prefrontal Cortex. Neuropsychological performance was compared across genotype groups using an analysis of variance ( $p \leq .05$ ). Results: All children were similar with regard to developmental characteristics. Children carrying the Met/Met polymorphism performed significantly better on tasks related to inhibition with emotional component than children carrying Val/Val genotype. These results seem to reflect the role of COMT enzyme as a regulator of DA and that both hypermetabolism and hypometabolism has important implications for the EF.

*Keywords:* Executive functions, Inhibition, Dopamine, Genetic, Children.

Original recibido / Original received: 16/12/2011

Aceptado / Accepted: 9/04/2012

<sup>1</sup> Correspondencia: Feggy Ostrosky Shejet. Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México, D.F. 11930. TELÉFONO Y FAX: (525) 5251-76-56. E-MAIL: feggy@unam.mx

Las FE son definidas por Lezak (1982) como la capacidad mental esencial para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada, también se han descrito como las habilidades cognoscitivas que nos permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección de la conducta, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio (Harris, 2005). El objetivo principal de estas funciones de acuerdo a Collette, Hogge, Salmon y Van der Linden (2006) es facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas yendo más allá de conductas habituales y automáticas; sin embargo, existe cierta controversia sobre la naturaleza de las FE, si es unitaria (Rodríguez-Aranda & Sudnet, 2006, Salthouse, 2005) o multifactorial (P. Anderson & V. Anderson, 2001; Baddeley, 1990; Cohen, Braver & O'Reilly, 1996; Diamond, Kirkham & Amso, 2002; Miyake, Fredman, Emerson & Howerter, 2000; Stuss & Levine, 2002). Mediante estudios conductuales y análisis estadísticos, diversos investigadores como Miyake (2000) proponen que la naturaleza de las FE es multifactorial, ya que son constructos independientes pero moderadamente relacionados, es decir que involucran varios procesos cognoscitivos independientes.

Estos factores o componentes principales son denominados: Flexibilidad cognitiva "Shifting" (cambio entre tareas o sets mentales), Actualización "Updating" (monitorización y manipulación de información en línea en la memoria de trabajo) e Inhibición "Inhibition" (controlar la producción de respuestas predominantes automáticas).

El proceso que se describe en este estudio es el de Inhibición, que se ha definido como la capacidad de oponerse o resistir a realizar una actividad que no es apropiada o necesaria, no cediendo ante el primer impulso y dando una respuesta mas adecuada a cambio (Diamond, Barnett, Thomas & Munro, 2007). Para que el niño haga una selección apropiada de la información pertinente y mantenga su atención (enfocada y sostenida) durante periodos prolongados es esencial que aprenda a inhibir respuestas que surgen de manera automática (Wodka et al., 2007).

Se han realizado diversas investigaciones en relación a esta FE y su interacción con factores genéticos, tanto en población infantil como en adulta. Diamond (2004) realizó un estudio de asociación entre el polimorfismo del gen COMT y pruebas de inhibición (Puntos mixtos) en 39 niños (M=10 años) conformando un grupo M/M (n=9) M/V (n=16) y V/V (n=14) evaluados con tareas como Puntos mixtos y Auto-ordenamiento que requieren memoria de trabajo y de la activación de la CPF. En este estudio los resultados mostraron que la baja actividad del polimorfismo M/M resulta en un mejor rendimiento que con el genotipo V/V COMT en una tarea que requiere de memoria de trabajo e inhibición (Puntos mixtos) pero no así en la prueba de auto-ordenamiento que requiere de MT. Por lo que concluye que el polimorfismo del gen COMT tiene un efecto selectivo en el sistema dopaminérgico de la CPF y las tareas que requieren de mayor MT e inhibición son mas sensibles a los niveles de DA en la CPFDL.

Otro importante estudio es el de Egan et al. (2001) señalan que el polimorfismo COMT está asociado con variaciones en la ejecución cognitiva y concluyen que el polimorfismo M/M que cataboliza la DA de forma más lenta, está asociado con un mejor funcionamiento de la CPF en adultos.

Como se ha mostrado, la CPF parece ser la región neural más sensible a los niveles de DA al ser particularmente dependiente de la acción enzimática de COMT para la inactivación de la DA extracelular y así mantener el adecuado metabolismo en esta región; sin embargo, los procesos madurativos del Sistema Nervioso Central (SNC) no actúan simultáneamente en todas las regiones cerebrales, al parecer las áreas de proyección maduran antes que las asociativas, parte de las regiones caudales más primitivas y termina por las estructuras de mayor complejidad y evolución lo tiene importantes implicaciones en el desarrollo de las funciones cognitivas (Flechsig, 1920). Stuss y Benson (1986) señalan que la CPF, mantiene conexiones recíprocas con el sistema límbico, el sistema reticular activador y con áreas de asociación posterior. La estructuración de áreas como la CPF ocurre en diversas etapas y depende en gran medida de características del neurodesarrollo, sistemas de comunicación que se encuentran genéticamente predeterminadas, y en algunos casos su expresión se ve favorecida por la adecuada estimulación.

Como se ha observado, en la maduración de la CPF la dopamina juega un papel importante, ya que una reducción o bloqueo de este NT, produce déficit en el funcionamiento cognitivo, principalmente en las FE más complejas incluyendo el proceso de inhibición (Diamond, Briand, Fossela & Gehlbach, 2004). La enzima Catecol-O-metil transferasa (COMT) se encuentra en la parte inicial de la transformación metabólica de las Catecolaminas y es codificada por el gen COMT en el cromosoma 22q11, con una mutación que ocasiona en la posición 150 del péptido, el reemplazo de una guanina (G) por una adenina (A) que en la proteína se manifiesta con la presencia de una metionina (Met) en vez de una valina (Val), en el codón 108 (forma soluble) o el codón 158 (forma unida a la membrana); por eso la denominación Val108/158Met (Nokelainen & Flint, 2002). De este gen resultan 2 alelos polimórficos (Val=Valina o G= Guanina) y (Met= Metionina o A= Adenina) y da lugar a 3 genotipos: Val/Val con una alta capacidad de degradación postsináptica del neurotransmisor (NT), Met/Met con un menor catabolismo del NT (actividad enzimática cuatro veces menor que Val/Val) y el alelo heterocigoto Val/Met que muestra una actividad enzimática intermedia con respecto a los alelos codominantes Val y Met (Mannisto & Kaakkola, 1999). El gen interviene de modo significativo en la regulación del sistema dopaminérgico al determinar la actividad de la enzima COMT y la capacidad de degradar o inactivar las catecolaminas, especialmente en la CPF (Diamond et al., 2004). Por lo que se ha sugerido es la principal enzima de los mamíferos involucrada en la degradación metabólica de la dopamina (DA) liberada en esta región (mas del 60%) (Mannisto & Kaakkola, 1999), al tener un efecto mayor que en otras regiones neurales como el estriado en donde existen mas transportadores de DA y se encuentran mejor situados que en la CPF, lo que la hace particularmente dependiente de mecanismos secundarios como la degradación por medio de COMT para inactivar la DA extracelular. Esta distinción de las características es importante porque

proporciona el mecanismo por el cual el efecto del polimorfismo genético afecta el metabolismo de la DA (Diamond, 2004).

La DA es el NT catecolaminérgico más importante del Sistema Nervioso Central (SNC) de los mamíferos y participa en la regulación de diversas funciones como la conducta motora, la emotividad y la afectividad así como en la comunicación neuroendocrina. El estudio de estos sistemas y receptores dopaminérgicos del SNC ha sido de gran interés al observarse que diversas alteraciones en los niveles de transmisión de la DA en la CPF se relaciona con trastornos conductuales y cognitivos, en especial alteraciones en las FE. La relación entre las FE y la CPF ha sido señalada en diversos estudios tanto en poblaciones de adultos como poblaciones infantiles mediante la utilización de técnicas de neuroimagen (Lie, Specht, Marshall & Fink, 2006; Stuss & Alexander, 2000; Wagner, Jonas, Findling, Ventura & Saikali, 2006) y con tareas cognitivas (Barnett, Jones, Robins & Muller, 2007; Blasi et al., 2005; Diamond, 1991; 2001a; 2001b; 2004; 2007; Krugel et al., 2009; Lypsky et al., 2005).

En base a estos señalamientos y a la investigación previa, el objetivo principal de este estudio es analizar la relación entre el polimorfismo del gen COMT y la ejecución cognitiva en niños, específicamente en el proceso Inhibición.

## **Método**

### *Participantes*

Se evaluaron a 248 niños sanos de 3 a 6 años de edad de dos escuelas del Distrito Federal.

### *Procedimiento*

Se le aplicaron a los niños pruebas de Inhibición: Stroop Ángel / Diablo, Stroop Noche /Día y Stroop Puño /Dedo. Se pidió el consentimiento de los padres para tomar una muestra de ADN a partir de células del epitelio bucal (exudado bucal) de los niños, utilizando un cepillo de citología (hisopo especializado).

Genotipificación. Para el análisis genético se contó con la colaboración de la MSc. Beatriz Camarena y el Dr. Alejandro Aguilar del Instituto Nacional de Psiquiatría (INP), se determinó la frecuencia de los polimorfismos Val/Val, Val/Met y Met/Met del gen COMT involucrado en la regulación de DA, este proceso se realizó mediante el procedimiento estándar que consiste en lo siguiente: las células del epitelio bucal fueron lisadas en buffer y tratadas con proteinasa K (10 mg/ml) a 56 °C por 24 horas. Se determinaron los genotipos de la enzima COMT con la técnica RFLP, después de la amplificación por PCR con primers específicos (Comt 1: 5' CTCATCACCATCGAGATCAA 3' y Comt 2: 5' CAGGTCTGACAACGGGTCA 3'). Se empleó 5 ng/mL de ADN, 2,5 mM dNTP, 25 mM Cl<sub>2</sub>Mg y las siguientes condiciones: 38 ciclos, 3 min, desnaturalización

inicial a 94°C; 12" a 94°C, 25" a 60°C, 30" a 72°C, para la fase de extensión inicial, seguido de 5 min a 72°C para la extensión final.

### *Análisis estadístico*

Se estudió la correlación entre las pruebas de inhibición con los polimorfismos genéticos por medio de un análisis de varianza (ANOVA one-way) estableciendo diferencias significativas con una  $p < .05$ . Para el análisis descriptivo y de las relaciones entre las variables, tanto de los datos neuropsicológicos como los datos genéticos, se empleó la estadística inferencial y mutivariada, utilizando el paquete estadístico SPSS v. 17.

### **Resultados**

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos de la muestra: de los 248 niños de 3 a 6 años de edad ( $M=4.68$ ,  $D.E.=.56$ ) se formaron los siguientes grupos de acuerdo al polimorfismo V/V=83 (33.5%), V/M=76 (30.6%) y M/M=89 (35.9%) de los cuales 131 son niñas y 117 niños.

Tabla 1  
*Descripción de la muestra*

Polimorfismo	N	Sexo		M (edad)	D.E.	Grupo	
		Femenino	Masculino			Florida	Calli
MET/MET	83	44	39	4.9	0.56	67	17
MET/VAL	76	40	36	4.5	0.57	47	29
VAL/VAL	89	47	42	4.5	0.57	55	33
TOTAL	248	131	117	4.6	0.56	169	79

Nota. Se evaluaron a 248 niños de escuelas del D.F. y se dividieron de acuerdo al tipo de polimorfismo que presentaron (M/M 83, M/V 76 y V/V 89) de los cuales 131 son niñas y 117 niños con una media de edad de 4.6 años y D.E. de 0.56. Del Colegio Florida se evaluaron a 169 niños y en la escuela Calli 79.

En la prueba estadística utilizada para el análisis de los datos ANOVA (One-Way) se encontró que existe una diferencia significativa en la comparación entre los grupos de polimorfismo en la tarea Stroop Ángel/Diablo en el número de errores cometido entre los grupos de polimorfismo MM/VV ( $p < 0.011$ ) es una prueba que requiere de control inhibitorio en la cual el niño debe ajustar su conducta a los requerimientos de la tarea, en esta subprueba el niño tenía que hacer lo que le indicara la figura del ángel e ignorar las instrucciones dadas por la figura del diablito, los niños con polimorfismo M/M puntuaron mejor al cometer un menor número de errores que los niños con polimorfismo V/V, mientras que los niños con polimorfismo V/M tuvieron un puntaje intermedio. De la misma manera, en esta misma tarea se encontraron diferencias significativas en la en la puntuación del diablo entre los grupos VV/MM ( $p < .008$ ) ya que los niños VV hacían mas veces lo que les decía el diablito que el ángel por lo que el puntaje total de aciertos y errores que dan el total de la prueba ( $p < .014$ ), los niños con

polimorfismo VV muestran un desempeño con menos control inhibitorio que los niños MM, siendo los VM los que obtienen un puntaje intermedio. Estos resultados se muestran a continuación en la tabla 2 y la figura 1.

Tabla 2  
*Stroop Ángel / Diablo*

		M	F	P	Grupo
ERRORES	Inter-grupos	62.50	4.20	.016	MM/VV
	Intra-grupos	14.87			(p=0.011)
DIABLO	Inter-grupos	61.04	4.52	.012	MM/VV
	Intra-grupos	13.50			(p=0.008)
TOTAL	Inter-grupos	60.21	4.04	.019	MM/VV
	Intra-grupos	14.91			(p=0.014)

Nota: Se encontraron diferencias significativas entre los grupos de polimorfismo MM y VV en las tres puntuaciones de la prueba Stroop ángel / diablo.

Figura 1. Stroop Ángel / Diablo

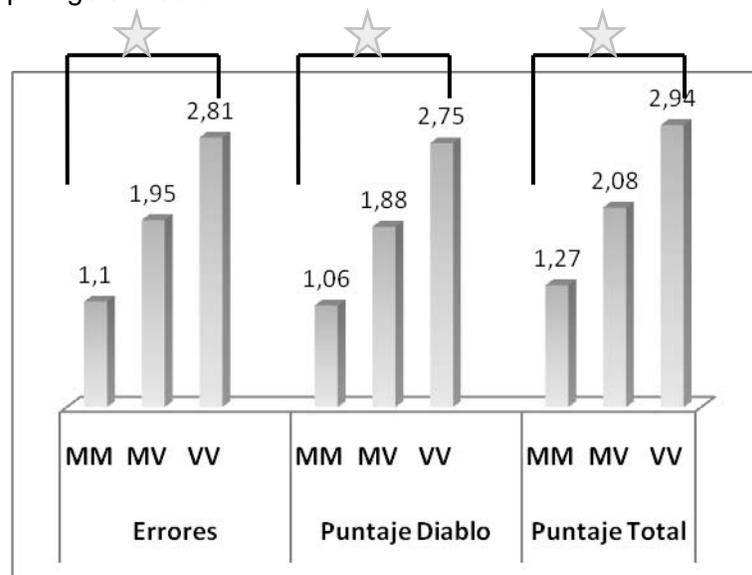


Figura 1.\*Diferencia significativa entre MM/VV (0.011) en el número de errores cometidos. \*Diferencia significativa entre MM/VV (0.008) en la realización de los movimientos prohibidos. \*Diferencia significativa entre MM/VV (0.014) en el puntaje total de la prueba que entre mayor sea el puntaje obtenido, menor fue su rendimiento.

En la tarea tipo Stroop Noche/Día, los niños debían responder “noche” cuando se presentara la tarjeta que ilustraba al sol y decir “día” cuando la tarjeta mostrada fuera la luna. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de polimorfismos en esta tarea, muestran resultados similares tanto en el número de aciertos, intrusiones y el tiempo en el que realizaron la tarea y se muestran en la tabla 3 y figura 2.

Tabla 3  
Stroop Día / Noche

		<b>M</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
ACIERTOS	Inter-grupos	3.98	0.23	.80
	Intra-grupos	17.65		
INTRUSIONES	Inter-grupos	5.89	0.71	.049
	Intra-grupos	8.34		
TIEMPO	Inter-grupos	308.63	1.39	.25
	Intra-grupos	222.11		

Nota: En la prueba Stroop Día / Noche no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de polimorfismo.

Figura 2. Stroop Día / Noche

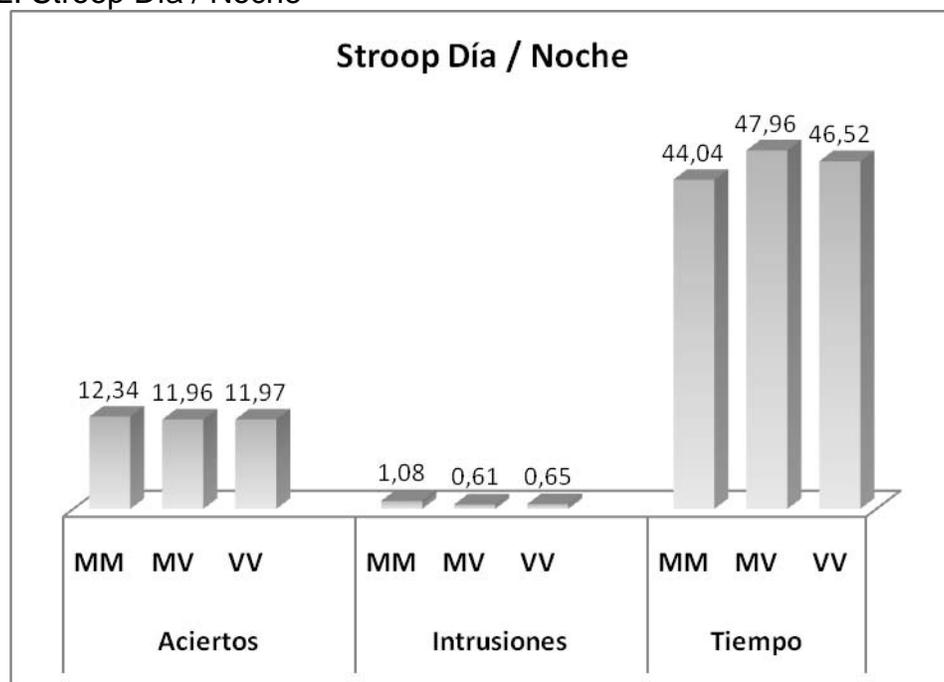


Figura 2. No se encontraron resultados significativos en ninguno de los criterios de la prueba de inhibición Stroop Día/Noche entre los grupos de polimorfismo MM, VV ni VM.

Por otro lado, en la tarea tipo Stroop Puño/Dedo, en la cual los niños tenían que mostrar su dedo índice cuando el evaluador mostrara su puño y viceversa mostrar el puño cuando el evaluador mostrara su dedo. Las diferencias significativas tampoco se presentaron en esta prueba en ninguno de los grupos de polimorfismo. Estos resultados se muestran en la tabla 4 y figura 3.

Tabla 4  
Stroop Puño / Dedo

		M	F	P
ACIERTOS	Inter-grupos	40.95	1.02	0.36
	Intra-grupos	30.76		
PUNTUACIÓN	Inter-grupos	30.76	0.86	0.43
	Intra-grupos	35.91		

Nota: En la prueba Stroop Puño / Dedo no se encontraron diferencias significativas en los aciertos ni la puntuación total de la prueba entre los grupos de los diferentes polimorfismos.

Figura 3. Stroop Puño / Dedo

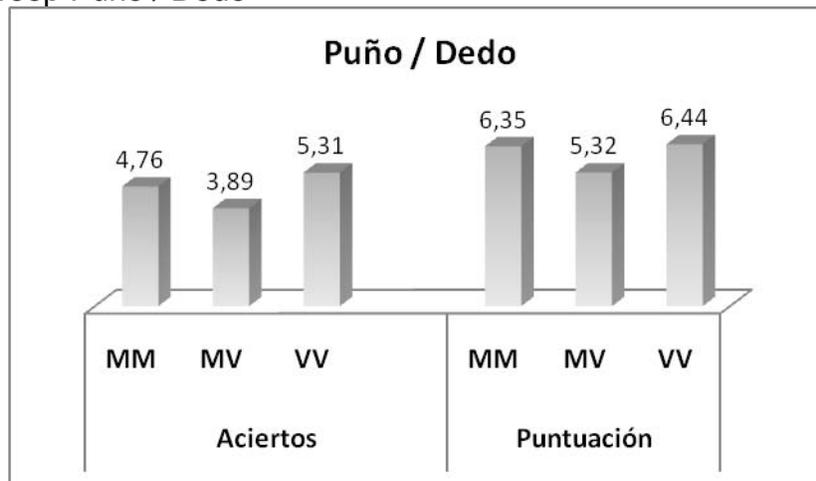


Figura 3. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de polimorfismo MM, VV, VM tanto en el número de Aciertos como en la Puntuación total de la prueba de inhibición Stroop Puño/Dedo.

## Discusión

El análisis genético, como el de COMT que afecta sistemas de neurotransmisión proporciona importante información sobre la modulación neuroquímica necesaria para el buen funcionamiento de procesos cognitivos dependientes de la activación de la CPF (Diamond, 2004). Los resultados encontrados en este estudio no son totalmente consistentes con los mostrados en investigaciones previas realizadas con niños pequeños y sanos, en los que se muestra que el polimorfismo M/M resulta en un mejor rendimiento que los niños con polimorfismo V/V (Barnett, Heron & Goldman, 2009; Diamond, 2004) en pruebas de Inhibición como las tipo Stroop de forma indiscriminada, es decir que encuentran diferencias significativas en la ejecución de los niños en estas pruebas independientemente del componente emocional, cognitivo o motor que contengan. Nuestros resultados muestran que existe una diferencia significativa entre los grupos de polimorfismo M/M y V/V en tareas de inhibición pero fue

específicamente en la prueba Stroop Ángel/Diablo, la cual enfrenta al niño a una situación de inhibición de su conducta asociada a un componente emocional positivo en el caso de obedecer al ángel y negativo al llevar a cabo las acciones que le pide el diablito. Se ha relacionado a este tipo de inhibición y al proceso de tomar decisiones con el adecuado funcionamiento de la Corteza Orbitofrontal ya que se asocia una situación con una emoción primaria en base a lo positivo o negativo de las consecuencias aprendidas, por lo anterior es importante señalar las diferencias que existen en el tipo de pruebas ya que a pesar de ser tareas tipo Stroop cada una de ellas tiene un componente diferente, es decir, la tarea Stroop ángel/Diablo tiene un componente emocional implícito, en la tarea Stroop Día/Noche el proceso inhibitorio tiene un componente cognitivo, por último la tarea Stroop Puño/Dedo tiene un componente motor. Como lo sugiere Winstanley, Theobald, Dalley, Cardinaly Robbins (2006) en un estudio que realizó utilizando fármacos agonistas de DA en los que se muestran efectos contradictorios en la inhibición/impulsividad que las diferentes formas de inhibición deben sustentarse sobre distintos mecanismos neurales, además debe tenerse en cuenta que el efecto de la DA sobre la conducta inhibitoria está modulada también por la integridad del sistema serotoninérgico que a su vez está implicado en procesos como MT (los mecanismos de distracción de la inhibición influyen en la codificación, almacenamiento y procesamiento de la MT).

Por último, es necesario puntualizar que tanto el hipometabolismo como el hipermetabolismo de la DA afectan a las funciones cognitivas, por lo que el papel que desempeña la enzima COMT regulada por el gen del mismo nombre, podría determinar el desempeño de procesos básicos de las Funciones Ejecutivas como la inhibición en los niños. Los factores genéticos influyen en la cantidad y la actividad de diferentes enzimas necesarias en las vías metabólicas del organismo (Diamond, 2004).

## Referencias

- Anderson, P. & Anderson, V. (2001). Standardization of the Contingency Naming Test (CNT) for school-age children: a measure of reactive flexibility. *Clinical Neuropsychological Assessment*, 4, 119-136.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: theory and practice*. Oxford University Press.
- Barnett, J., Jones, P., Robins, T. & Muller, U. (2007). Effects of the catechol-O-methyltransferase Val<sup>158</sup>Met polymorphism on executive function: a meta-analysis of the Wisconsin Card Sort Test in schizophrenia and healthy controls Meta-analysis of COMT and the Wisconsin Card Sort. *Molecular Psychiatry*. 12, 502-509.
- Barnett, J., Heron, J. & Goldman, D. (2009). Effects of Catechol-O-Methyltransferase on Normal Variation in the Cognitive Function of Children. *The American Journal of Psychiatry*. 166, 909 – 916.

