



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRIA RAMON DE LA
FUENTE PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
CIENCIAS MEDICAS, ODONTOLOGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRIA EN CIENCIAS MEDICAS
EN EL AREA DE PSIQUIATRIA

EVALUACION DE LA RELACION ENTRE EL COMPONENTE
P300, INDICE DE CREATIVIDAD Y LAS
SOBREEXCITABILIDADES

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

QUE PRESENTA

WALFRED RUEDA MEDINA

TUTORA: DRA. JOSEFINA RICARDO-GARCELL

JURADO: DR. JORGE JAVIER CARAVEO ANDUAGA

DRA. MARIA ELENA MEDINA-MORA ICAZA

DR. ROGELIO APIQUIAN GUITART

DR. JESUS RAMIREZ BERMUDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta investigación fue realizada en el Laboratorio de Psicofisiología, de la División de Servicios Clínicos, del Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente".

Becario de CONACyT durante la elaboración del presente trabajo.

Dedico esta tesis a:

A mis padres Teresa y Fernando quienes a través de su amor y cuidado infundieron la ética y el rigor que guían mi transitar por la vida.

A Maribel por ser una hermana extraordinaria y que al haber compartido miles de experiencias me ha enseñado que en la vida, tanto en la felicidad como la adversidad, la plenitud reside en la capacidad de imaginar y de soñar, en sí en la creatividad.

A mi tía Paula por haberme brindado día tras día su cariño y de quien también he recibido el apoyo que me ha permitido desarrollarme a un nivel personal y académico.

A Andrés, mi sobrino, por ser una prueba viva de amor y de fe y por la alegría que ha traído a mi vida.

A Cuca y Nefalí por ser unos abuelos maravillosos.

A la Dra. Mayra Martínez Mallen por su cariño y haberme acompañado a lo largo de este trabajo.

A Guitl Steimberg de Rish por ayudarme a hacer mi vida más creativa.

Agradecimientos

A mi querida Directora de Tesis, Dra. Josefina Ricardo-Garcell, por su asesoramiento científico y estímulo para seguir creciendo intelectualmente. Por ser un ejemplo de lucha constante, de amor a la vida, por haber creído en mi y en mi proyecto y por demostrarme que el único límite para alcanzar una meta esta en nuestro propio esfuerzo y en la capacidad para imaginar y pensar.

Al Dr. Ernesto Reyes Zamorano por su amistad y ayuda durante el proceso de registro y análisis de los potenciales.

Al Psicólogo Edgar Miranda Terrés por su amistad y apoyo para el registro de los casos.

A la Dra. Rosa Aurora Chávez-Eakle con quien inicié mi estudio sobre la creatividad.

A todos los personas que creyeron y participaron en este estudio.

Índice

Resumen	4
Abstract	6
Índice de tablas y figuras	11
I Introducción	14
II Marco Teórico	
Creatividad	17
Creatividad y psicopatología	23
Creatividad y novedad	26
Creatividad y neurofisiología	27
Potenciales relacionados a eventos. P300 novedoso	29
Sobreexcitabilidades	34
III Justificación	36
IV Preguntas de investigación	37
V Hipótesis	37
VI Objetivo general	38
VII Objetivos específicos	38

VIII Diseño metodológico

Población de estudio.	39
Instrumentos de Medición	40
Procedimiento	43
Análisis de datos	45

IX Primer paradigma “oddball” novedoso

Muestra	45
Procedimiento particular	46
Resultados	47
Análisis de los resultados	58

X Segundo paradigma “oddball” novedoso

Muestra	65
Procedimiento particular	65
Resultados	67
Análisis de los resultados	73

XI Tercer parte del Estudio

Diferencias entre los paradigmas “oddball” novedosos	75
--	----

XII Cuarta parte del estudio

Correlaciones entre la Prueba de Torrance de Pensamiento

Creativo y el Cuestionario de Sobreexcitabilidades 80

XIII Discusión General 82

XIV Conclusiones 87

XV Bibliografía 89

Índice de Tablas y Figuras

Figura 1. Ejemplo de un estímulo frecuente e infrecuente del paradigma “oddball” clásico, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 2. Ejemplo de estímulo novedoso del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 1. Datos demográficos de la muestra del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 2. Diferencias entre grupos para los datos demográficos de la muestra del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 3. Puntajes de las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo de la muestra del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 4. Diferencias entre grupos para la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo para el primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 5. Puntajes para las subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades para cada grupo, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 6. Diferencias entre grupos para el cuestionario de sobreexcitabilidades, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 7. Tiempos de reacción en el “oddball” clásico para ambos grupos, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 8. Tiempos de reacción en el “oddball” novedoso para ambos grupos, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 3a. Potenciales promedio en las 19 derivaciones del “oddball” clásico para el grupo 1, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 3b. Potenciales promedio en las 19 derivaciones del “oddball” clásico para el grupo 2, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 9. Resultados de la prueba de permutaciones para el componente P300 del paradigma “oddball” clásico para ambos grupos, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 4. Potenciales diferencia entre estímulo infrecuente-frecuente (P300) para el grupo 1 y el grupo 2, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 5a. Potenciales promedio del “oddball” novedoso para los sujetos altamente creativos, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 5b. Potenciales de “oddball” novedoso para los sujetos creativos promedio, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 10. Diferencias entre grupos para la latencia entre los componentes N200, P300 novedosos y P300 infrecuente, del primer paradigma “oddball” novedoso.