- Blasi, G., Mattay, V., Bertolino, A., Elvevag, B., Callicot, J., Das, S., ... Weinberger, D. (2005). Effect of Catechol-O-Methyltransferase *val<sup>158</sup>met* Genotype on Attentional Control. *The Journal Neuroscience*, 5038-5045.
- Cohen, J. D., Braver, T. & O'Reilly, R. (1996). A computational approach to prefrontal cortex, cognitive control and schizophrenia: recent developments and current challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science* 14, 433-443.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E. & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 7, 411-417.
- Diamond, A. (1996). Evidence for the importance of dopamine for prefrontal cortex functions early in life. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London) Series B*, 351, 1483-1494.
- Diamond, A. (2001a). A model system for studying the role of dopamine in prefrontal cortex during early development in humans. C. Nelson & M. Luciana (Eds.). *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (p. 433-472). Cambridge, MIT Press.
- Diamond, A. (2001b). Prefrontal cortex development and development of cognitive functions. N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.). *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (11976-11982). Oxford, UK: Pergamon.
- Diamond, A. (2004). Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children. *American Journal of Psychiatry*, 161, 125-132.
- Diamond, A. (2007). Consequences of variations in genes that affect dopamine in prefrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 17, 161-170.
- Diamond, A., Barnett, W., Thomas, J. & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control, *Science*, 30, 1388
- Diamond, A., Briand, L., Fossella, J. & Gehlbach, L. (2004). Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children. *American Journal of Psychiatry* 161, 125-132.
- Diamond, A., Kirkham & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 38, 352- 362.
- Egan, M., Goldberg, T., Kolachana, B., Callicott, J., Mazzanti, C., Goldman D. & Weinberger, D. (2001) Effect of COMT Val108/158 Met genotype on frontal lobe function and risk for schizophrenia. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 98, 6917– 6922.
- Flechsig, P. (1920). Anatomie des Menschlichen Gehirns und Rückenmarks auf Myelogenetischer Grundlage. Leipzig. En Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002) Increased Brain Activity in Frontal and Parietal Cortex Underlies the Development of Visuospatial Working Memory Capacity during Childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14 (1), 1- 10.
- Harris, L. (2005) *Psychology*. Canada. Wiley Publishing, Incorporation.
- knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*. 6 (5), 449-467.
- Krugel, L., Biele, G., Mohr, P., Li S. & Heekeren, H. (2009). Genetic variation in dopaminergic neuromodulation influences the ability to rapidly and flexibly

- adapt decisions. *Proceedings of the National Academic of Science (PNAS)*. 106 (42), 17951-17956.
- Lezak, M. (1982). *The problem of assessing executive functions. Neuropsychological assessment* (2a. ed.) New York: Oxford University Press.
- Lie, C., Specht, K., Marshall, J. & Fink, G. (2006). Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroimage*, 30 (3), 1038-1049.
- Lypsky, R., Sparling, M., Ryan, L., Xu, Salazar, A., Goldman, D. & Warden, D. (2005). Association of COMT Val158Met Genotype with Executive Functioning Following Traumatic Injury. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*; 17, 465-471.
- Mannisto, P. & Kaakkola, S. (1999). Catechol-O-methyltransferase (COMT): Biochemistry, Molecular Biology, Pharmacology, and Clinical Efficacy of the New Selective COMT Inhibitors. *Pharmacological Reviews*. 51 (4), 593-628.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A. & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49-100.
- Nokelainen, P. & Flint, J. (2002). Genetic effects on human cognition: lessons from the study of mental retardation syndromes. *Journal Neuroogyl Neurosurgery Psychiatry*; 72, 287-296.
- Rodriguez-Aranda, C. & Sundet, K. (2006). The frontal hypothesis of cognitive aging: Factor structure and age effects on four frontal tests among healthy individuals. *Journal of Genetic Psychology*, 167, 269-287.
- Salthouse, T. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19, 532-545.
- Stuss, D. & Benson, D. (1986). *The frontal lobes*. New York. Raven Press
- Stuss, D. & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63, 3-4.
- Stuss, D. & Levine, B. (2002). Adult Clinical Neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53, 401- 433.
- Wagner, K., Jonas, J., Findling, R., Ventura, D. & Saikali, K. (2006). A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial of Escitalopram in the Treatment of Pediatric Depression. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 45 (3), 280-288.
- Wodka, E., Mahone, E., Blankner, J., Gidley, L. Fotedar, S., Denckla, M. & Mostofsky, S. (2007). Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 29 (4), 345-356.
- Winstanley, C., Theobald, D., Dalley, J., Cardinal, R. & Robbins, T. (2006). Double Dissociation between Serotonergic and Dopaminergic Modulation of Medial Prefrontal and Orbitofrontal Cortex during a Test of Impulsive Choice. *Oxford Journals*. 16 (1), 106-114.

## **Interacción de Temperamento y MAO-A en pruebas de Inhibición en Preescolares**

Elsa Carmen Aguilera Lazaro\*, Feggy Ostrosky<sup>1</sup> & Beatriz Camarena<sup>2</sup>

\*Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz”

### **Resumen**

Las Funciones Ejecutivas permiten organizar nuestro comportamiento, regular nuestras emociones y en general, nuestro comportamiento. Estas funciones van incrementando su complejidad conforme el organismo crece y madura, acorde a las demandas ambientales y al desarrollo neurológico de los lóbulos frontales principalmente, sin embargo existen distintas variables que favorecerían su óptima ejecución, como la enzima MAO-A encargada de metabolizar neurotransmisores como la serotonina, involucrada en la regulación de conductas impulsivas. Así como el Temperamento que facilita la capacidad de autoregular la propia conducta, inhibiendo los impulsos en presencia de demandas no solo cognitivas sino también emocionales. Mediante la aplicación de pruebas de Inhibición en niños en edad preescolar y tomando en cuenta estos factores se observó que aquellos niños con la variación de MAO-A de Baja actividad Transcripcional y un Temperamento de Autocontrol tendían a tener mejores resultados para inhibir sus conductas en favor de un mejor resultado en la pruebas; contribuyendo al propósito de analizar distintas variables que permitan un mejor desarrollo de las Funciones Ejecutivas.

*Keywords:* Funciones ejecutivas, Inhibición, Gen MAO-A, Temperamento, Preescolares.

## **Interactions of the Temperament and Mao-A in Preschooler Children's Inhibition Tests**

### **Abstract**

The executive functions allow to organize our behavior, to regulate our emotions and in general terms, our behavior. This function increases its complexity when the organism grows up and matures, in accordance with the environment conditions and the forebrain's neurological development. Nevertheless, there are different variables that can help its optimal execution like the MAO-A, in charge of the metabolism of the neurotransmitters, like the serotonin, in charge of the impulsive manners. Like the Temperament that makes easier the capability to regulate the self-behavior, through the inhibition of the impulses when the demands are not only cognitive, also with the emotional demands. With the application of the inhibition's tests in preschoolers children and these factors like reference. It was possible to watch that the preschoolers children with a low metabolic activity in the MAO-A and a self-control temperament, have developed a better results to inhibit their behavior in order to have a better result in the tests; this, represents a contribution to the purpose to analyze different variables that allow a better development of this executive functions.

*Palabras clave:* Executive functions, Inhibition, MAO-A Gen, Temperament, Preschoolers children.

Original recibido / Original received: 16/12/2011

Aceptado / Accepted: 31/03/2012

---

<sup>1</sup> Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

En la última década ha sido creciente el interés por comprender el substrato neurológico de las funciones cognitivas, incluidas entre ellas las Funciones Ejecutivas. El campo de la Neuropsicología se ha encargado en desarrollar distintos métodos para su evaluación, diagnóstico y rehabilitación, utilizando pruebas neuropsicológicas, técnicas de neuroimagen y registros de la actividad cerebral. En la actualidad, además, se han realizado investigaciones en genes particulares que permitan explicar el desarrollo y modulación de las Funciones Ejecutivas en el ser humano.

Las Funciones Ejecutivas permiten organizar nuestro comportamiento con el fin de lograr una meta a largo plazo, regular nuestras emociones y en general, regular nuestro comportamiento (Goldeberg, 2001). Aunque se han identificado y estudiado un número importante de ellas, no existe una Función Ejecutiva unitaria, aunque sí diferentes procesos que convergen en un concepto general de Funciones Ejecutivas (Stuss & Alexander, 2000). Entre las más estudiadas se encuentra la Inhibición, que constituye la habilidad de suprimir un impulso dominante y automático, en beneficio de una mejor adaptación al entorno, siendo regulada por un autocontrol cognitivo, emocional y motor. Siendo la falla en la capacidad de Inhibición lo que generaría una conducta impulsiva, asociada a la fuerza del reforzador y a la predominancia de la respuesta emocional determinada por el funcionamiento del sistema serotoninérgico en el Sistema Nervioso Central (Arnsten & Robbins, 2002).

Este neurotransmisor, es de vital importancia para la óptima ejecución de las Funciones Ejecutivas al actuar como un regulador en las regiones de la Corteza Prefrontal, en regiones Orbitofrontales y en la corteza del Cíngulo Anterior. Estudios recientes han demostrado que las lesiones en estas áreas promoverían un síndrome de desinhibición social, impulsividad, falta de autocontrol e incapacidad para autoregular conductas cognitivas y/o emocionales (Bechara, Damasio & Damasio, 2000; Berlin, Rolls & Kischka, 2004) El sistema serotoninérgico constituye uno de los principales sistemas de neurotransmisión que ha sido relacionado con la aparición de conductas impulsivas tanto en animales como en humanos, que abarcan desde la falta de autocontrol conductual, hasta la agresión intra e interpersonal (Barragán & Garza, 2001; Meyer-Lindenberg et al., 2006).

Así lo demuestra el interés suscitado por el receptor a serotonina 5-HT<sub>1B</sub>, en ratones knock-out 5-HT<sub>1B</sub> donde, se ha constatado un incremento notable de estas conductas (Saudou et al., 1994). En otro estudio donde se utilizaron fármacos que inhibieran o activarán los receptores de serotonina 5-HT<sub>2A</sub> y 5-HT<sub>2C</sub>, se observó una considerable reducción de la conducta impulsiva, en estos animales (Winstanley, 2004), confirmando el proceso regulador de este neurotransmisor en el cerebro.

De manera que la correcta degradación de la Serotonina (5HT), es de vital importancia para el adecuado control de la conducta; su metabolización se debe a la acción de una enzima conocida como MAO (Monoamino Oxidasa); presentando dos isoformas la MAO-A y la MAO-B, la MAO-A se encarga de la degradación de Serotonina (5HT) y Noradrenalina (NA) (Feldman, Meyer & Quenzer, 1997; O'Carroll, Fowler, Philips, Tobbin & Tipton, 1983). Siendo el gen encargado de

generar esta enzima el uMAOA localizado en el cromosoma X (Xp11, 23) (Shih, Chen & Ridd, 1999).

El gen uMAOA presenta un polimorfismo funcional de 30 pares de bases (pb) que consiste en el número variable de repetidos en tándem localizados en la región promotora del gen presentando cuatro variantes de la secuencia del gen: Alelo 1, que consiste en 3 repetidos (R) de la secuencia de 30 pb, Alelo 2 (3.5R), Alelo 3 (4R) y Alelo 4 (5R). De acuerdo al grado de transcripción y actividad enzimática de la MAOA, se establecieron dos variantes (Lesch, 2006): MAOA-H (High) o de Alta Actividad Transcripcional que consiste en 3.5 ó 4 repetidos (Alelo 2 y Alelo 3) y MAOA-L (Low) o de Baja Actividad Transcripcional que consiste en 3 ó 5 repetidos (Alelo 1 y Alelo 4) (Passamonti et al., 2006). A nivel conductual se ha establecido que las personas portadoras de alelos de alta actividad transcripcional comparados a los de baja, tienen una alta expresión de la enzima MAOA y por tanto una menor concentración de aminas, como la serotonina, en el cerebro (Sabol, Hu & Hamer, 1998).

En el 2006 Passamonti et al. encontraron que las personas que contaban con la variante de alta actividad tendían a cometer mayor número de errores durante tareas de Inhibición No-Go, y, respondían más rápido en comparación a las personas con alelos de Baja Actividad. Este gen también ha sido involucrado en agresión, impulsividad, toma de decisiones y conductas de riesgo, mediante la evaluación de agresión e impulsividad en una muestra de hombres se determinó que el grupo con alelo de baja actividad transcripcional presentaba menores puntajes en las evaluaciones que el grupo con alta actividad transcripcional (Manuck, Flory, Ferrell, Mann & Muldon, 2000).

La existencia de estudios más complejos que evalúan Funciones Ejecutivas, incluida la capacidad de autocontrol en la respuesta emocional, tomando como variables las diferencias individuales en personalidad, han arrojado resultados interesantes, siendo aquellos individuos con alta actividad transcripcional los que mostrarán mayor número de errores en tareas No-Go (Inhibición) así como mayores puntajes de extraversión e impulsividad en una escala de personalidad (Passamonti et al., 2006), a diferencia de personas con baja actividad transcripcional quienes mostrarían un mayor autocontrol en sus respuestas emocionales facilitando la ejecución de tareas cognitivas.

Gran parte de los estudios realizados utilizando pruebas neuropsicológicas convergen en apuntar que el periodo de edad preescolar comprendido entre los 3 y 6 años es un momento de importantes cambios cerebrales y cognitivos relacionados con las Funciones Ejecutivas, los niños comienzan a tener éxito en tareas diseñadas para evaluar las funciones frontales, incluyendo la capacidad de Inhibición (Berger, Kofman, Livneh & Henik, 2007).

Es hacia los tres años, cuando es posible observar los primeros indicios de regulación de la conducta a través de mecanismos internos (Kochanska, Murray & Harlan, 2000). Entre los cuatro y los seis años, los niños mejoran notoriamente en la resolución de conflictos entre respuestas atencionales y motoras, la demora de la recompensa y el mantenimiento en la tarea ante la presencia de distractores, características importantes para una mejor capacidad de Inhibición. A los seis años se observa la adquisición de capacidades mayores para controlar

deliberadamente la conducta impulsiva, usar sistemas de reglas de alto orden para tomar decisiones y alcanzar niveles más altos de conciencia emocional (Lewis, 2005).

Las Funciones Ejecutivas por tanto no solo estarán siendo influenciadas o reguladas por el desarrollo normal del cerebro, sino también por otro tipo de factores como: la genética, el lenguaje, estilos parentales, factores socioculturales y el tipo de temperamento. Estos factores han sido estudiados como parte de las diferencias individuales que afectan la conducta del ser humano, siendo éstos, recursos que puedan facilitar o dificultar conductas efectivas; es por ello que diversas investigaciones han buscado entender y controlar estas variables como posibles reguladores de la conducta (Wolfe & Bell, 2007).

El Temperamento, como una de las diferencias individuales del ser humano hace referencia a una serie de características conductuales y emocionales individuales, manifestando el cómo los individuos reaccionan ante determinadas circunstancias. Tiene una base genética, principalmente en genes asociados con la degradación de neurotransmisores como la Dopamina y la Serotonina, presenta correlatos biológicos identificables, particularmente en los circuitos Orbitofrontal, Sistema Límbico y Nucleo Accumbens; y es estable a lo largo del tiempo (Cloninger, Adolfsson & Svrakic, 1996; Ebstein et al., 1996).

El temperamento ejerce una influencia no solo en la regulación de las emociones sino también en el efectivo autocontrol cognitivo. Por medio de la identificación de tres factores temperamentales: Autocontrol, Extroversión, y Afectividad Negativa (Kochanska, Murray, Jaques, Koenig & Vandegest, 1996; Rothbart, Ellis, Rueda & Posner, 2003). Específicamente las habilidades que subyacen al Autocontrol y la Extroversión incluirían funciones cognitivas como: inhibición de respuestas, autorregulación, resistencia a la interferencia, secuenciación de respuestas, detección de errores y planeación (Henderson & Wachs, 2007).

La Funciones Ejecutivas y el Temperamento por tanto juegan un papel central, como principales procesos cognitivos y emocionales que favorecen la capacidad de autorregulación conductual; el déficit tanto en estas funciones como en el tipo de temperamento, han sido identificadas como un importante componente en la variación del desarrollo de psicopatologías, incluidas entre ellas Trastornos de Personalidad, desordenes de conducta, así como TDAH, mostrando dificultades en el ajuste de la conducta, incluida la impulsividad, la agresión y conductas de riesgo (Henderson & Wachs, 2007).

Less en el 2008 examinó la capacidad de Inhibición, como parte de las Funciones Ejecutivas, además de observar la relación entre las ejecuciones en estas tareas y lo reportado por los padres sobre el tipo de Temperamento y el Aprovechamiento Escolar de sus niños, en edad escolar. Encontrando que aquellos con rasgos de Temperamento (Autocontrol), presentaban altos puntajes en tareas de planeación e inhibición, en cambio los niños con rasgos impulsivos mostraron una pobre ejecución, además de menos interés en atender las instrucciones y mayor frustración en la realización de la tarea.

El estudio de las Funciones Ejecutivas a pesar de ser muy amplio y diverso presenta algunas limitaciones en su interacción con otro tipo de variables como el

Temperamento y la Genética. Si bien su estudio en relación a genes particulares se ha incrementado conforme el avance de la ciencia y la tecnología lo permite, este tipo de estudios se ha realizado mayormente en personas adultas, (Bruder et al., 2005). El estudio del temperamento por su parte no es ajeno a lo antes mencionado dejando de lado sus implicaciones como uno de los principales factores de las diferencias individuales en la capacidad de autorregulación cognitiva y emocional de la conducta (Díaz-Galvis et al., 2006; Doherty, 1997).

Es por ello que este estudio busca explicar la posible interacción entre del tipo de Temperamento, la presencia del gen uMAOA en su variación de Alta o Baja Actividad Transcripcional y la ejecución de Funciones Ejecutivas en tareas de Inhibición en niños en edad preescolar.

## **Método**

### *Participantes*

Se trabajó con una muestra no probabilística de 146 niños de 3 a 6 años, en edad preescolar. Todos ellos cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión además de aceptar participar en la investigación por medio de un Consentimiento Informado firmado para los padres.

### *Instrumento*

Fueron evaluados con la Batería de Funciones Ejecutivas para niños preescolares (Ostrosky et al., en prensa). Se evaluaron las Funciones Ejecutivas de los niños tomando particularmente los datos de las pruebas de Inhibición con las pruebas: Ángel/Diablo, Stroop Día/Noche, Puño/Dedo.

Además de la Extracción de ADN cuya muestra de saliva se realizó a través del Protocolo de Extracción de ADN de cepillos bucales. Para el análisis del polimorfismo de MAO-A se utilizó el método de reacción en cadena de polimerasa (PCR); determinando finalmente el tipo de variación de MAOA de Alta o Baja Actividad Transcripcional. Y la Evaluación de Temperamento por medio del Cuestionario CBQ (Short Form) que permite valorar el tipo de temperamento, a través de 15 subescalas (Nivel de Actividad, Placer de Alta Intensidad, Impulsividad, Timidez, Aproximación, Ira/Frustración, Malestar, Miedo, Tristeza, Autotranquilización, Focalización de la Atención, Control Inhibitorio, Placer de Baja Intensidad, Sensibilidad Perceptiva y Sonrisa/Risa) contenidas en tres grandes factores, Autocontrol, Afectividad Negativa y Extroversión. Es un cuestionario respondido por los padres sobre las conductas de sus niños.

### *Procedimiento*

Se acudió a una escuela privada del D.F. para la aplicación de las pruebas, utilizando un salón de clases que no contara con distractores para la evaluación de los niños. Para poder obtener el permiso de los padres para el estudio, se realizó una junta, donde se explicaban las características de la investigación, para luego proceder a la firma del consentimiento informado, y de la evaluación del Temperamento a través del cuestionario destinado a los padres. Una vez con esto, se evaluó a los niños con la Batería de Funciones Ejecutivas para Niños Preescolares; concluidas las evaluaciones se prosiguió a la toma de muestra de ADN.

### *Análisis Estadístico*

Para realizar el estudio estadístico se utilizó la prueba de Análisis Multivariada de Varianzas (MANOVA), con el propósito de determinar interacciones entre las variables de la investigación. Los datos se analizaron usando el paquete estadístico SPSS 17.

## **Resultados**

Los resultados encontrados no fueron concluyentes, sin embargo, se pudo observar tendencias. Como se observa en las tablas 1 y 2, en el caso de la prueba Ángel/Diablo, los niños que pertenecían al grupo de Baja actividad transcripcional y que contaban con un temperamento clasificado como Autocontrol tenían menor número de errores que el resto de los grupos.

Para la prueba Stroop Día/Noche se observó que los niños clasificados en el grupo de Autocontrol tenían mayor número de aciertos en la prueba. De manera que los niños con un temperamento de Autocontrol tienden a inhibir con mayor efectividad el impulso de una respuesta dominante.

En la prueba Puño/Dedo se pudo observar la tendencia del grupo de Baja Actividad Transcripcional y el grupo de Autocontrol con una mejor ejecución, teniendo una menor cantidad de errores.

Tabla 1  
*Comparación de medias, de los grupos Temperamento y MAOA, con las pruebas de Inhibición*

Variable	Prueba	gl	Media (D.E.)	F	Sig.
Temperamento	Ángel/Diablo	2	1.049 (1.11)	.082	.922
	Stroop Día/Noche	2	25.677 (1.019)	1.290	.279
	Puño/Dedo	2	37.141 (1.345)	1.104	.335
Genética (Alta o baja actividad transcripcional)	Ángel/Diablo	2	11.564 (.554)	.900	.410
	Stroop Día/Noche	2	19.147 (.668)	.962	.385
	Puño/Dedo	2	11.092 (.882)	.330	.720
Tempe*Genética	Ángel/Diablo	4	2.575 (1.048)	.200	.938
	Stroop Día/Noche	4	23.401 (1.255)	1.176	.325
	Puño/Dedo	4	20.038 (1.657)	.596	.666

Se describen los resultados obtenidos de la prueba Multivariada de Varianzas entre los grupos de Temperamento (Extroversión, Autocontrol, Afectividad Negativa), MAOA (Alta o Baja Actividad Transcripcional) y la prueba de Inhibición utilizada (Stroop Ángel/Diablo, Día/Noche, Puño/Dedo).

Tabla 2  
*Interacciones entre las Variables de Estudio*

Prueba	Grupo de Homocigotos	Grupo de Temperamento	Media (D.E.)
Ángel/Diablo	MAO-A Baja	Extroversión	2.753 (.577)
		Afectividad Negativa	2.839 (1.174)
		Autocontrol	3.194 (1.041)
	MAO-A Alta	Extroversión	2.428 (.542)
		Afectividad Negativa	2.875 (1.714)
		Autocontrol	3.369 (1.048)
Día/Noche	MAO-A Baja	Extroversión	11.456 (.696)
		Afectividad Negativa	12.616 (1.416)
		Autocontrol	12.381 (1.255)
	MAO-A Alta	Extroversión	12.130 (.653)
		Afectividad Negativa	9.625 (2.067)
		Autocontrol	13.964 (1.264)
Puño/Dedo	MAO-A Baja	Extroversión	6.409 (.919)
		Afectividad Negativa	7.411 (1.869)
		Autocontrol	5.087 (1.657)
	MAO-A Alta	Extroversión	6.877 (.862)
		Afectividad Negativa	7.125 (2.728)
		Autocontrol	3.815 (1.668)

Se describe el valor de las medias de los grupos Homocigotos y Temperamento, con la ejecución de las pruebas de inhibición.

## Discusión

A pesar de no encontrar resultados significativos, las tendencias obtenidas coinciden con estudios como el de Passamonti et al. (2006), donde encontraron que las personas que contaban con la variante de MAOA de alta Actividad Transcripcional eran más propensos a cometer mayor número de errores en tareas de Inhibición; en esta muestra se observó que los niños que presentaban MAOA de alta actividad transcripcional en las tres pruebas de inhibición fueron los que puntuaron más alto que los niños con baja actividad transcripcional. En otro de los estudios donde se incluían factores de personalidad se había observado que las personas con baja actividad transcripcional y que habían sido catalogadas con un temperamento de autocontrol mostraban menor número de errores en las pruebas, en la muestra de este estudio, se pudo observar en dos de las pruebas esta misma tendencia.

Haciendo una particular observación al comportamiento de los niños de acuerdo a su tipo de temperamento, se ve reflejado en sus ejecuciones en las pruebas de inhibición que los niños con temperamento de Extroversión tienden a presentar más errores que el resto. Apoyado el resultado en lo encontrado por Less (2008) determinando que los niños con rasgos impulsivos presentaban una pobre ejecución en tareas con demanda cognitiva. A diferencia de este resultado, también se pudo observar la tendencia del grupo de niños con temperamento Autocontrol a tener una mejor ejecución en las pruebas de inhibición.

Como una posible explicación a la falta de resultados significativamente estadísticos, esta la dificultad de análisis de interacción en una población tan cambiante, e influenciada por distintas variables, como lo es la población infantil; el desarrollo de los niños se ha planteado es más bien fluctuante en lugar de lineal, dificultando la obtención de resultados confiables, así como que la expresión de los genes es muy variable y resulta muy complicado determinar si se ha ó no manifestado la presencia de los mismos en la conducta del organismo.

Sin embargo, con este estudio se abre un panorama de posibilidades en el estudio de las variantes en el desarrollo y optima ejecución de las Funciones Ejecutivas en particular de la capacidad de inhibición que apoyada con otras funciones como la flexibilidad y la memoria de trabajo permitirían el completo desarrollo de las funciones mas superiores del ser humano (Diamond, 2006), estas funciones ejecutivas son decisivas no solo para un rendimiento académico o intelectual favorable, sino en general para la adecuada adaptación del ser humano al medio que lo rodea, de manera que sin ellas sería imposible mantener una vida independiente y productiva aun si otras habilidades cognitivas se encuentran intactas (Lezak, 2004).

Comprobando que las Funciones Ejecutivas no solo están siendo influenciadas o reguladas por el desarrollo normal del cerebro, sino también por otro tipo de factores como la genética y el tipo de temperamento, así como por otras variables que en este estudio no fueron evaluadas pero que sería importante incluir, como los estilos de crianza y factores socioculturales.

## Referencias

- Arnsten, A. & Robbins, T (2002). Neurochemical Modulation of Prefrontal Cortical Function in Human and Animals. En Stuss, D. y Knight, R. (2002). *Principles of Frontal Lobe Function*. USA. Oxford University Press.
- Barragan, E. & Garza S. (2001). Attention deficit disorder and low birth weight in term children: Their association and the neuropsychological implications. *Journal of the Neurological Sciences*, 187, 34-39.
- Bechara, A., Damasio, H. & Damasio, A. (2000). Emotion, decision making and orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10, 295-307.
- Berger, A., Kofman, O., Livneh, U. & Henik, A. (2007). Multidisciplinary perspectives on attention and the development of self-regulation. *Progress in Neurobiology*, 82, 256-286.
- Berlin, H., Rolls, E. & Kischka, U. (2004). Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain*, 127, 1108-1126.
- Bruder, G., Keilp, J., Xu, H., Shikhman, M., Schori, E., Gorman, J. & Gilliam, C. (2005). Catechol-O-Methyltransferase (COMT) Genotypes and working memory: Associations with Differing Cognitive Operations. *Biol Psychiatry*, 58, 901-907.
- Cloninger, R., Adolfsson, R. & Svrakic, N. (1996). Mapping genes for human personality. *Nature Publishing Group: Nature Genetics*, 12, 3-4.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok & F. Craik (Eds.). *Principles of frontal lobe function*. London, UK: Oxford University Press.
- Diaz-Galvis, J., Urraca, N., Palacios, L., Cruz, C., Cortés, J., y De la Peña, F (2006). Estudio de interacción Genético Ambiental entre el polimorfismo uVNTR del gen de la Monoamino-oxidasa A (MAO-A), variables psicosociales y la severidad clínica en un grupo de adolescentes con trastorno externalizado. *Psiquiatría*, 22, 25-29.
- Doherty, S. (1997). El Factor Búsqueda de la Novedad en primates no humanos: un modelo animal para la psicología evolutiva. *Salud Mental*, 20 (2), 60-65.
- Ebstein, R., Novick, O., Umansky, R., Priel, B., Osher, Y., Blain, D., ...Belmaker, R. (1996) Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking. *Nature Publishing Group*, 12, 78-80.

- Feldman, R., Meyer, J. & Quenzer, L. (1997). Neurotransmitter Systems. En *Principles of Neuropsychopharmacology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc.
- Goldeberg, E. (2001). *The Executive Brain, Frontal Lobes and the Civilized Mind*. New York: Oxford University Press.
- Henderson, H. & Wachs, T. (2007). Temperament theory and study of cognition-emotion interactions across development. *ScienceDirect, Developmental Review, 27*, 396-427.
- Kochanska, G., Murray, K. & Harlan, E. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*, 220-232.
- Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T., Koenig, A. & Vandegest, K. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development, 67*, 490-507.
- Lesch, K. (2006). Genetics of Anxiety and Related Disorders. En Gorwood, P. y Hamon, M. (Eds). *Psychopharmacogenetics*. EU: Springer.
- Less, A. (2008). Relations between Preschool Children's Planning Ability, Self-Regulation and Early Literacy Skills. *The Osprey Journal of Ideas and Inquiry. University of North Florida UNF Digital Commons, 10*, 1-17.
- Lewis, M. (2005). Self-organizing individual differences in brain development. *Science Direct. Developmental Review, 25*, 252-277.
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological Evaluation*. 4ta. Edición. New York: Oxford University Press.
- Manuck, S., Flory, J., Ferrell, R., Mann, J. & Muldon, M. (2000). A regulatory polymorphism of the monoamine oxidase-A gene may be associated with variability in aggression, impulsivity, and central nervous system serotonergic responsivity. *Psychiatry Research, 95* (1), 9-23.
- Meyer-Lindenberg, A., Buckholtz, J., Kolachana, B., Hariri, A., Pezawas, L., Blasi, G. ... Weinberger, D. R. (2006). Neural mechanisms of genetic risk for impulsivity and violence in humans. *PNAS, 103, 16*, 6269-74.
- O'Carroll, A. M., Fowler, C. J., Phillips, J. P., Tobbia, I. & Tipton, K. F. (1983). The deamination of dopamine by human brain monoamine oxidase: specificity for de two enzyme forms in seven brain regions. *Naunyn-Sxhmiedeberg's Arch Pharmacol, 332*, 198-202.
- Ostrosky, F., Lozano, A., Brito, D., Aguilera, E., Betancourt, B., Sandoval, S. & Osornio, G. (En prensa). Bateria de Funciones Ejecutivas-Preescolar. *Revista Neuropsicología Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- Passamonti, L., Fera, F., Margariello, A., Cerasa, A., Giogia, M., Muglia, M. & Quattrone, A. (2006). Monoamine Oxidase-A Genetic Variations Influence Brain Activity Associated with Inhibitory Control: New Insight into the Neural Correlates of Impulsivity. *Biological Psychiatry, 59*, 334-340.
- Rothbart, M., Ellis, L., Rueda, R. & Posner, M., (2003). Developing Mechanisms of Temperamental Effortful Control. *Journal of Personality, 71, 6*, 1113-1144.
- Sabol, S., Hu, S. & Hamer, D. (1998). A functional polymorphism in the monoamine oxidase A gene promoter. *Human Genetics, 103*, 273-9.

- Saudou, F., Amara, D., Dierich, A., LeMeur, M., Ramboz, S., Segu, L., ... Hen R.. (1994). Enhanced aggressive behavior in mice lacking 5-HT 1B receptor. *Science*, 265, 1875-1878.
- Stuss, D. & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*. 63, 289-298.
- Shih, J. C., Chen, K. & Ridd, M. J. (1999). Role of MAO A and B in neurotransmitter metabolism and behaviour. *Pol J Pharmacol*, 51, 25-34.
- Winstanley, C. A. (2004). 5-HT2A and 5-HT2C receptor antagonists have opposing effects on a measure of impulsivity: interactions with global 5-HT depletion. *Psychopharmacology*, 176, 376-385.
- Wolfe, C. & Bell, M. (2007). The integration of cognition and emotion during infancy early childhood: Regulatory processes associated with the development of working memory. *ScienceDirect, Brain and Cognition*, 65, 3-13.

## Desempeño Neuropsicológico Prefrontal en Sujetos Violentos de la Población General

Karla Ximena Díaz Galván & Feggy Ostrosky<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Las investigaciones acerca de la neurobiología de la violencia apuntan a que existe una alteración relacionada con la corteza prefrontal (CPF). Sin embargo, la mayor parte de los estudios se han llevado a cabo en poblaciones institucionalizadas. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el funcionamiento cognitivo de la CPF en sujetos violentos de la población general por medio de una batería neuropsicológica que proporciona 3 índices: dorsolateral, orbitomedial y pre frontal anterior; y demostrar si su desempeño es similar al que se ha encontrado en poblaciones institucionalizadas. Participaron 60 hombres adultos de la Cd. de México que respondieron la escala de Escala agresión Reactiva-Proactiva (Raine, 2006), versión en español (Andreu, Peña & Ramírez, 2009) y fueron divididos en violentos (n=30) y controles (n=30). Se encontraron diferencias sólo en el total orbitomedial mostrando el grupo de violentos el menor desempeño. Los resultados encontrados coinciden con los que se han reportado en la literatura en sujetos institucionalizados en referencia al bajo desempeño orbitomedial, sin embargo se discute el papel que podría jugar el componente antisocial de la personalidad en la conducta violenta y el desempeño neuropsicológico.

*Palabras Clave:* Violencia, Población general, Desempeño neuropsicológico.

## Neuropsychological Performance in Violent Men: a Community Sample

### Abstract

Recent neurobiology research about violent behavior points out to the existence of a disorder associated with the prefrontal cortex (PFC). However, most studies are carried out on institutionalized samples. Hence, the aim of the present study was to evaluate cognitive frontal functioning in violent men from a community sample with a neuropsychological battery that measures different prefrontal areas: dorsolateral (working memory and executive functions) orbital (decision making) and medial (inhibition); and to demonstrate if their neuropsychological performance is in any way similar to that found in institutionalized samples. 60 adult male subjects from a community sample of Mexico City participated in this study. Subjects were divided into violent (n=30) and nonviolent (n=30) using a screening questionnaire (Reactive and Proactive Aggression Questionnaire; Raine, 2006) in its Spanish adapted version (Andreu, Peña & Ramírez, 2009). We found that violent individuals compared to nonviolent controls exhibited a worse performance in overall tasks, but the only statistical difference we found was in tasks related to the orbitomedial functioning. Our results matched with previous studies carried out on institutionalized samples that referred a low orbitomedial performance; however we discussed the possible role of the antisocial component in violent behavior and neuropsychological performance.

*KeyWords:* Violence, Neuropsychological performance, Community sample.

Original recibido / Original received: 16/12/2011

Aceptado / Accepted: 31/03/2012

<sup>1</sup>Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

**Agradecimiento** Proyecto financiado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal 422.01 PICDS08-19.

La violencia, en sus distintas formas, es un problema que preocupa cada vez más a la comunidad internacional. En México las conductas violentas son cada vez más comunes en nuestra sociedad y se consideran en la actualidad un problema de salud pública. Se presentan en diferentes niveles, que van desde el abuso doméstico hasta el crimen en las calles y el homicidio. Según las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI, 2010), las muertes violentas representan el 12.3 % de las causas de muerte, siendo la tasa más alta (64.8%) la de jóvenes adultos entre 20 y 24 años de edad en el. Las muertes violentas son resultado de accidentes, de lesiones intencionales infligidas por otra persona y también se considera en esta clasificación a los suicidios. Siendo el 35.5% muertes por homicidios y la tasa de mortalidad más alta la de los adultos de 30 a 34 años de edad (50.2%).

La violencia es un fenómeno complicado que tiene raíces diversas, incluidos factores biológicos, psicológicos, y sociales, que se combinan en una compleja interacción. El estudio de los factores biológicos predisponentes a la violencia ha cobrado mayor impulso en los últimos años gracias a la aplicación de nuevos métodos de la Psiquiatría Biológica, las Neurociencias Cognitivas, y la Genética Médica, que junto a los métodos de las Ciencias Sociales van a permitir especificar la participación de estos factores biológicos en las conductas agresivas.

Todos estos elementos indican la importancia de los factores biológicos, en particular el funcionamiento cerebral, en la conducta violenta; sin embargo, es claro que en el comportamiento violento también confluyen diversos factores ambientales como por ejemplo el abuso de sustancias tóxicas, maltrato infantil, familias disfuncionales, el fracaso escolar y social (Palomo, Kostrzewa, Beninger & Archer, 2007).

### *Neurobiología de la violencia*

Se han realizado diversos estudios que apuntan a que existe un daño, disfunción o trastorno en la anatomía, fisiología y/o funcionamiento cognitivo de la corteza prefrontal (CPF), especialmente en áreas prefrontales orbitales/mediales en poblaciones asociadas con la comisión de delitos y conductas violentas (Dolan, Deakin, Roberts & Anderson, 2002; Kiehl, Laurens, Bates & Liddle, 2006; Raine, Lencz, Bihle, LaCasse & Colletti, 2000; Raine, Stoddard, Bihle & Buchsbaum, 1998; Raine & Yang, 2006; Yang et al., 2005).

La CPF ha sido dividida para su estudio en diferentes áreas: dorsolateral, orbitomedial y prefrontal, y cada una de las tres regiones se ha subdividido funcionalmente en regiones más específicas, con funciones particulares cada una de ellas (Fuster, 2008).

La corteza prefrontaldorsolateral (CPF DL) es la porción más nueva de la corteza prefrontal, y se encuentra relacionada con los procesos cognitivos más complejos que el humano ha desarrollado a través de su evolución (Fuster, 2008). Soporta procesos como son las funciones ejecutivas de planeación, abstracción, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas complejos,

flexibilidad mental, generación de hipótesis y estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss & Alexander, 2000), y algunos autores la han relacionado con el aspecto “frío” de la toma de decisiones (Kerr & Zelazo, 2003). Las porciones más anteriores de la corteza prefrontal se encuentran relacionadas con los procesos de mayor jerarquía cognitiva como la abstracción y la metacognición (Kyko, Ohki & Miyashita, 2002; Maril, Simons, Mitchell, Schwartz & Schacter, 2003).

La corteza orbitofrontal (COF) participa en la regulación de las emociones y conductas afectivas, principalmente en la conducta y la toma de decisiones basadas en estados afectivos (Damasio, 1998). Se encuentra involucrada en el procesamiento de la información relacionada con la recompensa, permitiendo la detección de cambios en las condiciones de reforzamiento, necesarias para realizar ajustes y/o cambios significativos durante el desarrollo de una acción o conducta (Elliot, Dollan & Frith, 2000). Está estrechamente conectada con el sistema límbico, (Fuster, 2008), especialmente con la amígdala (Rolls, 2004); por lo que se le ha relacionado con el sistema emocional para la regulación de la conducta (Davidson, Putnam & Larson, 2000; Kerr & Zelazo, 2003). La corteza prefrontal-medial (CPFM) soporta procesos como el control inhibitorio, la detección y solución de conflictos, y el esfuerzo atencional, también participa en la regulación de la agresión y de los estados motivacionales (Fuster, 2008).

Los estudios de pacientes con daño en la corteza prefrontal, a partir del caso de Phineas Gage, sugieren que la corteza prefrontal juega un papel importante en la mediación de algunas conductas relacionadas con la violencia como la psicopatía. El daño en la corteza prefrontal lleva a una condición determinada como “pseudopsicopatía” (Blumer & Benson, 1975) o “sociopatía adquirida” (Damasio, 1994) que se caracterizan por problemas con la agresión reactiva, la motivación, empatía, planeación y organización, impulsividad, irresponsabilidad, la autorregulación y la inhibición conductual.

### *Neuropsicología y violencia*

La evidencia empírica ha mostrado que los sujetos violentos y psicópatas muestran una diversidad de anormalidades neurocognitivas, más recientemente en relación con la disfunción de las funciones ejecutivas y de forma consecuente de la CPF. Actualmente los autores señalan una la disfunción de la amígdala y de la COF más específicamente (Mitchell, Colledge, Leonard & Blair, 2002; Blair et al., 2006).

Giancola, Roth y Parrot (2006) realizaron una investigación con el objetivo de estudiar la relación de la mediación de las funciones ejecutivas sobre la conducta violenta. Estudiaron 152 Hombres y 158 Mujeres de la población general reclutados por medio de anuncios en el periódico. Aplicaron 7 tareas relacionadas con las funciones ejecutivas y una escala de temperamento (DOTS) encontrando que las FE juegan un papel importante en la mediación de la relación Temperamento-agresión en los hombres pero no en las mujeres.

Sin embargo, se han asociado diversos tipos de violencia con trastornos específicos. Barrat, Stanford, Kent y Felthous (1997) realizaron un estudio para medir diferencias neuropsicológicas y electrofisiológicas en 27 sujetos impulsivos, 30 premeditados y 44 controles (externos) utilizando Escalas Wechsler: tres verbales (comprensión, similitudes y vocabulario) y tres no verbales (símbolos, diseño de bloques y arreglo de imágenes), y un paradigma para medir P300. Encontraron que los impulsivos generaron un P300 con menor amplitud (frontocentrales), y que había una relación de impulsividad con el desempeño en las tareas de inteligencia, donde a mayor impulsividad menor desempeño, encontrando una relación similar con la amplitud del componente P300 donde a mayor impulsividad menor amplitud del P300. La reducción en la amplitud del componente P300 es un hallazgo encontrado previamente en estudios realizados con psicópatas (Kiehl, Hare, Liddle & McDonald, 1999a; Raine, 1993). La reducción en la amplitud del componente P300 en estas poblaciones ha sido relacionada con algún trastorno en el procesamiento cognitivo superior como la atención y las funciones ejecutivas y por ende de los lóbulos frontales (Bauer & Hesselbrock, 1999; Campanella, Vanhoolandt & Philippot, 2005; Kiehl et al., 1999a; Kiehl, Hare, McDonald & Brink, 1999b; Kiehl, Smith, Hare & Liddle, 2000; Kiehl, Bates, Laurens, Hare & Liddle, 2006).

En el estudio que hicieron Barrat et al. (1997) reportaron alteraciones en funciones de la corteza orbitofrontal como el control inhibitorio y en la toma de decisiones en tareas donde se evalúa la respuesta emocional y el procesamiento de tareas de recompensa/castigo, mientras que las alteraciones en la región dorsolateral prefrontal pueden predisponer a la perseveración de una respuesta (comportamiento antisocial toda la vida a pesar del castigo repetido), y la pobre planificación y organización trayendo como consecuencias un estilo de vida social y ocupacional disfuncional.

Por otro lado, Arias y Ostrosky - Solís (2008) hicieron una investigación utilizando dos clasificaciones diferentes de sujetos violentos: 1) impulsivos contra premeditados y 2) psicópatas contra no psicópatas. Evaluaron a 50 internos de cárceles estatales y 25 controles externos pareados en edad y escolaridad. En el primer estudio los internos fueron en dos grupos, uno de internos impulsivos ( $n=25$ , edad  $M=31.72$ ,  $DE=6.41$  y escolaridad  $M=8.56$ ,  $DE=3.82$ ); otro de internos premeditados ( $n=25$ , edad  $M=35.64$ ,  $DE=6.91$  y escolaridad  $M=9.88$ ,  $DE=4.2$ ). En el estudio 2 los sujetos fueron divididos en psicópatas y no psicópatas de acuerdo a la escala de Hare (PCL-R) donde sujetos con puntuaciones mayores a 30 puntos se clasificaron en el grupo de psicópatas ( $n=18$ , edad  $M=34.17$ ,  $DE=8.51$  y escolaridad  $M=10.28$ ,  $DE=3.82$ ) y los sujetos que puntuaron por debajo de 20 fueron considerados controles internos no psicópatas ( $n=18$ , edad  $M=33.06$ ,  $DE=6.49$  y escolaridad  $M=10.33$ ,  $DE=4.23$ ) y controles no internos ( $n=18$ , edad  $M=34.17$ ,  $DE=11.81$  y escolaridad  $M=11.11$ ,  $DE=3.95$ ). Midieron su desempeño neuropsicológico por medio de dos baterías: el NEUROPSI atención y memoria (Ostrosky - Solís et al. 2003) que mide diferentes tipos de atención y de memoria; y una batería de Funciones Frontales y Ejecutivas (Flores, Ostrosky - Solís y Lozano, 2012) que proporciona tres totales por área: orbitomedial, dorsolateral y prefrontal anterior.

Los resultados del estudio indican que las poblaciones violentas independientemente de su clasificación pueden ser diferenciadas de la población no violenta. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las evaluaciones neuropsicológicas con la clasificación de impulsivo y premeditado, mientras que los resultados entre los no psicópatas y psicópatas muestran diferencias significativas entre el grupo control y el no psicópata. Los autores concluyen que sus resultados apoyan a otros estudios donde se encuentran alteraciones en las funciones ejecutivas de poblaciones violentas, y en su caso ellos encuentran en tareas relacionadas tanto con el área orbitomedial como la dorsolateral, además de alteraciones en la atención y la memoria, haciendo énfasis en la importancia de la clasificación utilizada para su estudio, donde el criterio de psicopatía parece ser sensible al encontrar alteraciones en las funciones ejecutivas, atencionales y de memoria.

### *Psicopatía y Violencia*

La relación entre la personalidad psicopática y las funciones ejecutivas ha cosechado un interés creciente en los últimos años y diversos autores (Gorestein, 1982; Raine, 1993) han postulado que las alteraciones en las funciones ejecutivas son un importante factor de riesgo para el desarrollo de comportamientos antisociales y violentos. Esta hipótesis de los substratos prefrontales en sujetos antisociales se muestra en un estudio realizado por Gorenstein (1982) en el que presentaban un mayor número de perseveraciones en la prueba de Wisconsin, la cual está relacionada con el funcionamiento de la corteza dorsolateralprefrontal. Por su parte, un estudio de Dolan et al. (2002) mostraron que sujetos antisociales mostraban irregularidades en tareas de habilidades de planeación y cambio de escenario; de igual manera se observaron déficits en tareas de inhibición de conducta cuando se utilizó la prueba GO/NO GO.

Por otro lado, algunos estudios neuropsicológicos han sugerido que existe un daño específico de la corteza orbitofrontal o ventromedial, pero no dorsolateral en los psicópatas, como el de Lapierre, Braun y Hudgins (1995). Compararon 30 psicópatas y 30 no psicópatas de 2 penitenciarías federales de seguridad media. Pareados por edad, escolaridad y nivel socio-económico. Los clasificaron en psicópatas y no psicópatas de acuerdo a la escala de Hare Escala de Psicopatía de Hare (PCL) con los siguientes puntos de corte: psicópata  $\geq 30$ ; no psicópata  $\leq 20$ . Para medir el desempeño neuropsicológico utilizaron la tarea de discriminación go-no go, el PorteusMaze Test y una tarea de identificación de olores para medir el funcionamiento orbitomedial-ventromedial. Para medir el funcionamiento dorsolateral utilizaron el número de perseveraciones en la prueba de WCST y una tarea control que no se encuentra relacionada directamente con el funcionamiento prefrontal sino más bien postero-rolándica que consistió en unatarea de rotación mental y respuestas correctas en el sub-test de Similitudes de la Escala de Inteligencia Wechsler-Ottawa. Encontraron que los criminales psicópatas mostraron déficit significativos en tareasde funcionamiento frontal ventral, exhibiendo una mayor cantidad de errores en la tarea go-no-go, tuvieron

una mayor cantidad de errores cualitativos en los laberintos (atravesar paredes y levantar el lápiz) y tuvieron un menor desempeño en la tarea de identificación de olores comparados con los no psicópatas, mientras que ambos grupos obtuvieron resultados similares en tareas relacionadas con el funcionamiento dorsolateral y postero-rolándico. Los autores discuten que sus resultados apoyan la hipótesis de una disfunción pre frontal específicamente frontal ventral en la psicopatía.

Las fallas en las funciones ejecutivas y la falla en el control de los impulsos agresivos se ha hipotetizado que ocurre en hombres agresivos. Por otro lado, también se ha encontrado que existen pruebas neuropsicológicas que han resultado más sensibles que otras para predecir la conducta agresiva como la prueba stroop palabra-color, juicio de orientación de la línea, y una prueba de percepción de las emociones. Estudios de sujetos psicópatas, sin embargo, sugieren que las pruebas estándar utilizadas para medir las funciones ejecutivas pueden no ser lo suficientemente sensibles para detectar los trastornos orbitales o ventrales relevantes para la agresión (Brower & Price, 2001).

La mayoría de los estudios que estudian la conducta violenta se han llevado a cabo con muestras de criminales o institucionalizadas, y revelan que los individuos con rasgos psicopáticos se encuentran en riesgo de violencia y otras patologías. Estos rasgos parecen estar continuamente distribuidos en estas muestras, llevando a los investigadores a especular en la presencia de tales rasgos en la población general, siendo escasos los estudios realizados hasta el momento. Sin embargo, Hare y Neumann (2008) llevaron a cabo un estudio con individuos de la comunidad en una muestra aleatoria estratificada de 514 adultos (196 hombres y 318). Demostraron que constructos como la psicopatía y su modelo factorial (Hare, 2006) se mantienen equivalentes con los encontrados en muestras institucionalizadas, argumentando que es necesario el uso de herramientas estandarizadas con muestras representativas de la población general ya que permitiría realizar comparaciones más directas con la investigación llevada a cabo en las muestras forenses (institucionalizadas).

Por lo tanto, hasta ahora los resultados de las investigaciones se han mostrado controversiales, son limitados los estudios que se han realizado en sujetos violentos de la población general (no institucionalizada) y que estudien la relación de la violencia primaria, es decir que no se manifieste de manera secundaria por alguna variable que haya sido claramente identificada como un detonante de conducta violenta como lo son la ansiedad, la depresión y el consumo de sustancias. Además, pocos estudios han evaluado el desempeño neuropsicológico relacionado con la corteza prefrontal (CPF) más completo por medio de baterías que abarquen el desempeño de tareas relacionadas con sus diferentes subdivisiones (anterior, dorsolateral y orbitomedial) en sujetos violentos, ya que la mayoría de ellos utiliza sólo pruebas aisladas.

Por todo lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el funcionamiento cognitivo de la CPF en sujetos clasificados como violentos comparado con el de un grupo control por medio de una batería neuropsicológica que proporciona 3 índices en relación a sus diferentes subdivisiones: área pre frontal dorsolateral (memoria de trabajo y funciones ejecutivas), orbitomedial (toma de decisiones e inhibición) y pre frontal anterior

(abstracción y meta-cognición) y demostrar si su desempeño es similar al que se ha encontrado en sujetos violentos institucionalizados.

## Método

### *Participantes*

La muestra estuvo compuesta por 60 hombres adultos con edades de 21 a 59 años ( $29.78 \pm 7.80$ ) y una escolaridad de 12-18 años ( $15.42 \pm 1.69$ ). Todos los sujetos fueron reclutados de diferentes lugares de la Cd. de México y seleccionados por medio de la escala de Escala agresión Reactiva-Proactiva (Raine et al., 2006), versión en español (Andreu, Peña & Ramírez, 2009). Se clasificaron como violentos ( $n=30$ ) a todos los sujetos que obtuvieron una puntuación de 3 o más puntos en la subescala proactiva y/o 8 o más puntos en la subescala reactiva de la escala de agresión, clasificando como controles ( $n=30$ ) a todos aquellos que no puntuaran con estos criterios. Los sujetos que hayan reportado antecedentes o presencia de algún trastorno psiquiátrico o neurológico fueron excluidos del estudio.

### *Instrumentos*

Batería de Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas (BANFE) (Flores et al., 2012). La batería de Funciones que se utilizó en este estudio tiene como objetivo evaluar la funcionalidad frontal orbital, dorsolateral y prefrontal anterior de ambos hemisferios cerebrales. Cuenta con datos normativos en población mexicana de acuerdo a edad y escolaridad de 6 a 80 años. Las puntuaciones son estandarizadas, y van de  $100 \pm 15$  (normal); 70-84 (alteraciones leves a moderadas); y 69 o menos (alteraciones severas). La Batería proporciona cuatro índices de funcionalidad con puntajes normalizados: 1) Total dorsolateral, 2) total órbito-medial, 3) total pre frontal anterior y 4) total funciones ejecutivas. En la tabla 1 se presentan las sub pruebas y los procesos que componen la evaluación para cada área. El tiempo de evaluación de esta batería fue de 2 horas aproximadamente.

Escala de Agresión Reactiva Proactiva.- adaptada y abreviada por Raine et al. en el 2006. Esta escala refleja la agresión física o verbal, incluyendo la motivación y el contexto situacional para la agresión. Se encuentra formada por 23 reactivos, de los cuales 11 son de agresión reactiva y 12 de proactiva. Cada reactivo puntúa como 0 (nunca), 1 (a veces) y 2 (frecuentemente). Los puntos de corte fueron determinados en una estandarización realizada por el laboratorio de trabajo en población adulta masculina de *nacionalidad* mexicana, y son muy similares a los encontrados por el autor. Agresión reactiva: más de 8 puntos, agresión proactiva: más de 3 puntos; tomando en cuenta los reactivos correspondientes a la agresión reactiva y a la proactiva respectivamente.

### *Procedimiento*

Los participantes fueron reclutados de diversos lugares de la Cd. de México, firmaron un consentimiento informado y fueron entrevistados para descartar antecedentes psiquiátricos, neurológicos y de abuso de sustancias, posteriormente se llevaron a cabo todas las evaluaciones en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se les mencionó que todos los datos eran confidenciales y serían utilizados con fines de investigación.

### *Análisis Estadístico*

Se realizó estadística descriptiva, promedios y desviación estándar de los puntajes obtenidos en los puntajes del desempeño neuropsicológico de la BANFE y sus tres diferentes dominios (orbitomedial, dorsolateral y anterior) y para determinar las diferencias entre los grupos se llevó a cabo una prueba t de Student ( $p \leq .05$ ).

### **Resultados**

No se encontraron diferencias significativas en la edad, pero sí en la escolaridad entre los grupos. Sin embargo, esta variable se encuentra controlada debido a que la batería cuenta con normas de acuerdo a diferentes rangos de edad y escolaridad, y la media de la escolaridad de ambos grupos se encuentra dentro del mismo rango (más de 10 años de escolaridad, equivalente a por lo menos un año de nivel medio superior). Las características descriptivas de la muestra se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1  
*Características descriptivas de la muestra*

	Media	DE	Media	DE	t	p
	Controles		Violentos			
Edad	29.03	7.13	30.63	8.54	1.03	1.03
Escolaridad	15.96	1.28	14.89	1.89	12.00	.01*

Nota: \*diferencia significativa ( $p \leq .05$ ).

Las diferencias entre los grupos en el desempeño neuropsicológico se encontraron únicamente en el total orbitomedial ( $t(53)=2.713$ ;  $p=.021$ ) siendo el grupo de los violentos el que obtuvo menores puntajes en las tareas de la BANFE indicando un menor desempeño comparado con los controles (tabla 2).

Tabla 2  
Puntajes totales BANFE

	Media	DE	Media	DE	<i>t</i>	<i>p</i>
	Controles		Violentos			
Orbitomedial	103.00	17.55	92.11	18.06	0.03	.03*
Dorsolateral	102.53	14.06	101.55	12.25	0.53	.78
Anterior	107.53	13.63	105.81	13.63	0.15	.64
Total BANFE	104.50	14.08	100.40	14.08	0.00	.27

Notas: BANFE: Batería de Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas;  
\*diferencia significativa ( $p \leq .05$ ).

## Discusión

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el desempeño neuropsicológico prefrontal de sujetos violentos de la población general por medio de una batería que explora el funcionamiento cognitivo relacionado con la CPF y sus diferentes subdivisiones (anterior, orbitomedial y dorsolateral). Los resultados encontrados en este estudio señalan que el desempeño neuropsicológico de sujetos violentos es diferente del de los sujetos control, obteniendo un desempeño más bajo en general en la batería neuropsicológica. Sin embargo, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el desempeño de tareas relacionadas con el área orbitomedial, lo cual ha sido reportado en estudios previos en poblaciones violentas (Arias & Ostrosky - Solís, 2008), en poblaciones con psicopatía (Lapierre et al. 1995) y con personalidad antisocial (Dolan et al., 2002).

Estos resultados referentes al bajo desempeño orbitomedial en los sujetos violentos son consistentes con estudios previos de neuroimagen que señalan una alteración en la corteza prefrontal, especialmente orbitomedial (Raine, Buchsbaum & Lacasse, 1997; Raine et al., 1998; Raine et al., 1998a; Raine et al., 2000; Raine & Yang, 2006). Estos resultados han sido encontrados también en grupos con trastorno de la personalidad antisocial y agresores violentos (Raine et al., 2000).

De acuerdo con la literatura neurológica, sólo las lesiones de la corteza orbital y ventrolateral están asociadas con un alto riesgo de agresión. Las lesiones de la corteza frontal dorsolateral no lo están; sin embargo, estos estudios tienen una tendencia a concentrarse en el uso de tareas que miden funciones ejecutivas comúnmente ligadas a la corteza prefrontal dorsolateral, es decir, la literatura hace relación entre la conducta agresiva y el desempeño en tareas que miden la integridad de una región neuronal, la corteza prefrontal dorsolateral, que la literatura neurológica indica que es relevante para un alto riesgo de agresión. Adicionalmente, no se ha especificado la forma de agresión que se encuentra asociada con la disfunción frontal, sin embargo, el daño al lóbulo frontal incrementa el riesgo de agresión reactiva o impulsiva (Blair, 2005).

Por otro lado, el déficit en el funcionamiento de la CPFDL ha sido relacionado más frecuentemente con el trastorno antisocial, donde un mal funcionamiento de ésta puede llevar a la impulsividad cometiendo reincidencia y rompiendo las convenciones sociales, que han sido reportadas en poblaciones criminales (Raine & Yang, 2006).

Los circuitos neuronales involucrados en el procesamiento emocional se encuentran íntimamente conectados con la corteza prefrontal orbital (Davidson et al., 2000; Fuster, 1999; 2008; Kerr & Zelazo, 2003) e involucran procesos como la inhibición y la toma de decisiones de riesgo, mientras que el área dorsolateral se ha relacionado con procesos como la flexibilidad mental, la memoria de trabajo, la planeación y la secuenciación que se engloban bajo el concepto de funciones ejecutivas las cuales se encuentran íntimamente ligadas con la solución de problemas, la atención sostenida y el aprendizaje (Cummings & Miller, 2007).

En conclusión, es probable que los resultados encontrados en esta investigación sean diferentes a los reportados en la literatura debido a que se llevó a cabo en una población no institucionalizada, y que no han trasgredido las reglas de la sociedad para tener un componente antisocial que se encuentra frecuentemente presente en poblaciones carcelarias y psicópatas. Sin embargo, el hecho de mostrar un componente de menor funcionamiento orbitomedial que se comparte con este tipo de poblaciones podría señalarnos que el componente violento de la conducta podría estar más íntimamente relacionado con la falta de inhibición, la impulsividad y la falta de control de impulsos que podría estar repercutiendo en el circuito de regulación emocional y conductual. Éste, es un déficit que se comparte con poblaciones psicópatas e institucionalizadas, y que los procesos relacionados con las funciones cognitivas de alto rango como las funciones ejecutivas, la atención, la planeación, la flexibilidad mental, la abstracción y el autoconcepto, se encuentran relativamente preservadas en esta población y son las que han ayudado a conservar una conducta dentro de lo que es aceptado en la sociedad, y que sean éstas las que regulen los procesos relacionados con estructuras más límbicas y orbitomediales donde se genera la emoción básica del enojo y la violencia.

## Referencias

- Andreu, J., Peña, E. y Ramírez, J. (2009). Cuestionario de agresión reactiva y proactiva: un instrumento de medida de la agresión en adolescentes. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 14 (1), 37-49.
- Arias, N., y Ostrosky-Solís, F. (2008). Neuropsicología de la violencia y sus clasificaciones. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1) 95-114.
- Barratt, E. S., Stanford, M. S., Kent, T. A. & Felthous, A. (1997). Neuropsychology and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression. *Biological Psychiatry*, 41, 1045-1061.
- Bauer, L. O. & Hesselbrock, V. M. (1999). P300 decrements in teenagers with conduct problems: implications for substance abuse risk and brain

- development. *Biol.Psychiatry*, 46, 263-272.
- Blair, K. S., Newman, C., Mitchell, D. G. V., Richell, R. A., Leonard, A. L., Morton, J. & Blair, R. J. R. (2006). Differentiating Among Prefrontal Substrates in Psychopathy: Neuropsychological Test Findings. *Neuropsychology*, 20 (2),153-165.
- Blair, R. J. R. (2005).Applying a cognitive neuroscience perspective to the disorder of psychopathy.*Development and Psychopathology*, 17, 865–891.
- Blumer, D. & Benson, D. F., (1975). Personality changes with frontal and temporal lobe lesions. En D. F. Benson & D. Blumer (Eds.). *Psychiatric aspects of neurological disease* (pp. 151-170). New York: Grune and Stratton.
- Brower M. C. & Price, B. H. (2001). Neuropsychiatry of frontal lobe dysfunction in violent and criminal behavior: a critical review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71, 720-726.
- Campanella, S., Vanhoolandt, M. E. & Philippot, P. (2005). Emotional deficit in subjects with psychopathic tendencies as assessed by the Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2: an event-related potentials study. *Neurosci Lett*, 373, 26-31.
- Cummings (2006). Conceptual and Clinical Aspects of the Frontal Lobes. En Miller B. L. & Cummings, J. L. (Eds.). *The Human Frontal Lobes: Functions And Disorders. Part I: Conceptual And Clinical Aspects of the Frontal Lobes* (p.p. 12-24).New York: The Guilford Press.
- Damasio, A. (1994). El error de Descartes. España: Crítica.
- Damasio, A. R. (1998). The Somatic Marker Hypothesis and the Possible functions of the prefrontal cortex. En A.C. Roberts, T.W Robbins y L. Weiskrantz (Eds.). *The Prefrontal cortex, executive and cognitive functions* (p.p. 36-50), New York: Oxford University Press.
- Davidson, R. J., Putnam, K. M. & Larson, C. L. (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation: a possible prelude to violence. *Science*, 289, 591–594.
- Dolan, M., Deakin, W. J. F., Roberts, N. & Anderson, I. (2002). The neuropsychology of antisocial personality disorder. *Psychological Medicine*, 32, 105-107.
- Elliot, R., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2000). Dissociable functions in the medial and Lateral orbitofrontal cortex: Evidence from human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 10 (3), 308-317.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F. & Lozano, A. (2012). Batería de funciones frontales y ejecutivas (BANFE). *Manual*. Manual Moderno: México.
- Fuster, J. (1999). Cognitive Functions of the Frontal Lobes. En Miller, B. L. & Cummings, J. L. (2007). *The Human Frontal Lobes. Functions and disorders*, 2nd. Ed, (p.p.187-195). New York: The Guilford Press.
- Fuster, J. M. (2008). *The prefrontal cortex* (4rth Ed). London, UK. Elsevier.
- Giancola P., Roth R. & Parrot (2006). The Mediating Role of Executive Functioning in the Relation Between Difficult Temperament and Physical Aggression. *Journal Of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 28, 211-221.
- Gorestein E. (1982). Frontal lobe functions in psychopaths. *J. Abn. Psychol*, 91. 368-379.

- Hare, R. (2006). Psychopathy: A Clinical and Forensic Overview. *Psychiatr Clin N Am* 26, 709-724.
- Hare, R. & Neumann, C. (2008). Psychopathy as a Clinical and Empirical Construct. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4, 217-46.
- INEGI (2010). Página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484>
- Kerr, A. & Zelazo, P. D. (2003). Development of "hot" executive functions, the children's gambling task. *Brain and cognition*, 55, 148-157.
- Kiehl, K. A., Bates, A. T., Laurens, K. R., Hare, R. D. & Liddle, P. F. (2006). Brain potentials implicate temporal lobe abnormalities in criminal psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology*, 115 (3), 443-453.
- Kiehl, K. A., Hare, R. D., Liddle, P. F., & McDonald, J. J. (1999a). Reduced P300 responses in criminal psychopaths during a visual oddball task. *Biol.Psychiatry*, 45, 1498-1507.
- Kiehl, K. A., Hare, R. D., McDonald, J. J. & Brink, J. (1999b). Semantic and affective processing in psychopaths: an event-related potential (ERP) study. *Psychophysiology*, 36, 765-774.
- Kiehl, K. A., Laurens, K. R., Bates, A. T. & Liddle, P. F. (2006) Psychopathy and semantic processing: An examination of the N400. *Personality and Individual Differences*, 40, 293-304.
- Kiehl, K. A., Smith, A. M., Hare, R. D. & Liddle, P. F. (2000). An event-related potential investigation of response inhibition in schizophrenia and psychopathy. *Biol.Psychiatry*, 48, 210-221.
- Kikyo, H., Ohki K. & Miyashita Y., (2002). Neural correlates for-felling-of-Knowing: an fMRI parametric analysis, *Neuron*.36, 177-186.
- Lapierre, D., Braun, S. H. & Hodgins, S. (1995). Ventral Frontal Deficits in psychopathy: Neuropsychological test findings. *Neuropsychologia*, 33 (2), 139-155.
- Maril, A., Simons, J. S., Mitchell, J. P., Schwartz, B.L. & Shacter, D. L. (2003). Feeling of Knowing in episodic memory: an event-related fMRI study. *Neuroimage*, 18, 827-836.
- Mitchell, D. G. V., Colledge, E., Leonard, A. & Blair R. J. R. (2002). Risky decisions and response reversal: is there evidence of orbitofrontal cortex dysfunction in psychopathic individuals? *Neuropsychologia*, 40, 2013-2022.
- Ostrosky-Solís, F., Gómez, M. E., Ardila, A., Rosselli, M., Pineda, D., y Matute, E. (2003). Neuropsi Atención y Memoria. Manual, Perfiles y Material. México, American Bookstore.
- Palomo, T., Kostrzewa, R. M, Beninger R. J. & Archer T. (2007). Genetic variation and shared biological susceptibility underlying comorbidity in neuropsychiatry. *Neurotoxicity Research*, 12, 29-42.
- Raine, A. (1993). *The psychopathology of crime: Criminal behavior as a clinical disorder*. San Diego: Academic Press.
- Raine, A., Buchsbaum, M. & Lacasse, L. (1997). Brain Abnormalities in Murderers indicated by Positron Emission Tomography. *Biol Psychiatry*, 42, 495-508.

- Raine, A., Dodge, K., Loeber, R., Gatzke-Kopp, L., Lynam, D., Reynolds, C., ... Liu, J. (2006). The reactive proactive aggression questionnaire: differential correlates of reactive and proactive aggression in adolescent boys. *Aggressive Behavior, 32*, 159-171.
- Raine, A., Lencz, T., Bihrlé, S., LaCasse, L. & Colletti, P. (2000) Reduced Prefrontal Gray Matter Volume and Reduced Autonomic Activity in Antisocial Personality Disorder. *Arch Gen Psychiatry, 16*, 119-127.
- Raine, A., Meloy, J. R., Bihrlé, S., Soddard, J., LaCasse, L. & Buchsbaum, M., S. (1998a). Reduced prefrontal and increased subcortical brain functioning assessed using Positron Emission Tomography in predatory and affective murderers. *Behavioral sciences and the law, 16*, 319-332.
- Raine, A., Stoddard, J., Bihrlé, S. & Buchsbaum, M. (1998). Prefrontal Glucose Deficits in Murderers Lacking Psychosocial Deprivation. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology, 11*, (1), 1-7.
- Raine, A. & Yang, Y. (2006). Neural foundations to moral reasoning and antisocial behavior. *SCAN, 1*, 203-213.
- Rolls, E.,T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and cognition, 55* (1), 11-29.
- Stuss, D. T. & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychology Research, 63* (3), 289-298.
- Yang, Y., Raine, A., Lencz, T., Bihrlé, S., LaCasse, L. & Colletti, P. (2005). Volume reduction in prefrontal gray matter in unsuccessful criminal psychopaths. *Biological Psychiatry, 57*, 1103-1108.

## **Efecto de la Portación de Alelos de Riesgo de MAO-A y DRD4 Sobre Mediciones de Agresión**

César Romero, Feggy Ostrosky<sup>1</sup> & Beatriz Camarena<sup>2</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz"

### **Resumen**

Entre los diversos factores asociados con la predisposición a la conducta violenta se encuentra la portación de alelos de riesgo. Para investigar el efecto de dos alelos de riesgo (baja actividad de MAO-A y 7 repeticiones DRD4) sobre mediciones de agresión, se evaluaron mediante escalas psicológicas a 60 hombres sanos. Los resultados indicaron que tanto el efecto principal de cada uno de los alelos de riesgo, como su interacción impactan sobre mediciones de hostilidad, enojo, impulsividad, empatía y rasgos antisociales de psicopatía. Se concluye que es necesario investigar el efecto de estos alelos sobre la estructura y función cerebrales, además estos alelos aparentemente confieren riesgo para el desarrollo de conductas violentas.

*Palabras clave:* Agresión, DRD4, Epistasis, Impulsividad, MAO-A., Violencia.

## **Effect of Risk Alleles MAO-A and DRD4 on Aggression Measures**

### **Abstract**

Among the factors associated with the predisposition to violent behavior is the bearing of risk alleles. To investigate the effect of two risk alleles (low activity of MAO-A and 7 repeat DRD4) 60 healthy men were assessed on psychological scales of aggression. The results indicated that both the main effect of each of the risk alleles, and their interaction impact on measures of hostility, anger, impulsivity, empathy and antisocial traits of psychopathy. We conclude that it is necessary to investigate the effect of these alleles on brain structure and function; these alleles apparently also confer risk for the development of violent behavior.

*Keywords:* Aggression, DRD4, Epistasis, Impulsivity, MAO-A, Violence.

Original recibido / Original received: 16/12/2011      Aceptado / Accepted : 31/03/2012

---

<sup>1</sup> Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

**Agradecimiento** Proyecto financiado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal 422.01 PICDS08-19.

Actualmente ha habido avances importantes en el campo de la genética de la agresión y la violencia, se sabe que la contribución genética a la conducta es importante, se ha propuesto que los factores genéticos explican entre el 40% y el 50% de la varianza de los rasgos asociados al trastorno antisocial incluyendo la violencia (Rhee & Waldman, 2002).

Epidemiológicamente se han asociado polimorfismos de riesgo para el desarrollo de conductas violentas en el gen de la monoamin oxidasa-A (MAO-A) y en el gen de los receptores de dopamina D4 (DRD4).

La MAO es una enzima que cataliza monoaminas en el cerebro y en tejidos periféricos. Se conocen dos tipos de MAO que se han denominado MAO-A y MAO-B. La forma A tiene afinidad por la serotonina (5HT), norepinefrina (NE), dopamina (DA) y la clorgilina, la forma B tiene mayor afinidad por la feniletilamina, benzilamina y el deprenil, ambas formas están localizadas en el cerebro en la parte externa de la membrana de la mitocondria. Los genes de ambas formas de MAO se cree que provienen del mismo gen ancestral, ambos están localizados en el cromosoma X (Xp11.23) y cuentan con 15 exones con idéntica organización intrón-exón. En humanos y roedores MAO-A está presente antes que MAO-B, los niveles de MAO-A son mayores en la etapa prenatal y posnatal que en la adultez, mientras que los niveles de MAO-B incrementan con la edad, este incremento de MAO-B se debe a la proliferación de células gliales donde se localiza predominantemente (Shih, Chen & Ridd, 1999). La preferencia que tiene MAO-A por 5HT y NE se descubrió en ratones knockout para MAO-A, y no para MAO-B, los cuales presentaron mayores niveles de serotonina y norepinefrina en el cerebro comparados con ratones control, además presentaron mayores niveles de conducta agresiva (Cases et al., 1995).

En humanos se ha descrito una mutación en el gen de la MAO-A (Xp11.23-11.4) que introduce un codón de terminación e identificado en una familia con predisposición a la violencia de tipo impulsivo (Brunner, Nelen, Breakefield, Ropers & van Oost, 1993). Dicha mutación es rara, sin embargo se ha localizado otro polimorfismo funcional del tipo VNTR o número variable de repeticiones en tándem, localizado en la región promotora del gen de la MAO-A (MAO-A-uVNTR) y caracterizado por una repetición de la secuencia de 30 pares de bases que impacta en la eficiencia de la transcripción del gen in Vitro; la actividad transcripcional mostró ser mayor en los portadores de los alelos de 3.5 o 4 repeticiones (alelos MAOA-H) y menor en los portadores de 2, 3 o 5 repeticiones (alelos MAOA-L) (Sabol, Hu & Hamer, 1998).

Los estudios llevados a cabo en humanos acerca del efecto de la variación genética de MAO-A sobre mediciones de agresión impulsiva han arrojado resultados contradictorios. Los resultados que destacan son los que se refieren al papel moderador del genotipo MAO-A en la relación abuso infantil-violencia. Caspi et al. (2002) reportaron una interacción significativa genXambiente que mostró que los sujetos que recibieron maltrato infantil y eran portadores de la variante MAOA-L tenían una mayor probabilidad de desarrollar conducta antisocial en la edad adulta, siendo más fuerte el efecto en los hombres. En este mismo sentido, en otro estudio se reportó una interacción significativa géneroXgenotipoXmaltrato sobre el puntaje de agresión física, esto es, los hombres portadores del alelo de baja

actividad de MAO-A con eventos traumáticos en la niñez presentaron mayores puntajes de agresión física (Frazzetto et al., 2007). Por otro lado, en un estudio cuyo objetivo fue replicar lo propuesto por Caspi y colaboradores, se reportó que el maltrato en la adolescencia fue un factor de riesgo para el desarrollo de problemas conductuales como rasgos antisociales y violencia, sin embargo, se observó que las variantes de la MAO-A no mostraron asociación ni interacción con el maltrato como un factor de riesgo para el desarrollo de conducta antisocial (Huizinga et al., 2006). En otro estudio se encontró que el genotipo MAO-A fue capaz de distinguir los hombres, tanto la pertenencia a pandillas como el uso de armas. El análisis de frecuencias de alelos reveló que entre los hombres miembros de pandillas y los usuarios de armas había mayor número de portadores del alelo de baja actividad de MAO-A (Beaver, DeLisi, Vaughn & Barnes, 2010).

En resumen, estos estudios demuestran consistentemente que factores como el género masculino y ser portador del alelo MAOA-L, en interacción con maltrato infantil, incrementan la susceptibilidad para el desarrollo de rasgos antisociales y de agresión física y violencia. Lo anterior va en la misma línea con lo reportado en un metanálisis en el cual se concluyó que la variación del genotipo MAO-A modera la relación entre maltrato en la niñez y la presencia de problemas mentales, p. e. trastorno antisocial, esto es, los hombres MAOA-L son los más vulnerables a los efectos de los eventos estresantes y son más proclives al desarrollo de rasgos antisociales en la adultez (Kim-Cohen et al., 2006).

La dopamina es un neurotransmisor del grupo de las monoaminas que regula funciones cerebrales como la actividad locomotora, la recompensa y la cognición. En algunos estudios se ha señalado un papel del sistema dopaminérgico en algunos rasgos característicos de la conducta agresiva como el enojo y la impulsividad. Se ha sugerido que la dopamina está relacionada al enojo y la delincuencia (en las formas agresivas y no agresivas), el metilfenidato reduce los ataques de ira, conductas antisociales como los robos, y episodios de agresión. El aripiprazol que es un agonista de la dopamina se ha relacionado con la reducción del enojo en el trastorno límite de la personalidad (Dmitrieva, Chen, Greenberger, Ogunseitán & Ding, 2010).

El receptor de dopamina D4 (DRD4) es una proteína G acoplada al receptor que se expresa principalmente en la corteza prefrontal, región que modula funciones como la orientación de la conducta, la categorización y el filtro de claves ambientales (Avale et al., 2004); además, se ha asociado a la reactividad del estriado ventral en relación al sistema de la recompensa (Dmitrieva et al., 2010).

Se ha identificado un polimorfismo VNTR en el gen DRD4, localizado en el tercer exón y caracterizado por una secuencia de 48 pares de bases que se pueden repetir de 2 a 11 veces. Se ha sugerido que los alelos cortos, constituidos por las variantes de 2 a 5 repeticiones presenta una función diferencial comparado con los alelos largos, que incluye a las variantes de 6 a 11 repeticiones (Lusher, Chandler & Ball, 2004; Vieyra, Moraga, Henríquez, Aboitiz & Rothhammer, 2003).

En particular, las diferencias funcionales del alelo de 7 repeticiones del DRD4 consisten en la reducción en la inhibición postsináptica, lo cual resulta en una mayor reactividad del estriado ventral en relación a la recompensa. Algunos estudios han demostrado que existe una relación entre el alelo de 7 repeticiones

del DRD4 y trastornos neuropsiquiátricos como el TDAH, el rasgo de búsqueda de la novedad y el abuso de sustancias (Vieyra et al., 2003), con delincuencia en la adolescencia, temperamento explosivo y búsqueda del peligro en hombres comparados con mujeres (Dmitrieva et al., 2010), y con agresión física en pacientes con esquizofrenia (Fresán et al., 2007).

Un método interesante en el estudio de la contribución genética a la conducta, es el análisis del efecto de las interacciones entre distintos genes-epistasias- sobre una característica en particular, este modelo pretende probar el efecto de un conjunto de genes en el desarrollo de un fenotipo. A la fecha no se han reportado investigaciones sobre epistasias y conducta violenta, así como el efecto de estas interacciones sobre constructos asociados a la conducta violenta como la hostilidad, impulsividad, reactividad interpersonal y rasgos psicopáticos.

Se ha propuesto que el incremento en la impulsividad se relaciona con conductas agresivas, sin embargo, el incremento en niveles de hostilidad, enojo, la presencia de rasgos psicopáticos, sobre todo las tendencias antisociales, y la falta de empatía se consideran factores de riesgo para la violencia (Hare & Neuman, 2008; Kennealy, Skeem & Walters, 2010; Lovett & Sheffield, 2007; Oquendo et al., 2001; Romero & Ostrosky, 2010; Suter et al., 2002; Yang et al., 2010;).

El objetivo del presente estudio fue investigar la presencia de epistasias entre variantes genéticas de la MAO-A y DRD4 sobre mediciones de agresión, hostilidad, impulsividad, reactividad interpersonal, rasgos de psicopatía y enojo en una población sana.

## **Método**

### *Participantes*

Participaron 60 hombres adultos sanos, con edades entre 21 y 59 años (M=29.8, DE=7.8), con una escolaridad entre 12 y 18 años (M=15.4, DE=1.7).

Los participantes fueron reclutados de diversos lugares de la Cd. de México, firmaron un consentimiento informado y fueron entrevistados para descartar antecedentes psiquiátricos, neurológicos y de abuso de sustancias, posteriormente se aplicaron los cuestionarios y se obtuvieron las muestras bucales para obtener el ADN. Todas las evaluaciones se llevaron a cabo en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se les mencionó que todos los datos eran confidenciales y serían utilizados con fines de investigación.

### *Extracción de ADN y genotipificación*

A todos los participantes se les tomó una muestra de células bucales utilizando el Kit Genra Puregen Buccal Cell (Qiagen), para la obtención del ADN. El análisis del polimorfismo MAO-A-uVNTR fue realizado por el método de reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Las secuencias de los oligonucleótidos utilizados en este trabajo fueron, orientación sense: 5'-ACA GCC TGA CCG TGG AGA AG-3', orientación antisense: 5'-GAA CGG ACG ACG CTC

CAT TCG GA-3'. La reacción de PCR se realizó en un volumen final de 12.5 µl conteniendo 1.5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 200 µM de cada oligonucleótido, 0.2 µM de dNTPs (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 0.25 U de Go Taq Flexi de promega y 50 ng de ADN genómico. Después de 4 min. de desnaturalización a 95 °C, se realizaron 35 ciclos con las siguientes condiciones: 1 min. a 95°C, 1 min. a 62°C y 1 min. a 72°C. Se finalizó con un paso de 4 min. a 72°C. Los productos de PCR fueron analizados mediante electroforesis en geles de agarosa/Metaphor al 2.5% y visualizados con luz UV después de teñirlos con bromuro de etidio.

El análisis del polimorfismo DRD4 fue realizado por el método PCR. Las secuencias de los oligonucleótidos utilizados en este trabajo fueron, D4-3 (5'-GCG ACT ACG TGG TCT ACT CG-3') y D4-42 (5'AGG ACC CTC ATG GCC TTG-3'). La reacción de PCR se realizó en un volumen final de 12.5 µl conteniendo 2 mM de MgCl<sub>2</sub>, 200 µM de cada oligonucleótido, 0.2 µM de dNTPs (dATP, dCTP, dTTP) con 0.1 µM de dGTP y 0.1 µM de 7-deaza-GTP, 10% de DMSO, 0.5 U de DNA polimerasa y 120 ng de ADN genómico. Después de 3 min. de desnaturalización a 95°C, se realizaron 40 ciclos con las siguientes condiciones: 30 seg. min. a 95°C, 30 seg. a 54°C y 1 min. a 72°C. Se finalizó con un paso de 4 min. a 72°C. Los productos de PCR fueron analizados mediante electroforesis en geles de agarosa/ Metaphor al 2.2% y visualizados con luz UV después de teñirlos con bromuro de etidio. El tamaño de los alelos se determinó al comparar las bandas con una escalera de ADN de 50 pb.

Los sujetos fueron divididos de acuerdo a los genotipos de MAO-A (alta actividad vs. baja actividad) y DRD4 (no alelo 7 -no7R- vs. portadores de al menos un alelo de 7 repeticiones -7R-).

### *Instrumentos*

Cuestionario de agresión reactiva y proactiva RPQ (Raine et al., 2006) en su versión en español (Andreu, Peña & Ramírez, 2009). Es un instrumento utilizado para medir la agresión reactiva y proactiva está compuesto por 23 ítems distribuidos en 2 factores, agresión reactiva y agresión proactiva, con una consistencia interna global de .91. Los ítems son puntuados en una escala de frecuencia (0=nunca, 1=a veces, y 2=a menudo).

Inventario de hostilidad de Buss-Durkee BDHI (Buss & Durkee, 1957), en su versión en español (Oquendo et al., 2001). Es un instrumento formado por 75 ítems Verdadero/Falso, está compuesto por una puntuación total y 8 subescalas: violencia, hostilidad indirecta, irritabilidad, negativismo, resentimiento, celos, hostilidad verbal y culpabilidad. Tiene una consistencia interna global de .86.

Escala de impulsividad de Plutchik IP (Plutchik & Van Praag, 1989) en su versión en español (Páez et al., 1996). Mide la tendencia para involucrarse en conductas impulsivas, consta de 15 ítems contestados en una escala de frecuencia de 3 puntos. Se compone de 4 subescalas: autocontrol, planeación de las acciones, conductas fisiológicas y actuación espontánea. Tiene una consistencia interna global de .66.

Escala de enojo de Novaco (Novaco, 1994). Mide la inclinación general a tener reacciones de enojo, consiste de 2 partes. La parte A consiste de 48 ítems agrupados en 3 subescalas: cognitiva, activación y conductual. La parte B consiste en 25 ítems que describen situaciones que podrían inducir enojo, se agrupa en 5 subescalas de acuerdo a la naturaleza de la situación que desencadena el enojo: trato irrespetuoso, injusticia, frustración, rasgos molestos de los demás e irritación. Tiene una consistencia interna global de .97.

Índice de reactividad interpersonal IRI (Davis, 1980) en su versión en español (Pérez, de Paúl, Etxeberria, Montes & Torres, 2003). Es un instrumento que evalúa la empatía disposicional. Se compone de 28 ítems distribuidos en 4 factores: perspective taking, fantasy, empathic concern y personal distress. La consistencia interna de los factores oscila entre .70 y .78.

Escala de psicopatía de Levenson EPL (Levenson, Kiehl & Fitzpatrick, 1995). Mide los rasgos de psicopatía en población no institucionalizada, consta de 26 ítems distribuidos en 2 factores: psicopatía primaria y psicopatía secundaria con una consistencia interna de .82 y .63 respectivamente.

### *Análisis estadístico*

Para investigar los efectos principales y las interacciones se generaron modelos de ANOVA factorial mediante el modelo lineal general, se incluyeron los puntajes de las escalas como variables dependientes y los genotipos MAO-A (alta vs. baja) y DRD4 (no7R vs. 7R) como factores entre sujetos, se corrigió el nivel de significancia mediante el método de Bonferroni para comparaciones múltiples. Los datos se analizaron usando el paquete estadístico SPSS 17.

## **Resultados**

### *Distribución de alelos y genotipos*

Los alelos de MAO-A se distribuyeron en 68.3% de alta actividad y 31.7% de baja actividad, mientras que los genotipos de DRD4 se distribuyeron en 2/3 (1.7%), 2/4 (3.3%), 2/7 (1.7%), 3/4 (1.7%), 3/7 (1.7%), 4/4 (40%), 4/6 (3.3%), 4/7 (33.3%), 4/8 (1.7%), 6/6 (3.3%), 6/7 (1.7%), 7/7 (6.7%). En el análisis del polimorfismo del gen DRD4 se comparó entre los no7R (2/3, 2/4, 3/4, 4/4, 4/6, 4/8 y 6/6; 55%) contra los 7R (2/7, 3/7, 4/7, 6/7 y 7/7; 52.9%).

### *Efecto principal de MAO-A*

La variación genética de MAO-A tuvo efecto sobre mediciones de hostilidad, impulsividad, empatía y enojo, en el que los portadores del alelo de baja actividad

presentaron un incremento en el puntaje de la subescala de resentimiento del BDHI respecto a los portadores del alelo de alta actividad  $F(1, 53)=5.19, p=.027$ ; en el puntaje total de la escala de impulsividad de Plutchik  $F(1, 54)=4.29, p=.043$  y en la subescala de actuación espontánea de la misma escala  $F(1, 54)=4.71, p=.035$ . En la subescala de angustia personal del IRI  $F(1, 49)=5.59, p=.022$  y por último en el puntaje de duración del enojo del factor activación de la parte A del NAS  $F(1, 55)=4.22, p=.045$ .

#### *Efecto principal de DRD4*

Los sujetos portadores del alelo de 7 repeticiones tuvieron incrementos en los puntajes de mediciones de hostilidad, impulsividad, rasgos antisociales de la psicopatía y enojo. Específicamente estos incrementos se presentaron en la subescala de hostilidad verbal del BDHI  $F(1, 52)=4.85, p=.032$ , en la subescala de planeación de la escala de impulsividad de Plutchik  $F(1, 54)=4.22, p=.045$ , en los rasgos antisociales de psicopatía de la escala de Levenson  $F(1, 51)=6.22, p=.016$ , en el puntaje de expresión indirecta del enojo del factor conductual de la parte A del NAS  $F(1, 55)=8.98, p=.004$  y en el puntaje de frustración de la parte B del NAS  $F(1, 55)=4.69, p=.035$ .

El alelo de 7 repeticiones se expresó como un decremento en el puntaje de la subescala de preocupación empática del IRI  $F(1, 49)=5.76, p=.02$ .

#### *Epistasis*

Se encontró una interacción significativa entre ambos genes en el puntaje de angustia personal del IRI  $F(1, 49)=6.94, p=.011$ , esta interacción se expresó como un incremento significativo en este puntaje en los sujetos portadores de ambos alelos de riesgo el de 7 repeticiones de DRD4 y el de baja actividad de MAO-A (tabla 1 y figura 1).

Tabla 1

#### *Efecto de los alelos de riesgo sobre el puntaje de angustia personal del IRI*

MAO-A	DRD4	Media (D.E.)
ALTA	No7R	11.11 (3.93)
	7R	8.64 (2.99)
BAJA	No 7R	11 (4.02)
	7R	14.42 (4.96)

Efectos: MAO-A:  $F(1, 49)=5.59, p=.022$ ; DRD4:  $F(1, 49)=.1, p=.743$ ; MAO-AxDRD4:  $F(1, 49)=6.94, p=.011$ .

Figura 1. Portación de ambos alelos de riesgo y angustia personal

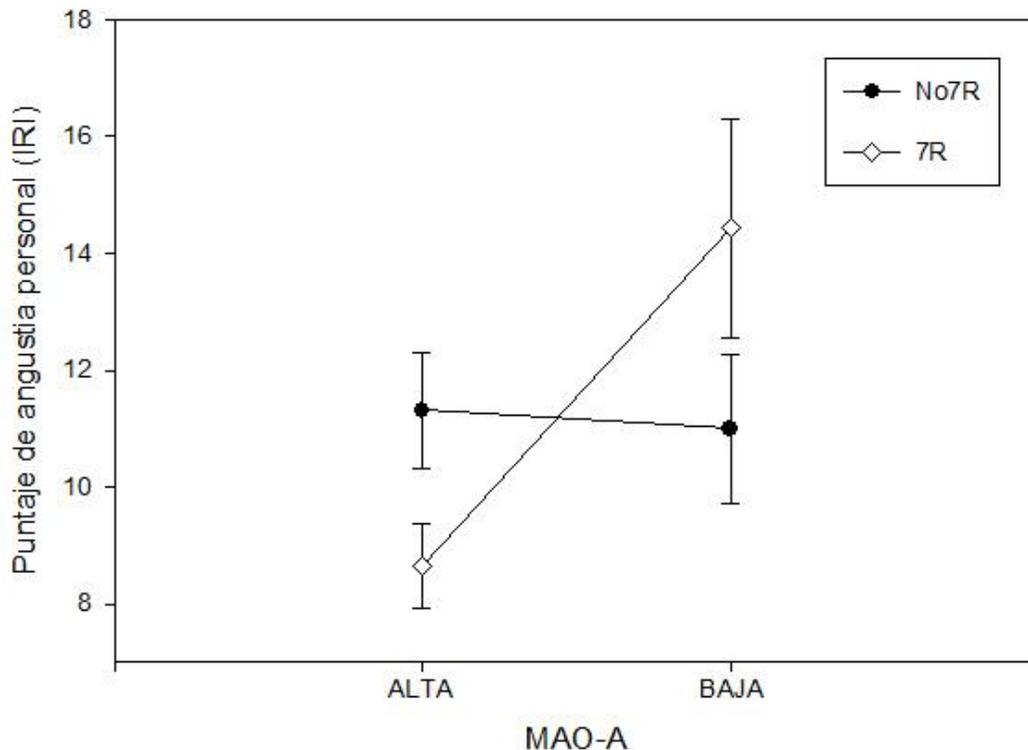


Figura 1. Efecto moderador del alelo de 7 repeticiones en la asociación MAO-A y angustia personal

## Discusión

Este estudio fue diseñado para investigar los efectos principales y las posibles interacciones entre 2 genes considerados de riesgo para el desarrollo de conductas violentas y de rasgos asociados a estas como hostilidad, impulsividad, empatía, psicopatía y enojo, el alelo de baja actividad de MAO-A y el alelo de 7 repeticiones del DRD4.

La variante de baja actividad transcripcional del gen de MAO-A se asocia a un incremento de rasgos hostiles, en particular el resentimiento, se considera que altos niveles de hostilidad preceden al desarrollo de conductas agresivas impulsivas (Oquendo et al., 2001), el resentimiento medido mediante el BDHI se refiere a la expresión de celos y odio hacia los demás, lo cual puede indicar que estos sujetos tienden a sentir estos afectos negativos. Esta variante de igual forma impactó sobre las mediciones de impulsividad, particularmente sobre la conducta reflexiva y descontrolada (Páez et al., 1996), Beaver et al. (2010) reportaron que los hombres con baja actividad de MAO-A presentan conductas antisociales con un componente impulsivo importante como las agresiones con armas. La baja actividad de MAO-A también tuvo un efecto sobre la duración del enojo

fisiológicamente hablando, esta hiperactivación fisiológica que de acuerdo a nuestros resultados presentaron los sujetos con baja actividad de MAO-A se asocia a la interpretación cognitiva de estímulos ambiguos que subjetivamente se etiquetan como estímulos que provocan enojo, a pesar de que el enojo no necesariamente resulta en conductas antisociales, se ha identificado que la intervención enfocada al manejo del enojo resulta en una disminución de episodios violentos (Suter et al., 2002).

Otro de los resultados indica que la baja actividad de MAO-A se expresó como un incremento en el puntaje de angustia personal del índice de reactividad interpersonal, esta subescala mide la tendencia de un sujeto a experimentar sentimientos de incomodidad al ser testigo de experiencias negativas en otras personas tales como situaciones emocionalmente tensas o estresantes como el rechazo social (Pérez et al., 2003), este resultado concuerda con los hallazgos más consistentes acerca de la vulnerabilidad que presentan los portadores del alelo de baja actividad (MAOA-L) que se expresa como una hipersensibilidad ante eventos adversos como el maltrato infantil que, de acuerdo a estos estudios, los pone más en riesgo de cometer conductas violentas de tipo impulsivo a manera de defensa, sin embargo, estas conductas son reacciones exageradas (Caspi et al., 2002; Frazzetto et al., 2007; Kim-Cohen et al., 2006).

Debido a que la MAO-A tiene un efecto en el cerebro resulta interesante tomar una perspectiva neurobiológica, en este sentido, la hiper-reatividad ante situaciones emocionalmente adversas se ha descrito en los portadores del alelo de baja actividad. En un estudio de resonancia magnética estructural (MRI) y funcional (fMRI) al realizar una tarea de activación emocional (caras de enojo y miedo) los sujetos con baja actividad de MAO-A presentaron una actividad incrementada en la amígdala y un decremento en el subgenuo, supragenuo – estas estructuras participan en la interpretación de situaciones emocionales negativas-, corteza cingulada ventral, corteza orbital lateral izquierda y corteza insular izquierda, además en una tarea de memoria emocional (codificación y evocación de información aversiva) estos sujetos mostraron mayor actividad de la amígdala izquierda y la formación hipocampal en la evocación del material por lo tanto se considera que un sistema compuesto por la corteza prefrontal (orbital), cíngulo, amígdala e hipocampo participa en la regulación emocional que sugiere las bases de los mecanismos neurales de la tendencia genética a la violencia impulsiva (Meyer-Lindenberg et al., 2006).

Se ha hipotetizado que el genotipo de baja actividad de MAO-A confiere hipersensibilidad al rechazo social lo cual podría resultar en una predisposición genética al desarrollo de rasgos agresivos. En un estudio de fMRI los hombres MAOA-L mostraron mayor nivel de agresión y de hipersensibilidad interpersonal así como un incremento en la actividad de la corteza cingulada anterior ante una condición de exclusión social, lo cual sugiere que la MAO-A y la agresión se relacionan mediante la hipersensibilidad socioemocional (Eisenberger, Way, Taylor, Welch & Liebermann, 2007), además se considera que la sensibilidad emocional es fundamental para la interacción social (Spinella, 2005).

El alelo de 7 repeticiones se asoció con mayores puntajes de hostilidad verbal, falta de planeación, psicopatía secundaria, expresión indirecta del enojo,

mayor disposición a la frustración; y con un menor puntaje de preocupación empática. Los resultados del incremento en el puntaje de dichas mediciones concuerdan con lo propuesto anteriormente acerca del papel de la dopamina en la regulación de conductas antisociales (Dmitrieva et al., 2010).

Los estudios cognitivos y de neuroimagen han demostrado que el alelo de 7 repeticiones se asocia con un pobre desempeño en tareas de inhibición conductual (Langley et al., 2004), con un efecto sobre el volumen de la corteza prefrontal la cual participa en el control inhibitorio (Durstun et al., 2005), y con una mayor reactividad del estriado ventral que se expresa en un fenotipo impulsivo (Forbes et al., 2009) nuestros resultados evidencian un incremento en los niveles de impulsividad, lo cual sugiere que aún en población sana este alelo produce un fenotipo impulsivo lo cual se ha reportado previamente en sujetos con TDAH y con abuso de sustancias (Vieyra et al., 2003). El incremento en la tendencia a la frustración, impulsividad y hostilidad presentado por los sujetos 7R sugiere que este alelo confiere riesgo al desarrollo de conductas agresivas impulsivas, estas conductas ocurren en presencia de provocaciones o la percepción subjetiva de amenazas, por definición son conductas no planeadas y defensivas en naturaleza y se asocian a enojo y frustración. Este tipo de agresión tiene su origen en las teorías de “frustración-agresión” y se define operacionalmente como la “agresión en respuesta a la provocación” (Nouvion, Cherek, Lane, Tcheremissine & Lieving, 2007). En este sentido se ha propuesto que los rasgos antisociales de la psicopatía predicen tanto la conducta violenta como la comisión de crímenes violentos (Kennealy et al., 2010; Romero & Ostrosky, 2010; Yang et al., 2010), los sujetos 7R presentaron mayores niveles de psicopatía secundaria que se caracteriza por altos niveles de impulsividad, lo cual los pone en riesgo de desarrollar conductas violentas.

En cuanto al decremento en el puntaje de preocupación empática que se refiere a la tendencia a experimentar sentimientos de compasión y preocupación hacia otros, se han reportado disfunciones prefrontales que correlacionan negativamente con mediciones de empatía en sujetos sanos (Spinella, 2005), lo anterior aunado al fenotipo impulsivo de los portadores del alelo de 7 repeticiones sugiere que este alelo confiere riesgo al desarrollo de conductas agresivo-impulsivas.

Un resultado interesante fue el de la interacción significativa de ambos genes sobre el puntaje de angustia personal lo cual sugiere que la variación genética de DRD4 modera la relación entre la baja actividad de MAO-A y la hipersensibilidad ante situaciones emocionalmente negativas, esto es, la baja actividad de MAO-A confiere hiperreactividad ante situaciones estresantes la cual se incrementa si un sujeto es portador de al menos un alelo de 7 repeticiones de DRD4.

Nuestros resultados sugieren que ambos genes producen un fenotipo caracterizado por el enojo, la hostilidad y la impulsividad que podrían conferir riesgo para el desarrollo de conductas violentas impulsivas (Hare & Neumann, 2008; Kennealy et al., 2010; Lovett & Sheffield, 2007; Oquendo et al., 2001; Romero & Ostrosky, 2010; Suter et al., 2002; Yang et al., 2010;). Es importante señalar que estos alelos de riesgo, considerando nuestros resultados, no

necesariamente se relacionan con episodios violentos, en futuras investigaciones es necesaria la medición de estos episodios para poder establecer una relación entre el incremento en el enojo, hostilidad e impulsividad y la comisión de conductas violentas.

Estos resultados son interesantes, ya que, abren la posibilidad de investigar endofenotipos que sean más cercanos a los efectos fisiológicos de la variación genética, tales como el desempeño neuropsicológico o el volumen y activación cerebrales, y de esta manera explorar si existe relación entre las mediciones conductuales medidas mediante escalas y los endofenotipos. Consideramos que la investigación de endofenotipos permitiría aclarar el efecto diferencial de ambos genes, esto es, ambos genes tuvieron efecto sobre distintos componentes de los constructos y esto tal vez se deba a la expresión que cada gen tiene sobre el volumen o la función cerebrales.

Un aspecto importante de esta investigación es el estudio de las interacciones entre genes, ya que, se ha propuesto que la función de un gen puede modificar la actividad fenotípica de otro gen, en futuras investigaciones, sería interesante estudiar si existe epistasis entre estos genes y otros que se han asociado a la conducta violenta, así como con otros que aunque no se asocien con violencia tengan algún efecto sobre la actividad de MAO-A y dopamina.

En conclusión podemos sugerir que variaciones genéticas de MAO-A y DRD4 tiene un efecto sobre mediciones relacionadas a la conducta violenta, expresadas como un efecto principal y como la interacción entre los alelos de riesgo que incrementan la reactividad ante situaciones estresantes lo cual se considera un factor de riesgo para el desarrollo de conductas violentas.

## Referencias

- Andreu, J., Peña, E. y Ramírez, J. (2009). Cuestionario de agresión reactiva y proactiva: un instrumento de medida de la agresión en adolescentes. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica, 14*, 1, 37-49.
- Avale, M., Falzone, T., Gelman, D., Low, M., Grandy, D. & Rubinstein, M. (2004). The dopamine D4 receptor is essential for hyperactivity and impaired behavioral inhibition in a mouse model of attention deficit/hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry, 1*, 718-726.
- Beaver, K., DeLisi, M., Vaughn, M. & Barnes, J. (2010). Monoamine oxidase A genotype is associated with gang membership and weapon use. *Comprehensive Psychiatry, 51*, 130-134.
- Brunner, H., Nelen, M., Breakefield, X., Ropers, H. & van Oost, B. (1993). Abnormal behavior associated with a point mutation in the structural gene for monoamine oxidase A. *Science, 262*, 5133, 578-580.
- Buss, A. & Durkee, A. (1957). An inventory for assessing different kin, DS of hostility. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 21*, 343-349.
- Cases, O., Seif, I., Grimsby, J., Gaspar, P., Chen, K., Pournin, S., ... De Maeyer, E. (1995). Aggressive behavior and altered amounts of brain serotonin and norepinephrine in mice lacking MAOA. *Science, 268*, 5218, 1763-1766.

- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T., Mill, J., Martin, J., Craig, I., ... Poulton, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297, 851-854.
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *Catalog of Selected Documents in Psychology*, 10, (85), 1-17.
- Dmitrieva, J., Chen, C., Greenberger, E., Ogunseitan, O. & Ding, Y. (2010). Gender-specific expression of the DRD4 gene on adolescent delinquency, anger and thrill seeking. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, (1), 82-89.
- Durston, S., Fossella, J., Casey, B., Hulshoff, H., Galvan, A., Schnack, H., ... van Engeland H. (2005). Differential effects of DRD4 and DAT1 genotype on fronto-striatal gray matter volumes in a sample of subjects with attention deficit hyperactivity disorder, their unaffected siblings, and controls. *Molecular Psychiatry*, 10, 678-685.
- Eisenberger, N., Way, B., Taylor, S., Welch, W. & Lieberman, M. (2007). Understanding genetic risk for aggression: Clues from the brain's response to social exclusion. *Biological Psychiatry*, 61, 1100-1108.
- Forbes, E., Brown, S., Kimak, M., Ferrell, R., Manuck, S. & Hariri, A. (2009). Genetic variation in components of dopamine neurotransmission impacts ventral striatal reactivity associated with impulsivity. *Molecular Psychiatry*, 14 (1), 60-70.
- Frazzetto, G., Di Lorenzo, G., Carola, V., Proietti, L., Sokolowska, E., Siracusano, A., ... Troisi, A. (2007). Early trauma and increased risk for physical aggression during adulthood: the moderating role of MAOA genotype. *PLoS ONE*, 2 (5). 1-6.
- Fresán, A., Camarena, B., Apiquian, R., Aguilar, A., Urraca, N. & Nicolini, H. (2007). Association study of MAOA and DRD4 genes in schizophrenic patients with aggressive behavior. *Neuropsychobiology*, 55, 171-175.
- Hare, R. & Neuman, C. (2008). Psychopathy as a clinical and empirical construct. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4, 217-246.
- Huizinga, D., Haberstick, B., Smolen, A., Menard, S., Young, S., Corley, R., ... Hewitt, J. (2006). Childhood maltreatment, subsequent antisocial behavior, and the role of monoamine oxidase A genotype. *Biological Psychiatry*, 60, 677-683.
- Kennealy, P., Skeem, J. & Walters, G. (2010). Do core interpersonal and affective traits of PCL-R psychopathy interact with antisocial behavior and disinhibition to predict violence?. *Psychological Assessment*, 22 (3), 569-580.
- Kim-Cohen, J., Caspi, A., Taylor, A., Williams, B., Newcombe, R., Craig, I. & Moffitt, T. (2006). MAOA, maltreatment, and gene-environment interaction predicting children's mental health: new evidence and a meta-analysis. *Molecular Psychiatry*, 11, 903-913.
- Langley, K., Marshall, L., van den Bree, M., Thomas, H., Owen, M., O'Donovan, M. & Thapar, A. (2004). Association of the dopamine D4 receptor gene 7-repeat allele with neuropsychological test performance of children with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 161, (1), 133-138.

- Levenson, M., Kiehl, K. & Fitzpatrick, C. (1995). Assessing psychopathic attributes in a noninstitutionalized population. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, (1), 151-158.
- Lovett, B. & Sheffield, R. (2007). Affective empathy deficits in aggressive children and adolescents: a critical review. *Clinical Psychology Review*, 27, 1-13.
- Lusher, J., Chandler, C. & Ball, D. (2004). Alcohol dependence and the alcohol Stroop paradigm: Evidence and issues. *Drug and Alcohol Dependence*, 75, (3), 225-231.
- Meyer-Lindenberg, A., Buckholtz, J., Kolachana, B., Hariri, A., Pezawas, L., Blasi, G., ... Weinberger, D. (2006). Neural mechanisms of genetic risk for impulsivity and violence in humans. *PNAS*, 103 (16), 6269-6274.
- Nouvion, S., Cherek, D., Lane, S., Tcheremissine, O. & Lieving, L. (2007). Human proactive aggression: association with personality disorders and psychopathy. *Aggressive Behavior*, 33, 552-562.
- Novaco, R. (1994). Anger as a risk factor for violence among the mentally disordered. En J. Monohan & H. Steadman (Eds.), *Violence and mental disorder* (pp. 21-59). Chicago: University of Chicago Press.
- Oquendo, M., Graver, R., Baca-García, E., Morales, M., Montalván V. & Mann, J. (2001). Spanish adaptation of the Buss-Durkee Hostility Inventory (BDHI). *The European Journal of Psychiatry*, 15 (2), 101-112.
- Páez, F., Jiménez, A., López, A., Ariza, R., Paulo, J., Ortega, H. & Nicolini, H. (1996). Estudio de validez de la traducción al castellano de la Escala de Impulsividad de Plutchik. *Salud Mental*, 19 (3), 10-12.
- Pérez, A., de Paúl, J., Etxeberria, J., Montes, M. y Torres, E. (2003). Adaptación de Interpersonal Reactivity Index (IRI) al español. *Psicothema*, 15 (2), 267-272.
- Plutchik, R & Van Praag, H. (1989). The measurement of suicidality, aggressivity and impulsivity. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 13, 23-34.
- Raine, A., Dodge, K., Loeber, R., Gatzke-Kopp, L., Lynam, D., Reynolds, C., ... Liu, J. (2006). The reactive/proactive aggression questionnaire: differential correlates of reactive and proactive aggression in adolescent boys. *Aggressive Behavior*, 32, 159-171.
- Rhee, S. H. & Waldman, I. D. (2002). Genetic and environmental influences on antisocial behaviour: Meta-analysis of twin and adoption studies. *Psychology Bulletin*, 128, 633-645.
- Romero, C. y Ostrosky, F. (2010). Efecto de las cogniciones implícitas y la psicopatía sobre la comisión de crímenes violentos. Manuscrito no publicado. Laboratorio de Neuropsicología y Psicofisiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- Sabol, S., Hu, S. & Hamer, D. (1998). A functional polymorphism in the monoamine oxidase A gene promoter. *Human Genetics*, 103 (3), 273-279.
- Shih, J., Chen, K. & Ridd, M. (1999). Monoamine oxidase: From Genes to Behavior. *Annual Review of Neuroscience*, 22, 197-217.
- Spinella, M. (2005). Prefrontal substrates of empathy: psychometric evidence in a community sample. *Biological Psychology*, 70, 175-181.

- Suter, J., Byrne, M., Byrne, S., Howells, K. & Day, A. (2002). Anger in prisoners; women are different from men. *Personality and Individual Differences*, 32, 1087-1100.
- Vieyra, G., Moraga, M., Henríquez, H., Aboitiz, F. & Rothhammer, F. (2003). Distribution of DRD4 and DAT1 alleles from dopaminergic system in a mixed Chilean population. *Revista Médica de Chile*, 131, 135-143.
- Yang, M., Wong, S. & Coid, J. (2010). The efficacy of violence prediction: a meta-analytic comparison of nine risk assessment tools. *Psychological Bulletin*, 136 (5), 740-767.

## Flexibilidad Cognitiva después de un Traumatismo Craneoencefálico

Maura Jazmín Ramírez Flores & Feggy Ostrosky<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

La flexibilidad cognitiva es la capacidad para realizar cambios entre diferentes desplegados de respuestas, ya sea de pensamientos o de acciones, en dependencia de las demandas de la situación. Al ser un proceso crucial de las funciones ejecutivas, puede ser extremadamente susceptible a daño, como en el caso del traumatismo craneoencefálico (TCE). El propósito del estudio fue evaluar el desempeño en tareas de flexibilidad cognitiva de un grupo de pacientes con TCE. Fueron evaluados 25 pacientes con TCE (Moderado=10; edad M=34.60; Severo= 15; edad: M=29.73), pareados con un grupo Control sano. Se aplicaron 4 pruebas de flexibilidad cognitiva: Fluidez verbal (verbos), Clasificación Semántica (animales), la Torre de Hanoi y la Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST). El análisis con ANOVA de una vía mostró que el grupo con TCE-Severo tuvo un desempeño menor en todas las tareas, seguido del TCE-Moderado. En general requirieron mayor tiempo para realizar las tareas, cometieron más errores perseverativos y tuvieron dificultades al cambiar de un set cognitivo a otro, esto evidencia su pobre flexibilidad cognitiva. Los hallazgos del estudio permitirán la elección de tareas de evaluación apropiadas para los pacientes con TCE, a su vez ayudará en la generación de programas de intervención cognitiva y conductual.

*Palabras Clave:* Traumatismo craneoencefálico, Flexibilidad Cognitiva, Fluidez verbal, Clasificación Semántica, WCST.

## Cognitive Flexibility after Traumatic Brain Injury

### Abstract

Cognitive flexibility is the ability to make changes between different responses, either of thought or action, depending on the demands of the situation. Like a crucial process of executive functions, can be extremely susceptible to damage as in the case of traumatic brain injury (TBI). Approximated a third of the population have a secondary brain damage due to TBI. The purpose of this study was to evaluate the performance on tasks of cognitive flexibility in a group of patients with TBI. Were evaluated 25 patients with TBI, 10 Moderate-TBI (age M = 34.60; education: M=14.70) and 15 with Severe-TBI (age: M= 29.73; education: M=13.88) matched with a healthy control group by age, sex, and education. Were applied 4 tests of cognitive flexibility: Verbal Fluency (verbs), Semantic Classification (animals), the Tower of Hanoi (3 and 4 desks) and the Wisconsin Card Sorting Test (WCST), that are included in the Battery of Executive Functions and Frontal Lobes. Analysis with one-way ANOVA to compare the three groups showed that the Severe-TBI group had a lower performance on all tasks, mainly in semantic classification and WCST, followed by TCE-Moderate, this last group had a similar performance to control group for this reason few significant statistical differences were found. Overall patients required more time to perform the tasks, made more perseverative errors and had difficulty in shifting between cognitive set, making that their performance significantly decrease, also this is evidence of a poor cognitive flexibility. In conclusion the severity of TBI are related with a poor performance on executive functions, negatively influencing in learning, to generate new strategies to solve a problem, in divided attention and the capacity to process new information. The study findings will allow the selection of appropriate assessment tasks for patients with TBI and influence on the generation of cognitive and behavioral intervention.

*Key Words:* Traumatic brain injury, Cognitive flexibility, Verbal fluency, Semantic classification, WCST.  
Original recibido / Original received: 16/12/2011      Aceptado / Accepted: 31/03/2012

<sup>1</sup>Correspondencia: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma, México D.F. 11900. Correo: feggy@servidor.unam.mx Fax: (+525) 5251-76-56.

Las funciones ejecutivas (FE) se consideran como aquellos procesos involucrados en el control consciente del pensamiento y de la acción (Luria, 1966; Mangels, Craik, Levine, Schwartz & Stuss, 2002), así los procesos ejecutivos son aquellos que permiten modular la operación de otros procesos y que son responsables de coordinar la actividad mental de manera pueda conseguirse un objetivo determinado (Smith & Kosslyn, 2008). Las FE dependen de varios circuitos neuronales siendo la corteza prefrontal el circuito central. Las FE nucleares son la flexibilidad cognitiva, la inhibición (autocontrol y autorregulación) y la memoria de trabajo (Miyake et al., 2000), las FE más complejas incluyen la solución de problemas, razonamiento y planeación (Diamond & Lee, 2011). Otros autores hacen otra distinción de las FE e incluyen: programar la actividad motora, abstracción, regulación verbal del comportamiento, reorientar la conducta de acuerdo a las consecuencias, adecuar la conducta a las normas sociales, diferenciar el reforzamiento, integración temporal de la conducta, integridad de la personalidad y la metacognición.

Una característica importante de las funciones ejecutivas es la flexibilidad mental o cognitiva, ser flexible requiere de que tengamos la habilidad para cambiar entre un set de respuestas diferentes ya sea de pensamientos o de acciones en dependencia de las demandas de la situación (Anderson, 2002; Monsell, 2003), ser flexible cognitivamente permite aprender de los errores, generar estrategias alternativas, dividir la atención y procesar la información actual (Anderson, 2002).

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se refiere a aquella lesión sufrida por el cráneo y/o encéfalo cuando éste choca con un objeto, lo cual provoca fuerzas de impacto (golpe-contragolpe) que pueden provocar fracturas, hemorragia, hematomas, laceraciones, entre otras. Además de los efectos secundarios como es la cascada excitotóxica. Lo anterior provoca secuelas físicas y cognitivas, las cuales pueden tener consecuencias a corto o a largo plazo. Es frecuente que los pacientes tengan afectación en las FE, debido a que las zonas corticales que sustentan estos procesos son los más susceptibles a daño.

En un estudio realizado por León-Carrión et al. (1998) en el cual evaluaron a 35 personas con TCE (13 pacientes que no necesitan cirugía y 22 con tratamiento neurológico) por medio de la prueba Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) y la Torre de Hanoi/Sevilla, encontraron que en el TCE severo se altera la ejecución en las tareas de Funciones Ejecutivas, debido a las secuelas patofisiológicas del traumatismo, a pesar de que los pacientes fueron sometidos a cirugía la ejecución no mejora. Asimismo sugieren que la Torre de Hanoi/Sevilla es una muy buena herramienta para evaluar las Funciones Ejecutivas en el TCE.

En el contexto de evaluar el plan de acción en la resolución de tareas, Shum et al. (2009) realizaron un estudio en 33 pacientes (edad= 32.52 años; escolaridad= 12.42 años) con TCE de moderado a severo, pareados por edad y escolaridad con un grupo control sano, durante la resolución de la prueba de la Torre de Londres con 4 fichas. Los resultados señalan que los pacientes tuvieron un menor desempeño en la tarea pero sólo se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en la puntuación compleja. Otros estudios no encontraron diferencias significativas entre el desempeño de los pacientes con TCE y controles cuando se

usa la torre de Londres con 3 fichas, por lo que los autores sugieren que esto se debe a la escasa complejidad de la tarea, por lo que es más recomendable utilizar la torre con 4 fichas para obtener datos confiables de la ejecución.

Por su parte, Lombardi et al. (1999) también utilizaron la prueba WCST para evaluar a pacientes con TCE. Reportan una relación inversa entre las respuestas perseverativas y el metabolismo en la corteza prefrontal dorsolateral derecha y en el núcleo caudado, en el hemisferio izquierdo. Concluyendo que esta zona de la corteza es crítica para desempeñar las tareas evaluadas con el WCST. En un estudio realizado por Levine et al. (2005), en el cual emplearon la prueba Gambling Task (prueba de juego) en 71 pacientes con TCE de leve a severo, encontrando que la prueba de juego era sensible al TCE pero no al nivel de severidad o para cuantificar la fase crónica de la atrofia. A pesar de encontrar daños mayores en pacientes con lesiones frontales, estos no eran exclusivos de esta área cerebral. Asimismo se reportó una correlación modesta con tareas de memoria de trabajo y de funciones ejecutivas.

El propósito del presente estudio es comparar la ejecución de pacientes con TCE y determinar la presencia de alteraciones en la flexibilidad mental mediante una serie de pruebas neuropsicológicas.

## Método

### *Participantes*

Se evaluaron a 25 pacientes con TCE, 10 con una lesión Moderada (edad: 34.60; escolaridad: 14.70; evolución: 25 meses; hombres=6; mujeres=4) y 15 con una lesión Severa (edad: 29.73; escolaridad: 13.88; evolución: 24 meses; hombres=12; mujeres=3), pareados con un grupo Control, que no tuviera presencia de alteraciones neurológicas o psiquiátricas, por edad, escolaridad y sexo, los datos demográficos pueden observarse en la tabla 1. De los pacientes el 64% su TCE fue debido a un accidente automovilístico (fue el conductor o copiloto), el 16% por un asalto, el 12% por una caída y el 8% debido a un atropellamiento.

Tabla 1  
*Datos demográficos de los pacientes con TCE y el grupo Control*

Grupo	Edad		Escolaridad		Sexo		Meses de Evolución		Días en coma	
	Media	D.E.	Media	D.E.	H	M	Media	D.E.	Media	D.E.
Control (n=25)	30.8	8.9	14.4	3.2	17	8	---	---	---	---
Moderado (n=10)	34.6	14.6	14.7	2.6	6	4	25.1	41.9	1.8	2.7
Severo (n=15)	29.7	5.6	13.3	3.5	12	3	24.0	22.7	27.0	28.1
TCE	31.6	10.2	13.8	3.2	18	7	24.4	30.9	16.9	24.9

### *Instrumentos*

La capacidad de flexibilidad cognitiva fue evaluada con pruebas de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST), Clasificación Semántica de Animales, Fluidez Verbal (Verbos) y la Torre de Hanoi (3 y 4 fichas), que están incluidas en la Batería de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (Flores, Ostrosky-Solís & Lozano, 2008a).

La WCST se ha utilizado ampliamente para valorar el funcionamiento cognitivo, debido a que permite evaluar el razonamiento abstracto y la capacidad para cambiar las estrategias cognitivas, en respuesta a contingencias ambientales cambiantes (Lezak, 1995; Periañez & Barceló, 2001), además permite evaluar la capacidad para mantener una conducta en relación a reforzamiento positivo, la capacidad para generar hipótesis de clasificación, así como la capacidad para inhibir una respuesta equivocada y evitar la tendencia a utilizarla de forma repetitiva (flexibilidad mental) (Flores, Ostrosky-Solís & Lozano, 2008b). La prueba consiste en 64 cartas que tienen una serie de figuras, con las cuales se deben hacer agrupaciones de acuerdo a tres criterios de clasificación (color, forma, número) los cuales van cambiando conforme avanza la tarea. Se califica de acuerdo al número de aciertos (categorías bien realizadas), errores (una clasificación incorrecta), perseveraciones (comisión del mismo error de clasificación), perseveraciones diferidas (realizar una clasificación errónea cometida en ensayos anteriores), errores de mantenimiento (después de por lo menos tres aciertos consecutivos se comete un error).

La clasificación semántica de animales (CSA) permite evaluar la capacidad de abstracción por medio de la generación de categorías abstractas (tipo de categorías), así como la capacidad de "productividad", por medio del número de categorías producidas y el número de elementos contenidos en cada una de ellas (Flores et al., 2008b). La calificación incluye el número de categorías (concretas, funcionales o abstractas), el total y el promedio de elementos mencionados, y el puntaje total (sumatoria del nivel de categorías abstractas, funcionales y concretas).

La fluidez verbal es una tarea ampliamente empleada para la evaluación de las FE, en particular la generación de verbos permite evaluar la capacidad para acceder al sistema lexical y a la memoria semántica, ser capaz de elegir entre las diferentes opciones de producción, además de la capacidad para realizar cambios en la generación de las palabras. Para obtener la calificación se tienen en cuenta los aciertos (verbos correctos), las perseveraciones (elementos repetidos) y las intrusiones (elementos que no sean verbos).

La Torre de Hanoi (TOH) permite evaluar la capacidad de planeación secuencial, la cual requiere de realizar diversos pasos intermedios en una secuencia (que en ocasiones contiene pasos contra-intuitivos: aparentemente aleja del objetivo planteado porque va en sentido inverso) para llegar a una meta final (Flores et al., 2008b). Se registran el número de movimientos, el tiempo requerido para concluir la tarea, y los errores cometidos ya sean por mover dos fichas a la vez o por poner una ficha pequeña debajo de una grande.

## Resultados

El análisis estadístico con la prueba de ANOVA, teniendo un nivel de significancia  $\leq .05$ , por subprueba comparando el nivel de severidad, reveló diferencias en: Formación de categorías el total de categorías producidas  $F(2,50)=6.784$ ,  $p=.003$ , el promedio de animales mencionados  $F(2,50)=6.767$ ,  $p=.001$ , y la puntuación total  $F(2,50)=5.250$ ,  $p=.009$ ; Clasificación de Cartas de Wisconsin en los Aciertos  $F(2,50)=3.930$ ,  $p=.027$ , los Errores cometidos  $F(2,50)=6.707$ ,  $p=.015$ , Perseveraciones en la elección de cartas  $F(2,50)=5.013$ ,  $p=.011$ , en la Perseveración del Criterio de elección  $F(2,50)=6.070$ ,  $p=.005$ , y en el Tiempo de ejecución  $F(2,50)=5.308$ ,  $p=.008$ ; en el Total de Verbos generados  $F(2,50)=6.195$ ,  $p=.004$ ; en la Torre de Hanoi con 3 Fichas en el Tiempo de ejecución  $F(2,50)=9.049$ ,  $p=.001$ , así como en el número de Movimientos necesarios para solucionar esta tarea con 4 Fichas  $F(2,50)=3.730$ ,  $p=.032$  y el Tiempo invertido en la solución  $F(2,50)=9.030$ ,  $p=.001$ . Los resultados de las pruebas pueden observarse en la tabla 2 y las figuras 1, 2 y 3.

Tabla 2

Resultados del análisis estadístico con ANOVA de las tareas que evalúan flexibilidad cognitiva, se compararon los grupos de TCE (moderado y severo) con el grupo Control

Subpruebas	Control		Moderado		Severo		F	p	Dif
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.			
<b>Wisconsin Card Sorting Test</b>									
· aciertos	46.84	6.43	44.40	11.48	37.29	14.31	3.930	0.027	<b>C vs S</b>
· errores	11.12	4.37	8.00	2.40	7.79	3.21	4.607	0.015	<b>C vs S</b>
· perseveraciones	2.76	2.26	5.60	7.04	9.36	9.73	5.013	0.011	<b>C vs S</b>
· perseveraciones de criterio	2.80	2.29	5.10	4.77	6.93	4.55	6.070	0.005	<b>C vs S</b>
· tiempo	316.28	77.21	335.00	32.36	422.93	109.11	5.308	0.008	<b>C vs S</b>
· errores de mantenimiento	0.48	0.87	0.70	0.82	0.57	0.76	0.256	0.775	
<b>Clasificación Semántica</b>									
<b>Promedio de animales</b>									
· concretos	3.87	4.26	1.20	1.87	2.12	2.40	2.377	0.107	
· funcionales	5.33	4.35	4.33	2.30	3.20	2.58	1.547	0.226	
· abstractos	5.60	1.99	4.80	2.17	4.29	0.98	2.592	0.086	
· total de categorías	9.42	2.08	7.90	2.28	6.73	2.46	6.784	0.003	<b>C vs S</b>
· promedio animales	6.16	1.59	5.26	1.61	4.28	1.07	7.767	0.001	<b>C vs S</b>
· puntaje total	22.42	5.79	19.30	7.73	15.60	6.42	5.250	0.009	<b>C vs S</b>
· concretas	2.07	3.24	1.00	1.33	1.47	1.73	0.643	0.532	
· funcionales	2.27	2.12	2.10	1.29	1.67	1.91	0.406	0.669	
· abstractas	5.54	2.57	4.70	3.40	3.73	2.87	1.882	0.164	
<b>Fluidez Verbal de Verbos</b>									
· total	21.54	6.45	15.70	5.93	14.53	7.09	6.195	0.004	<b>C vs S</b>
· perseveraciones	0.79	0.93	1.10	1.60	1.27	1.71	0.606	0.550	
· intrusiones	0.04	0.20	0.00	0.00	0.40	1.12	1.787	0.179	
<b>Torre de Hanoi 3 Fichas</b>									
· movimientos	11.29	4.15	9.22	3.03	14.15	9.68	1.855	0.169	
· errores	0.07	0.26	0.33	0.50	0.62	0.96	2.546	0.093	
· tiempo	42.63	34.07	33.44	20.19	102.15	68.69	9.049	0.001	<b>S vs M-C</b>
<b>Torre de Hanoi 4 Fichas</b>									
· movimientos	25.79	12.42	24.67	9.92	39.27	20.80	3.730	0.032	<b>C vs S</b>
· Errores	0.33	0.49	1.11	2.62	2.36	4.97	1.376	0.267	
· tiempo	82.17	63.36	77.78	75.64	222.00	153.19	9.030	0.001	<b>S vs M-C</b>

Figura 1. Desempeño en la prueba de Clasificación de Animales en pacientes con TCE.

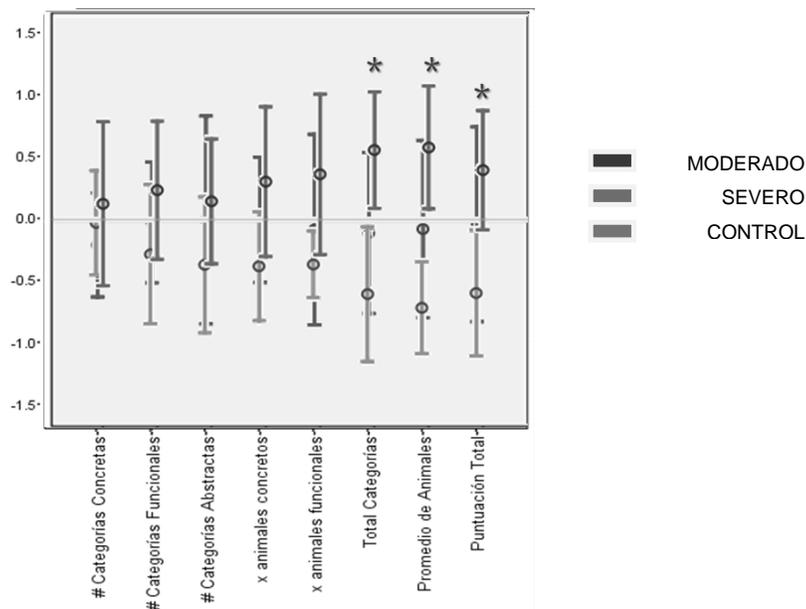


Figura 1. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Clasificación Semántica de Animales, con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas.

Figura 2. Desempeño en la prueba de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) en pacientes con TCE.

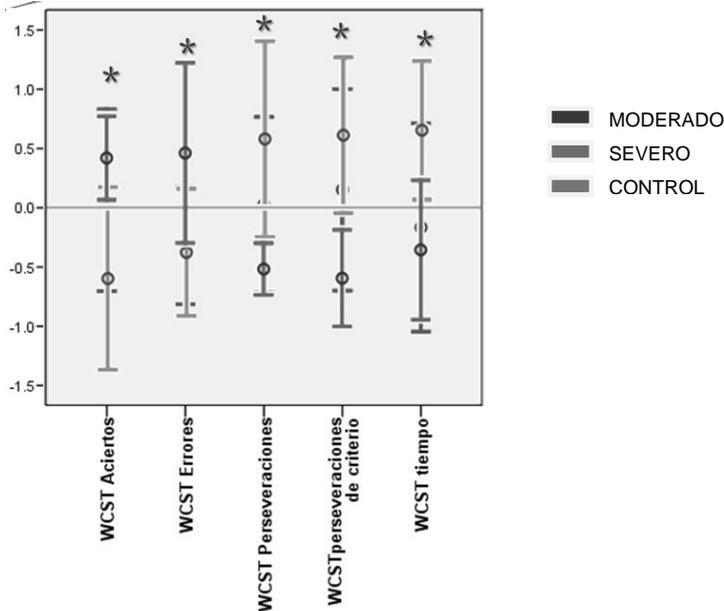


Figura 2. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST), con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas

Figura 3. Desempeño en la prueba de Fluidez de Verbos en pacientes con TCE.

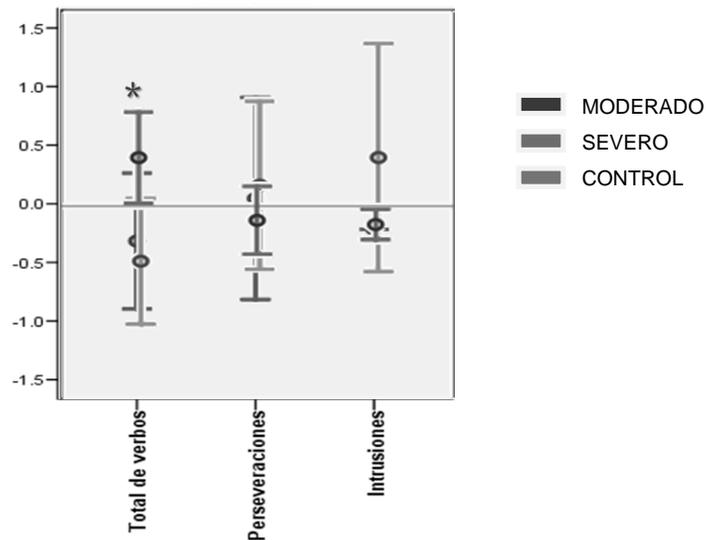


Figura 3. Se muestran las puntuaciones Z obtenidas en los subcomponentes de la prueba de Fluidez Verbal (Verbos), con asterisco se señalan las diferencias estadísticas significativas

## Discusión

La flexibilidad cognitiva es un proceso relevante para el aprendizaje y la regulación del pensamiento y la acción, cuando este proceso está alterado puede provocar deficiencias en los otros procesos cognoscitivos así como en las actividades de la vida diaria. En el presente estudio se encontró que el grupo con TCE Severo, en general, realizó un menor número de aciertos, cometió más errores y tardó más tiempo en concluir las actividades, lo cual es un indicio de su pobre flexibilidad cognitiva.

En la WCST los pacientes generaron menos categorías, lo que es evidencia de la falta de adherencia a un patrón específico, ya que las clasificaciones se basan en las características específicas (p.e. el número de lados, los pares e impares), por lo que cometieron errores perseverativos, de mantenimiento y de criterio; esto a su vez hizo que aumentara el tiempo de ejecución al no encontrar el patrón de clasificación asignado. Estos resultados concuerdan con los anteriormente reportados por León-Carrión et al. (1998).

En la TOH se encontró que los pacientes, principalmente los severos, tienen una pobre capacidad de modificar su curso de acción conforme avanza la tarea, invirtiendo más tiempo y movimientos en su solución. Lo anterior concuerda con Goel, Pullara & Grafman (2001) y Miyake et al., (2000) quienes mencionan que para solucionar esta tarea se debe recurrir a la configuración del objeto actual, el cual guía al siguiente movimiento. Asimismo los datos apoyan las

observaciones de Shum et al. (2009), quienes indicaron que la Torre de Hanoi con 4 fichas es más sensible al daño después del TCE.

En la Fluidez semántica tuvieron disminución en la generación de verbos, presentaron mayores problemas en el cambio de set cognitivo, ya que podían permanecer en una sola categoría de la acción, por ejemplo en actividades realizadas en el hogar (barrer, cocinar, limpiar, etc.), o en actividades deportivas (correr, saltar, caminar, etc.). Datos similares fueron reportados por McWilliams y Schmitter-Edgecombe (2008) quienes señalan que los pacientes se centran más en las características físicas de los elementos, dificultando el acceso al concepto, más que ser un problema en la memoria semántica.

Los resultados obtenidos por el presente estudio permitirán la elección de tareas de evaluación apropiadas para los pacientes con TCE, a su vez ayudará en la generación de programas de intervención cognitiva y conductual para apoyar a los pacientes con su reinserción en las actividades sociales, académicas y laborales.

## Referencias

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section C, Child Neuropsychology*, 8 (2), 71–82.
- Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions Shown to Aid Executive Function Development in Children 4 to 12 Years Old. *Science*, 333, 6045, 959-964.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008a). Batería de funciones frontales y ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8,1, 141-158.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008b). *Batería de funciones frontales y ejecutivas*. México; Manual Moderno.
- Goel, V., Pullara, S.D. & Grafman, J. (2001). A computational model of frontal lobe dysfunction: Working memory and the Tower of Hanoi task. *Cognitive Sciences*, 25, 287–313.
- León-Carrión, J., Alarcón, J.C., Revuelta, M., Murillo-Cabezas, F., Domínguez-Roldán, J. M., Domínguez-Morales, M. R. ... Forastero, P. (1998). Executive functioning as outcome in patients after traumatic brain injury. *International Journal of Neuroscience*, 4,75-83.
- Levine, B., Black, S.E., Cheung, G., Campbell, A., O'Toole, C. & Schwartz, M. L. (2005). Gambling task performance in traumatic brain injury. Relationships to injury severity, atrophy, lesion location, and cognitive and psychosocial outcome. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 18 (1), 45-54.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Lombardi, W. J., Andreason, P. J., Sirocco, K. Y., Rio, D. E., Gross, R. E., Umhau, J. C. & Hommer, D. W. (1999). Wisconsin Card Sorting Test performance following head injury: dorsolateral fronto-striatal circuit activity predicts

- perseveration. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2 1(1), 2-16.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Mangels, J. A., Craik, F. I., Levine, B., Schwartz, M. L. & Stuss, D. T. (2002). Effects of divided attention on episodic memory in chronic TBI: a function of severity and strategy. *Neuropsychologia*, 40 (13), 2369-2385.
- McWilliams, J. & Schmitter-Edgecombe, M. (2008). Semantic memory organization during the early stage of recovery from traumatic brain injury. *Brain Injury*, 22, 243-253
- Miyake A., Friedman N. P., Emerson M. J., Witzki A. H., Howerter A. & Wager T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49-100.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends Cogn. Sci.* 7, 134–140
- Periáñez, J. A. & Barceló F. (2001). Adaptación Madrid del test de clasificación de cartas de Wisconsin: un estudio comparativo de consistencia interna. *Rev Neurol*, 33 (8), 1-8.
- Shum, D., Gill, H., Banks, M., Maujean, A., Griffin, J. & Ward, H. (2009). Planning Ability following Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: Performance on a 4-disk Version of the Tower of London. *Brain Impairment*, 10 (3), 320-324.
- Smith, E. E. & Kosslyn, S. M. (2008). *Procesos cognitivos: modelos y bases neuronales*. España, Prentice Hall.

## Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas en Transexuales

Gabriela Orozco Calderón & Feggy Ostrosky Shejet<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Una persona transexual se define como aquella que presenta una incongruencia entre el fenotipo físico y la identidad de género. Existen transexuales nacidos hombres pero con identidad de género de mujer. Se ha propuesto que uno de los orígenes de esta condición radica en los efectos que las hormonas esteroides sexuales tienen sobre el desarrollo cerebral a nivel prenatal y es posible que afecten las funciones cognitivas como las funciones ejecutivas. El objetivo fue evaluar funciones ejecutivas en transexuales hombre a mujer. Con la batería de lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas, se encontró que las Transexuales tuvieron una menor ejecución comparadas con los hombres en los puntajes totales de funciones ejecutivas y en los totales de corteza prefrontal orbitomedial. En las subpruebas de inhibición (Stroop) y Toma de decisiones (Juego de cartas del IOWA) las transexuales obtuvieron menores puntajes que los hombres y las mujeres. Estos resultados apoyan las evidencias que indican que las TH-M presentan una ejecución cognitiva lejana a su sexo de nacimiento y se propone un perfil cognitivo en las TH-M diferente al de los hombres y las mujeres.

*Palabras claves:* Transexualidad, Funciones ejecutivas, Lóbulos frontales, Corteza prefrontal, Perfil cognitivo.

## Frontal Lobes and Executive Functions in Transsexuals

### Abstract

Transsexualism is characterized by the development of a gender identity that is at variance with morphology of genitals and secondary sex characteristics.

The origin of the transsexualism is not very clear, although some biological indicators as the prenatal androgenization seems to be one of the causes that predispose to the development of the sexual identity, as well as the cerebral anatomical differences between transsexuals and non transsexuals. Mental functions including executive functions are susceptible to be affected by sexual steroids hormones during development. The aim was to evaluate the cognitive profile in male to female transsexuals (M-FT) in absence of hormonal treatment with estrogens. With the battery of Frontal lobes and Executive Functions, transsexuals had a smaller execution compared with the men in the totals of executive functions and the totals of orbitomedial prefrontal cortex. In the sub-tests of inhibition (Stroop) and Decision making (letter Game of the IOWA) group transsexual had minor's scores than men and women. These results support the evidences that they indicate that the transsexuals display a distant mental execution to their sex of birth. We propose a cognitive profile in our transsexual group different from men and the women sets out.

*Key Words:* Transsexual, Executive functions, Frontal lobes, Prefrontal cortex, Cognitive profile.

Original recibido / Original received: 16/12/2011

Aceptado / Accepted: 31/03/2012

<sup>1</sup>Correspondencia: Dra. Feggy Ostrosky Shejet Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rivera de Cupia 110-71, Lomas de Reforma México D.F. 11900. México, D.F. Fax: (+525) 5251-76-56. Email: feggy@servidor.unam.mx

Las personas que se reconocen a sí mismas en un género diferente al que les fuera asignado al nacer son denominadas transexuales. Esta condición es presentada desde la infancia temprana. Es acompañada de la adquisición de un nombre propio femenino y de rasgos expresivos asociados la feminidad (en el arreglo personal); además de modificaciones corporales por medio de la administración de hormonas y/o implantes de siliconas, y/o cirugía de reasignación de sexo (American Psychiatric Association, [APA], 2005). Esto es, un transexual nace hombre con sus órganos sexuales y gametos sexuales XY pero se percibe como una mujer (a esto se llama transexual H-M, TH-M) teniendo identidad de género femenino aunque sus caracteres sexuales son de hombre y lo contrario ocurre en los transexuales mujer-hombre (transexual M-H, TM-H). (APA, 2005).

Durante muchos años las teorías psicosociales tuvieron un peso muy fuerte para explicar las condiciones sexuales de los seres humanos. Estas explicaciones incluyen factores no cuantificables y subjetivos como en el caso del psicoanálisis, condiciones de entrenamiento y aprendizaje del medio social y familiar, además de familias disfuncionales. Actualmente estas explicaciones han sido superadas con estudios de neurobiología y psicobiología. Siendo esta aproximación la que ha sugerido las explicaciones más viables para la transexualidad. Las propuestas van desde factores externos como el estrés, hasta niveles genéticos, pasando por alteraciones en las concentraciones de hormonas sexuales durante el desarrollo prenatal y un desarrollo anormal de estructuras cerebrales (Camperio-Ciani, Corna & Capiluppi, 2004; Chung, De Vries & Swaab, 2002; Gómez-Gil et al., 2011; Kruijver et al., 2000; Zhou, Hofman, Gooren & Swaab 1995).

Desde el campo de la genética, los estudios de gemelos y familias con condición transexual no son muy abundantes y describen que en algunos casos de gemelos homocigóticos se presenta discordancia y en otros concordancia, en dado caso de que se presente concordancia es más común en TH-M que en TM-H (Seagal, 2007). Las hormonas sexuales pueden estar relacionadas con el desarrollo de la transexualidad ya que se han encontrado diferencias referentes al polimorfismo genético de receptores a esteroides y andrógenos en personas transexuales. Lo que proponen genera señales más pequeñas de testosterona, provocando una reducción de la acción y efectos de la hormona sexual masculina sobre el desarrollo fetal, dando como resultado que la testosterona sea menos efectiva durante la masculinización del desarrollo cerebral y posiblemente este hecho contribuye a la identidad de mujer en TH-M. (Hare et al., 2009; Henningson et al., 2005).

La evidencia histológica indica que de la cama del núcleo de la estría terminal y el núcleo sexualmente dimorfo del hipotálamo asociadas con conducta sexual en mamíferos se encuentran feminizadas en TH-M (Kruijver et al., 2000; Zhou et al., 1995) y en estudios de neuroimagen se nota una feminización del putamen (Luders et al., 2009), de la forma del cuerpo calloso (Yokota, Kawamura & Kameya, 2005) y una masculinización incompleta del fascículo longitudinal superior, el cíngulo y el tracto corticoespinal (Rametti et al., 2010). Además, la activación cerebral ante estímulos eróticos visuales en TH-M previo al tratamiento hormonal presenta un patrón de activación feminizado en tálamo, amígdala y las corteza insular y orbitofrontal (Gisewski et al., 2009). Además la exposición a

olores de esteroides provocan un patrón de activación hipotálamico en TH-M que difiere de su sexo biológico (Berlung, Lindström, Dhejne-Helmy & Savic, 2008). Todos estos hallazgos son previos al tratamiento hormonal feminizante.

Como puede notarse estas evidencias apuntan a las propuestas que indican que el cerebro transexual puede ser una condición de desarrollo cerebral prenatal; aunque recientemente Savic y Arver (2011) han propuesto la condición transexual no solo es una consecuencia de una diferenciación cerebral prenatal atípica sino también sufre alteraciones a nivel de microestructura cerebral como consecuencia de los años de pensamientos repetitivos, fantasías y preocupaciones debidas a la imagen corporal lo que ocasiona cambios plásticos en algunas estructuras cerebrales asociadas con la percepción corporal.

### *Lóbulos frontales y funciones ejecutivas*

El sustrato cerebral responsable de las funciones ejecutivas es la corteza prefrontal (CPF). La CPF se localiza en el polo anterior del Lóbulo Frontal y es responsable del control último de la cognición, la conducta y la actividad emocional. Se divide anatómicamente y funcionalmente en 3 regiones: dorsolateral, orbitofrontal y frontomedial. Cada una de estas regiones presenta una organización funcional particular (Fuster, 2002). A nivel funcional la corteza dorsolateral (CPF DL) esta relacionada con procesos cognitivos complejos, como son las Funciones ejecutivas y la Memoria de Trabajo. La Corteza Orbitofrontal (COF), participa en la regulación de las emociones y de las conductas afectivas y sociales, así como en la toma de decisiones basadas en estados afectivos y procesamiento de la información asociada con la recompensa (Damasio, 1998). Por último, la Corteza Fronto-Medial (CFM), se encarga de varios procesos como la inhibición, la detección y solución de conflictos, así como la regulación y el esfuerzo atencional (Fuster, 2002).

El constructo funciones ejecutivas se refiere a los procesos cognitivos implicados en el control consciente de las conductas y los pensamientos. Algunos de sus componentes son la memoria de trabajo, atención, concentración, selectividad de estímulos, capacidad de abstracción, planeación, flexibilidad conceptual y autocontrol (Gómez & Ostrosky, 2006; Ostrosky, Gómez & Pineda, 2007). Witelson, (1991) indica que la corteza prefrontal, la corteza del cíngulo anterior, áreas del circuito límbico-hipocámpico como el fornix, área septal, amígdala, hipotálamo, tálamo, corteza entorrinal e hipocampo son estructuras sensibles de verse afectadas durante el desarrollo prenatal. Y pueden ser las responsables de encontrar un deterioro o disminución en la ejecución de tareas cognitivas de las personas expuestas a niveles anormales de hormonas durante la gestación. En este sentido, las variaciones hormonales durante el desarrollo prenatal y postnatal pueden ejercer un efecto sobre los aspectos cognoscitivos. Las evidencias referentes a las influencias prenatales de hormonas en humanos son producto de los llamados “experimentos de la naturaleza” en los que los niveles atípicos de hormonas sexuales prenatales se asocian a la asimetría funcional cerebral y alteraciones en habilidades cognitivas. Algunos ejemplos

serían los casos que tiene que ver con la hiper e hipo producción de andrógenos. La hiperplasia adrenal congénita (HAC) es una alteración que conduce a una producción y exposición excesiva de andrógenos de origen adrenal durante el desarrollo prenatal. Mujeres que la padecen tienen un incremento en la preferencia manual zurda y en las habilidades espaciales (Resnick, Berembaum, Gottesman & Bouchard, 1986), y un decremento en las tareas verbales (Helleday, Bartfai, Ritzen & Forsman, 1994).

Las evidencias del área cognitiva en transexuales han arrojado resultados controversiales y en su mayoría buscan conocer los efectos de la terapia de reasignación de sexo por medio de hormonas sexuales. En estos estudios se observan dos tendencias en TH-M, la primera favoreciendo su ejecución en tareas que hacen mejor las mujeres. Y la segunda los estudios de cognición que indican que la ejecución los transexuales ocupan una posición entre los hombres y mujeres (Cohen-Kettenis, van Goozen, Doorn & Gooren, 1998; Miles, Green & Hines, 2006; Miles, Green & Sanders, 1998; Slabbekoorn, Goozen, Megens, Gooren & Cohen-Kettenis, 1999; Van Goozen, Slabbekoorn, Gooren, Sanders & Cohen-Kettenis, 2002). Se puede notar que los estudios en población transexual son nulos en tareas cognitivas que impliquen a los lóbulos frontales y las funciones ejecutivas. Adicionalmente, hasta el momento solo han sido estudiados aspectos separados de los procesos cognitivos. Surge entonces la necesidad de realizar una evaluación mas completa por medio de baterías que puedan perfilar las funciones ejecutivas en personas TH-M, tempranos y sin tratamiento hormonal y compararlo con hombres y mujeres.

## **Método**

### *Participantes*

Un total de 43 participantes voluntarios. El grupo experimental estuvo conformado por 13 personas con condición transexual hombre a mujer tempranos, sin ningún tratamiento hormonal y sin ninguna cirugía de reasignación de sexo. El grupo control estuvo conformado por hombres ( $n=16$ ) y mujeres ( $n=16$ ) heterosexuales pareados en edad y escolaridad con el grupo experimental. Todos los participantes tenían una visión normal o corregida mediante lentes, lateralidad diestra, y no manifestaron antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas. A todos se les pidió firmaran una carta de consentimiento en la que se indicaba su participaron voluntaria en el estudio.

### *Instrumentos*

Batería de Funciones ejecutivas y Lóbulos Frontales, BANFE (Flores, Ostrosky & Lozano, 2011). Evalúa la funcionalidad frontal orbital, dorsolateral y anterior, de ambos hemisferios cerebrales. Cuenta con datos normativos en población mexicana de acuerdo a edad y escolaridad (de 6 a 80 años edad y 4-25

años de escolaridad). Se obtiene un perfil por áreas, un total normalizado por áreas y un índice total normalizado (media de 100 y desviación estándar de 15). Permite clasificar la ejecución del sujeto en: normal alto (116 en adelante), normal (85-115), alteraciones leves a moderadas (70-84), y alteraciones severas (menos de 69). Cuenta con un perfil de ejecución en el cual se puede observar gráficamente el resumen de las puntuaciones normalizadas correspondientes a cada subpruebas (Flores & Ostrosky, 2008). Las subpruebas que integran la batería fueron seleccionadas y divididas bajo el criterio anátomo-funcional, evalúan funciones de la corteza orbito-medial, corteza dorsolateral y corteza prefrontal anterior. Las pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la corteza orbitofrontal (COF) y corteza prefrontal dorsomedial (CPFM) son: Stroop, Cartas de Iowa y Laberintos. Las pruebas que evalúan funciones que dependen de la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL): Señalamiento autodirigido, Memoria de trabajo visoespacial secuencial, Memoria de trabajo verbal, ordenamiento, Clasificación de cartas, Laberintos, Torre de Hanoi, Resta consecutiva y Generación de verbos. Las pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la corteza prefrontal anterior CPFA son: Generación de clasificaciones semánticas, Comprensión y selección de refranes y Curva de metamemoria.

### *Procedimiento*

La primera etapa consistió en la entrevista y evaluación médica realizada por un psiquiatra de la clínica de Identidad de Género del Departamento de Psiquiatría y Salud Mental de la Facultad de Medicina de la UNAM, siguiendo los criterios de la Asociación americana de Psiquiatría (APA, 2005). Las personas que cumplieron con los criterios de transexualidad fueron escogidas para la muestra y canalizadas para el estudio psicológico. La segunda etapa se llevo a cabo en el laboratorio de Neuropsicología y Psicofisiología de la Facultad de Psicología de la UNAM. Se realizó una entrevista que contiene datos personales y observaciones neurológicas y/o psiquiátricas. Y la aplicación de la BANFE. Todas las aplicaciones se llevaron a cabo en un cubículo sono-amortiguado entre las 8 y las 20 hrs. Cada sujeto fue informado acerca de lo que trataba el estudio y se les pidió firmaran una carta de consentimiento dando su aprobación para participar.

### *Análisis estadístico*

La base de datos se realizó en el programa de paquetería SPSS versión 15. La información fue verificada por una persona externa a la investigación. Las variables sociodemográficas se sometieron a análisis estadísticos para obtener las variables descriptivas, así como un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía para ver diferencias entre los grupos. Los puntajes obtenidos en las pruebas neuropsicológicas se sometieron a un ANOVA de una vía y las pruebas pos-hoc de Bonferroni y Games-Howell. Se aceptaron los datos con una  $p < 0.05$ .

## Resultados

En las características descriptivas de la muestra, no se encontraron diferencias significativas en la edad y en la escolaridad entre los grupos controles y los experimentales. La media de edad para el grupo TH-M fue de 28.2 (+/-8.7), para los hombres fue de 28.8 (+/-8.1) y para las mujeres 30.9 (+/-9.6). El promedio de escolaridad en el grupo TH-M fue de 14.6 (+/-2.9), para los hombres fue de 14.5 (+/-2.4) y para las mujeres 14.4 (+/-2.5).

La tabla 1 muestra las medias, desviaciones estándar y diferencias entre grupos encontrada en los totales de la prueba. Específicamente, en el total de la región orbitomedial  $F(2,51)=3,958$ ,  $p=.027$  las diferencias fueron entre el grupo TH-M ( $X=86.8$ ,  $DE=20.2$ ) el cual tuvo puntajes inferiores a los hombres ( $X=104.6$ ,  $DE=12.6$ ). Este mismo efecto se observó en el total de funciones ejecutivas  $F(2,51)=4,265$ ,  $p=.021$  entre TH-M ( $x=89.1$ ,  $DE= 16.1$ ) y hombres ( $x=105.8$ ,  $DE=18.2$ ).

Tabla 1

*Medias, desviaciones estándar y diferencias entre grupos en los puntajes totales del BANFE*

	TH-M		Hombres		Mujeres		Anova		
	M	DE	M	DE	M	DE	F	p	
ROM	86.8	20.2	104.6	12.6	96.3	14.9	4.26	.02	*0.00
RDL	90.1	15.6	105	18.7	100.3	16.6	3.09	.06	
RA	101.9	12	99.3	16.3	103.2	14	.26	.76	
TFE	89.1	16.1	105.8	18.2	100.3	15.6	3.95	.02	*0.02

Nota: TH-M. Transexuales hombre a mujer; M. media; DE. Desviación estándar; ROM. Región orbitomedial; RDL. Región dorsolateral; RA. Región anterior. TFE. Total de funciones ejecutivas

Al hacer el análisis por subpruebas se encontraron diferencias significativas (tabla 2) en la región Dorsolateral en los aciertos de la tarea Resta 100-7  $F(2,40)=6,165$ ,  $p=.005$ , aquí las TH-M ejecutaron mejor ( $x=13.5$ ,  $DE=.61$ ) que las mujeres ( $x=11.4$ ,  $DE=2.6$ )

Tabla 2  
Medias, desviaciones estándar y diferencias entre grupos en las subpruebas de la región dorsolateral del BANFE

	TH-M		Hombres		Mujeres		Anova		
	M	DE	M	DE	M	DE	F	p	
<i>Señalamiento autodirigido</i>									
Aciertos	21.2	2.3	22	3.5	21.3	2	.33	.71	
Perseveraciones	1.7	1.3	1.6	2.4	1.6	1.6	.00	.99	
Tiempo	126.1	43.6	84.6	63.5	85.9	52.9	3.0	.05	
<i>Ordenamiento alfabético</i>									
Ensayo 1	1.8	1.0	1.6	.50	1.3	.50	1.5	.22	
Ensayo 2	2.1	1.6	3.1	1.0	3.0	1.1	2.9	.06	
Ensayo 3	2.1	1.5	3.0	1.1	3.0	1.7	2.1	.13	
<i>Resta 100-7</i>									
Aciertos	13.5	.61	12.3	1.2	11.4	2.6	6.1	.00	*.00
Tiempo	39.7	18.9	42	18	36.3	14.4	.35	.70	
<i>Resta 40-3</i>									
Aciertos	12.7	2.2	11.9	3.4	10.9	3.7	.72	.49	
Tiempo	91	36	94.3	60	75	31.8	1.2	.31	
<i>Suma consecutiva</i>									
Aciertos	19.8	.78	24.5	8.8	21	9.8	1.6	.21	
Tiempo	45.5	14.8	49.4	14	45.6	15	.32	.72	
<i>Memoria visoespacial</i>									
Puntaje	2.6	1.2	3.0	.64	3.0	1.1	.86	.42	
Perseveraciones	.06	.2	.0	.0	.0	.0	.75	.47	
errores	.24	.56	1.6	2.5	.85	1.5	2.5	.09	

En la región anterior y orbitomedial las diferencias encontradas fueron en las subpruebas Stroop y Juego de cartas (tabla 3). En Stroop  $F(2,40)=5,686$ ,  $p=.007$  los TH-M tuvieron menor puntaje ( $x=80.8$ ,  $DE=2.4$ ) comparadas con los hombres ( $x=82.8$ ,  $DE=1.1$ ) y las mujeres ( $x=82.7$ ,  $DE=1.6$ ). En el juego de cartas  $F(2,40) = 10.534 = p=.000$  el grupo TH-M acumularon mayor número de puntos ( $x=27$ ,  $DE=11.5$ ) comparadas con los hombres ( $x=37.4$ ,  $DE=17.7$ ) y mujeres ( $x=33$ ,  $DE=15.5$ ),  $F(2,40)=8,140$ ,  $p=.001$ . Las TH-M también acumularon un mayor número de castigos  $F(2,40)=10.534$ ,  $p=.000$  comparado con los controles.

Tabla 3  
Medias, desviaciones estándar y diferencias entre grupos en las subpruebas de la región orbitomedial del BANFE

	TH-M		Hombres		Mujeres		Anova	
	M	DE	M	DE	M	DE	F	p
<i>Categorías abstractas</i>								
Total	4.4	2.1	4.2	2.7	4.8	2.1	.22	.79
<i>Refranes</i>								
Tiempo	71.7	36.3	85.6	44.8	93.9	41.1	1.7	.18
Aciertos	3.9	.52	3.6	.71	3.9	.66	.93	.40
<i>Metamemoria</i>								
Errores -	1.6	1.6	1.4	1.1	2.0	1.8	.90	.41
Errores +	1.6	1.5	1.9	1.8	1.8	1.9	.29	.74
<i>Stroop A</i>								
Errores	1.6	2	.46	.6	.69	.9	2.2	.11
Tiempo	103	30.4	91	37	87.8	25.1	1.0	.34
Puntaje	80.8	2.4	82.8	1.1	82.7	1.6	5.6	.00
<i>Stroop B</i>								
Errores	.71	1.4	.69	.9	1.4	1.7	1.3	.27
Tiempo	99.9	1.3	91	1.1	87.5	1.4	.58	.56
Puntaje	83.2	1.4	83.3	.9	82.5	1.7	1.2	.30
<i>Laberintos</i>								
Atravesar	.35	.8	.38	.5	.23	.8	.15	.86
<i>Juego cartas</i>								
Porcentaje cartas riesgo	37.5	10.7	28.5	10	30.6	9.1	3.2	.06
Total puntos	27	11.5	37.4	17.7	33	15.5	8.1	.00
<i>Clasificación de cartas</i>								
Errores mantenimiento	.59	.8	.38	.6	.54	.6	.28	.75

## Discusión

Los orígenes del transexualismo no son del todo claros. Algunos factores prenatales han sido propuestos como posibles explicaciones, sin embargo aún no queda claro que extensión de la transexualidad es debido a efectos hormonales organizacionales pre o perinatales que afectan al cerebro (Cooke, Tabibnia, Breddlove, 1999; Savic & Arder, 2011; Slabbekoorn et al., 2000).

El término funciones ejecutivas se refiere a una serie de funciones cognoscitivas que implican atención, concentración, selectividad de estímulos, capacidad de abstracción, planeación, flexibilidad conceptual y autocontrol (Gómez & Ostrosky, 2006; Ostrosky et al., 2007). Estas funciones son asociadas a la capacidad de expresarse y actuar. El sustrato neuroanatómico de las funciones ejecutivas se encuentra en los lóbulos frontales (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2011).

El objetivo del estudio fue describir el desempeño cognoscitivo de las funciones ejecutivas en TH-M y compararlo con hombres y mujeres. Con la batería BANFE se encontró que las transexuales calificaron más bajo que los hombres en los totales de la región orbitomedial y funciones ejecutivas. La corteza orbitofrontal se encuentra relacionada con el sistema límbico. Su función primordial es el procesamiento y la regulación de las emociones y estados afectivos además de la regulación y el control de la conducta. Lesiones en esta área son asociadas con falta de regulación afectiva, impulsividad, desinhibición, conducta social inapropiada, irritabilidad y cambios en la personalidad (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2008). El daño en la región dorsolateral genera un deterioro en las funciones ejecutivas: planificación, secuenciación, flexibilidad, memoria de trabajo, y metacognición (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2008).

La tarea de resta consecutiva es asociada a la región prefrontal dorsolateral. Evalúa la capacidad para realizar operaciones de cálculo simple, pero en secuencia inversa intra y entre decenas, esto requiere mantener en la memoria de trabajo resultados parciales, al mismo tiempo que se realizan sustracciones continuas. Adicionalmente requiere inhibir la tendencia a sumar (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2008). En este estudio se encontró que el grupo transexual al igual que los hombres ejecutan mejor que las mujeres en esta tarea, se sabe que hombres tienden a tener una ejecución ventajosa sobre la de las mujeres en habilidades procesamientos cuantitativos y razonamiento matemático (Kimura, 2004; Silverman, Choi & Peters, 2007).

En las tareas de la región orbitomedial las diferencias encontradas fueron en las subpruebas Stroop y Juego de cartas. La prueba de Stroop evalúa la capacidad de control inhibitorio. Es decir, evalúa la capacidad del sujeto para cambiar de un tipo de respuesta a otra, de acuerdo a las demandas e inhibir una respuesta habitual a favor de una inhabitual por medio de la denominación de palabras y colores (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2008). En esta prueba el grupo TH-M presentó un menor puntaje que los controles y aunque no fue significativo, cometieron más errores y tardan más tiempo en resolver la tarea que los hombres y las mujeres. Esto podría indicar que los TH-M presentan una menor capacidad para inhibir una respuesta automatizada (leer una palabra escrita), reemplazándola con una respuesta inhabitual. Esto es, una disminución en el esfuerzo y atención controlada para inhibir la tendencia habitual automática y adecuarse a la nueva respuesta demandada. Los pacientes con daño frontal han demostrado tener dificultades para la realización de esta tarea (Flores & Ostrosky, 2008) en el control inhibitorio. Esta tarea involucra áreas fronto-mediales particularmente la corteza anterior del cíngulo (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2008; Fan, Floombaum, McCandliss, Thomas & Posner, 2002).

La prueba de cartas evalúa la capacidad para detectar y evitar selecciones de riesgo y para detectar y mantener selecciones de beneficio es decir la capacidad para operar en una condición incierta y aprender las relaciones riesgo-beneficio, al realizar selecciones que sean ventajosas para el sujeto. La versión utilizada en este estudio es una adaptación de la versión sugerida y desarrollada

para niños (Flores & Ostrosky, 2008; Flores, Ostrosky & Lozano, 2011). La prueba consiste en obtener la mayor cantidad de ganancias posibles a corto plazo al seleccionar de entre 4 montones de cartas las que les permitan obtener un mayor número de puntos. En el otro extremo se encuentran 4 montones de cartas complementarias las cuales pueden tener castigos que vayan restando las ganancias. En este estudio aunque las diferencias no fueron significativas entre los hombres y las mujeres se nota una tendencia de mejor ejecución en los hombres.

Hasta el momento no se ha estudiado esta tarea en transexuales este es el primer estudio que intenta evaluar la toma de decisiones en transexuales. El grupo transexual eligió un mayor número de cartas en la prueba de juego y obtuvo un número mayor de castigos, además de un puntaje total de (puntos a favor menos castigos) menor al de los grupos controles. Indicando que la muestra de TH-M de este trabajo presenta una disminución para detectar las situaciones de riesgo beneficio y para detectar situaciones de riesgo. La región comprometida con esta tarea es el área orbitofrontal. La corteza orbito frontal se encuentra estrechamente relacionada con el sistema límbico y su principal función es el procesamiento y la regulación de las emociones, estados afectivos y regulación y control de la conducta. Esta involucrada en la iniciación de conductas sociales y en la inhibición de las conductas inapropiadas. Es importante para la regulación de conductas riesgosas ya que participa en la detección de cambios en las condiciones de riesgo-beneficio, lo que permite ajustar patrones de comportamiento. Esta involucrado en la toma de decisiones ante situaciones inciertas (Bechara, H. Damasio & A. Damasio, 2003; Flores & Ostrosky, 2008; Martínez-Selva, Sanchez-Navarro, Bechara & Roman, 2006;).

Estudios de neuroimagen indican que existen respuestas cerebrales diferentes entre sexos al realizar la prueba de cartas. Por ejemplo, Bolla, Eldreth, Matochik y Cader (2004) utilizaron la tarea de juego de cartas de Iowa, replicaron que los hombres ejecutan mejor que las mujeres, y encontraron diferencias en los patrones de activación cerebral. Durante la ejecución de la tarea de entre varias estructuras que fueron activadas, destaca el hecho de que los hombres tuvieron mayor activación en la corteza orbitofrontal lateral derecha, mientras que las mujeres en la corteza orbitofrontal medial izquierda. Además de que se ha sugerido que la corteza prefrontal ventromedial y la amígdala derecha en hombres e izquierda en mujeres son importantes para las conductas dimórficas y las funciones sociales y emocionales (Koscik, Bechara & Tranel, 2010). En este estudio se encontró en el grupo transexual un desempeño pobre en el juego de cartas comparado con los grupos controles indicando un déficit en la toma de decisiones apropiadas relacionadas con resultados inciertos. En este sentido, Rameti et al., (2010) describieron que los cerebros de TH-M difieren de los de hombres y mujeres en la organización axonal y de sustancia blanca en el fascículo longitudinal superior izquierdo (el cual conecta regiones corticales comprometidas con funciones superiores cognitivas y es sexualmente dimórfico) y en la región anterior del cíngulo (haz asociativo del giro temporal anterior a corteza orbitofrontal), forceps medium (que conectan regiones orbitofrontales y forman parte de vías emocionales). Además Witelson (1991) indica que la corteza

orbitofrontal y sus conexiones subcorticales son estructuras susceptibles a variaciones hormonales en el desarrollo prenatal y pueden ser las responsables de encontrar un deterioro o disminución en la ejecución de las personas expuestas a niveles anormales de hormonas durante la gestación.

A manera de conclusión, todos los participantes en el presente estudio fueron personas en condición transexual del tipo primario es decir, desde muy temprana edad vivenciaron la incongruencia entre su fenotipo de género y su identidad sexual, además de que se encontraban sin ningún tratamiento hormonal feminizante lo que permitió observar indirectamente el efecto de las hormonas a nivel organizacional en las evaluaciones que fueron efectuadas.

Las diferencias cognitivas en el grupo TH-M sugiere que puedan existir diferencias cerebrales a nivel organizacional en los transexuales que implican un perfil neuropsicológico particular en transexuales diferente al de los hombres y las mujeres. Lo observado en la toma de decisiones, inhibición, pueden deberse a efectos organizacionales en áreas susceptibles de efectos hormonales prenatales responsables de estos procesos. (Cohen-Kettenis et al., 1998; Witelson, 1991). La evidencia encontrada en este trabajo apunta a apoyar la propuesta que indica que los transexuales hombre a mujer no presentan solamente una feminización cerebral sino también una masculinización incompleta en estructuras en donde existen diferencias entre hombres y mujeres como ha sido propuesto.

## Referencias

- American Psychiatric Association (2005). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)* 4th ed. Washington, DC.: American Psychiatric Publishing.
- Bechara, A., Damasio, H. & Damasio, A. R. (2003). Role of the amygdala in decision-making. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 985, 356-369.
- Berglund, H., Lindström, P., Dhejne-Helmy, C. & Savic, I. (2008). Male-to-female transsexuals show sex-atypical hypothalamus activation when smelling odorous steroids. *Cerebral Cortex*. 18 (8), 1900-1908.
- Bolla, K.I., Eldreth, D., Matochik, J. & Cadet, J. L. (2004). Sex-Related Differences in a Gambling Task and Its Neurologic Correlates *Cerebral Cortex*. 14 (11), 1226-1232.
- Camperio-Ciani, A., Corna, F. & Capiluppi C. (2004). Evidence for maternally inherited factors favouring male homosexuality and promoting female fecundity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271, 2217-2221.
- Cohen-Kettenis, P. T., van Goozen, S. H. M., Doorn, C. D. & Gooren, L. J. G. (1998). Cognitive ability and cerebral lateralisation in transsexuals. *Psychoneuroendocrinology*, 23 (6), 631-641.
- Cooke, B. M., Tabibnia, G. & Breedlove, S. M. (1999). A brain sexual dimorphism controlled by adult circulating androgens. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 96 (13), 7538-40.

- Chung, W. C. J., De Vries, G. J. & Swaab, D. F. (2002). Sexual differentiation of the bed nucleus of the stria terminalis in humans may extend into adulthood. *The Journal of Neuroscience*, 22 (3), 1027-1033.
- Damasio, A. R. (1998). Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain Research Review*, 26 (2-3), 83-6.
- Fan, J., Floombaum, J. I., McCandliss, B. D., Thomas, K. M. & Posner, M. I. (2002). Cognitive and brain consequences of conflict. *Neuroimage*, 18 (1), 42-57.
- Flores, J., Ostrosky, F. & Lozano, A. (2011). Batería de Lóbulos Frontales y Funciones ejecutivas, BANFE. México, Manual Moderno.
- Flores, J. C. & Ostrosky, F. (2008). Batería de funciones ejecutivas: presentación. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 141-158.
- Flores, J., Ostrosky, F. & Lozano, A. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 47-58.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31 (3-5), 373-85
- Gizewski, E. R., Krause, E., Schlamann, M., Happich, F., Ladd, M. E., Forsting, M. & Senf, W. (2009). Specific cerebral activation due to visual erotic stimuli in male-to-female transsexuals compared with male and female controls: an fMRI study. *The Journal of Sexual Medicine*, 6 (2), 440-8.
- Gómez-Gil, E. Esteva, I., Carrasco, R., Almaraz, M., Pasaro, E., Salamero, M. & Guillamon, A. (2011). Birth order and ratio of brothers to sisters in spanish transsexuals. *Archives of Sexual Behavior*, 40, 505-510.
- Hare, L., Bernard, P., Sánchez, F.J., Baird, P.N., Vilain, E., Kennedy, T. & Harley, V. R. (2009). Androgen Receptor Repeat Length Polymorphism Associated with Male-to-Female Transsexualism. *Biological Psychiatry*. 65 (1), 93-6.
- Helleday, J., Bartfai, A., Ritzén, E.M. & Forsman, M. (1994). General intelligence and cognitive profile in women with congenital adrenal hyperplasia (CAH). *Psychoneuroendocrinology*. 19 (4), 343-56.
- Henningsson, S., Westberg, L., Nilsson, S., Lundstrom, B., Ekselius, L., Bodlund, O. ... Landen, M. (2005). Sex steroid-related genes and male-to-female transsexualism. *Psychoneuroendocrinology*. 30 (7), 657-664.
- Kimura, D. (2004). Human sex differences in cognition, fact, not predicament. *Sexualities, Evolution & Gender*, 6, 45-53.
- Koscik, T., Bechara, A. & Tranel, D. (2010). Sex-related functional asymmetry in the limbic brain. *Neuropsychopharmacology*. 35 (1), 340-341.
- Krujver, F. P. M., Zhou, J. N., Pool, C. W., Hofman, M. A., Gooren, L. J. G. & Swaab, D. F. (2000). Male- to -female transsexuals have female neuron numbers in a limbic nucleus. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86 (5), 2034-2041.
- Luders, E., Sánchez, F. J., Gaser, C., Toga, A. W., Narr, K. L., Hamilton, L. S. & Vilain, E. (2009). Regional gray matter variation in male-to-female transsexualism *Neuroimage*. 46 (4), 904-907.

- Martínez-Selva, J. M., Sanchez-Navarro, J. P., Bechara, A. & Roman, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista Neurología*, 42 (7), 411-418.
- Miles, C., Green, R. & Hines, M. (2006). Estrogen treatment effects on cognition, memory and mood in male to female transsexuals. *Hormones & Behavior*, 50, 708-717.
- Miles, C., Green, R. & Sanders, G. (1998). Estrogen and memory in a transsexual population. *Hormones & Behavior*, 34, 199-208.
- Gómez, M. E. & Ostrosky-Solís, F. (2006). Attention and memory evaluation across the life span: heterogeneous effects of age and education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 477-494.
- Ostrosky, F., Gomez-Perez, M.E. & Pineda, D. (2007). Neuropsi attention and memory: a neuropsychological test battery in Spanish with norms *Applied Neuropsychology*, 14 (3), 156-70
- Rametti, G., Carrillo, B., Gómez-Gil, E., Junque, C., Zubiarre-Elorza, L., Segovia, S., ... Guillamon, A. (2010). The microstructure of white matter in male to female transsexuals before cross-sex hormonal treatment. A DTI study. *Journal of Psychiatr Research*. 45 (7), 949-954.
- Resnick, S. M., Berenbaum, S. A., Gottesman, I. I. & Bouchard, T. J. (1986). Early hormonal influences on cognitive functioning in congenital adrenal hyperplasia. *Developmental Psychology*, 22, 191-198.
- Savic, I. & Arver, S. (2011). Sex Dimorphism of the Brain in Male-to-Female Transsexuals. . *Cerebral Cortex*, 21 (11), 2525-2533.
- Seagal, N. L.(2007) Twins and Transsexualism: An update and preview. Research reviews: Conjoined twins, angiographic lesions, single versus double embryo transfer. *Twin Research and Human Genetics*, 10 (6), 894-897.
- Silverman, I., Choi, J. & Peters, M. (2007). The hunter-gatherer theory of sex differences in spatial abilities: data from 40 countries. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 261-268.
- Slabbekoorn, D., van Goozen, S. H. M., Megens, J., Gooren, L. J. G. & Cohen-Kettenis, P. T. (1999) activating efectos of cross-sex hormones on cognitive functioning:a study of short term and long term hormone effects in transsexuals. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 423-447.
- Van Goozen, S. H., Slabbekoorn, D., Gooren, L. J., Sanders, G. & Cohen-Kettenis, P. T. (2002). Organizing and activating effects of sex hormones in homosexual transsexuals. *Behavioral Neuroscience*, 116 (6), 982-988.
- Witelson, S. F. (1991). Neural sexual mosaicism: Sexual differentiation of the human temporo-parietal region for functional asymmetry. *Psychoneuroendocrinology*. 16, 131-153.
- Yokota, Y., Kawamura, Y. & Kameya, Y. (2005). Callosal Shapes at the Midsagittal Plane: MRI Differences of Normal Males, Normal Females, and GID. *Proccedings Engineering in Medicine and Biology Society Conference*, 3, 3055-3058.
- Zhou, J. N., Hofman, M. A., Gooren, L. J. & Swaab, D. F. (1995). A sex differences in the human brain and its relation on transsexuality. *Nature*, 378, 68-70.

## Lineamientos para los autores

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Proceso editorial

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

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

## Guidelines for Authors

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

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

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

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

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

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

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

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

## Editorial Process

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

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

# Contenido:



## Estructura de las Funciones Ejecutivas en la Edad Preescolar

Structure of Executive Functions in Preschool Age

María Guadalupe González Osornio & Feggy Ostrosky

## Efecto del Nivel Socioeconómico en el Control Inhibitorio durante la Edad Preescolar

Effect of Socioeconomic Status in Inhibitory Control during Preschool Age

Asucena Lozano Gutiérrez & Feggy Ostrosky

## Relación del Gen Dopaminérgico COMT en el Desempeño de Tareas de Inhibición

Relationship of Dopaminergic Gene COMT in the Performance of Inhibition Task

Carla Susana Sandoval Ocampo, Feggy Ostrosky & Beatriz Camarena

## Interacción de Temperamento y MAO-A en Pruebas de Inhibición en Preescolares

Interactions of the Temperament and MAO-A in Preschooler Children's Inhibition Tests

Elsa Carmen Aguilera Lazaro, Feggy Ostrosky & Beatriz Camarena

## Desempeño Neuropsicológico Prefrontal en Sujetos Violentos de la Población General

Neuropsychological Performance in Violent Men: A Community Sample

Karla Ximena Díaz Galván & Feggy Ostrosky

## Efecto de la Portación de Alelos de Riesgo De MAO-A y DRD4 Sobre Mediciones de Agresión

Effect of Risk Alleles MAO-A and DRD4 on Aggression Measures

César Romero, Feggy Ostrosky & Beatriz Camarena

## Flexibilidad Cognitiva después de un Traumatismo Craneoencefálico

Cognitive Flexibility after Traumatic Brain Injury

Maura Jazmín Ramírez Flores & Feggy Ostrosky

## Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas en Transexuales

Frontal Lobes and Executive Functions in Transsexuals

Gabriela Orozco Calderón & Feggy Ostrosky