Figura 6. Estímulos frecuente, infrecuente y novedoso del segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 11. Características demográficas de la muestra del segundo “oddball” novedoso.

Tabla 12. Puntajes en la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo para ambos grupos, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 13. Resultados de la comparación entre las distintas subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo mediante la prueba U de Mann-Whitney, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 14. Medias y desviaciones estándar del cuestionario de sobreexcitabilidades para ambos grupos, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 15. Resultados de la comparación entre las distintas subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades mediante la prueba U de Mann-Whitney, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Figura 7a. Potenciales promedio del “oddball” novedoso para el grupo 1, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Figura 7b. Potenciales promedio del “oddball” novedoso para el grupo 2, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 17-20. Diferencias significativas entre grupos, mediante la prueba no paramétrica multivariada de permutaciones, segundo paradigma “oddball” novedoso.

Tabla 21. Diferencias en las características de los paradigmas “oddball” novedosos utilizados en la primera y segunda parte del estudio.

Tabla 22. Diferencias en los componentes que generaron los estímulos infrecuente y novedoso entre el primer y segundo paradigma.

Tabla 26. Correlaciones entre la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y el Cuestionario de Sobreexcitabilidades.

Resumen

Antecedentes. A pesar de que la creatividad se encuentra en el último nivel evolutivo de una escala jerárquica de las funciones del sistema nervioso central y de su importancia cultural se conoce poco acerca de sus manifestaciones neurofisiológicas. Desde un punto de vista cognitivo la creatividad surge de la asociación entre distintas representaciones mentales en nuevas combinaciones que son significativas para un grupo de sujetos. En pacientes con esquizofrenia se ha sugerido que la no inhibición a estímulos irrelevantes podría explicar la formación de asociaciones mentales inusuales que de común permanecen a nivel inconsciente. Algunos estudios sugieren que los sujetos con mayores índices de creatividad no inhiben estímulos irrelevantes y que esto podría asociarse con la formación de asociaciones mentales originales. Sin embargo, a diferencia de los sujetos con psicopatología, posiblemente los sujetos altamente creativos no inhiben estímulos irrelevantes considerados novedosos. Por otra parte, esta mayor respuesta a la novedad podría estar asociada a la sobreexcitabilidad, la cual es una tendencia a responder de forma más intensa a los estímulos sensoriales, emocionales e imaginativos. Los potenciales relacionados a eventos (PREs) es una técnica neurofisiológica que ha sido utilizada para evaluar el procesamiento de la novedad y a pesar de que la creatividad ha sido importante para el desarrollo y progreso de la humanidad se ha investigado poco acerca de ésta desde el punto de vista de las neurociencias. **Objetivo.** Contribuir al conocimiento de las bases biológicas de la creatividad mediante el estudio de los componentes de los PREs obtenidos con un “oddball” novedoso, en sujetos sin psicopatología clasificados según su índice de creatividad (promedio y alto), así como de la relación existente entre estas respuestas, las sobreexcitabilidades y la creatividad. **Materiales y métodos.** Se evaluaron 34 sujetos mediante la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y con base en su índice de creatividad fueron divididos en dos grupos: uno de creatividad promedio y otro de creatividad alta. A ambos grupos se les tomó un registro de PREs con dos tipos de paradigmas “oddball” novedosos. **Resultados.** Para el primer

paradigma “oddball” novedoso se observó que sujetos altamente creativos, a diferencia del grupo promedio, mostraron una mayor amplitud para el componente N200 en las derivaciones T3 y T4. En el segundo paradigma “oddball” novedoso los sujetos altamente creativos, a diferencia de los creativos promedio, presentaron una mayor amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones Fz, C4, T3, T4, P3, P4 y O1. **Conclusión.** Los resultados de este trabajo sugieren que los sujetos con mayores índices de creatividad se comportan de manera diferente a los de creatividad promedio cuando tratan de categorizar los estímulos nunca antes vistos y en el grado de atención que prestan a dichos estímulos.

Abstract

Background. Creativity is considered to be one of the highest cognitive functions; however, little is known about its neurophysiologic manifestations. From a cognitive point of view, the formation of new and unusual mental associations is essential for the creative process. It has been suggested that a deficit in the inhibitory control may be associated with the formation of unusual word associations in patients with schizophrenia. There is evidence that some highly creative subjects do not inhibit irrelevant stimulus and it could account for their ability to form novel mental associations. In contrast, highly creative subjects could not inhibit only those stimulus considered to be novel. On the other hand, novelty response could be associated with a heightened physiological experience of stimuli resulting from increased neuronal sensitivity tendency, known as overexcitability. The cognitive event related potentials (ERPs) are a neurophysiologic technique that have been used to evaluate neural response to novel events; nonetheless, although creativity has been so important for human development and for neuroscience there are non ERP studies that have examined the creative process. **Objective.** To contribute to the understanding of the biological bases of creativity through the study of two distinct novelty oddball paradigms of the ERPs in high and medium creative subjects, and the relation between these ERP components, overexcitability and creativity. **Methods.** According to the Torrance Creative Thought Test 34 subjects were divided in two groups: with high and medium creativity. All subjects were evaluated with two types of novelty oddball paradigms. **Results.** For the first novelty oddball paradigm high creative subjects, compared to medium creativity subjects, showed a major novelty N200 in T3 and T4. For the second novelty oddball paradigm high creative subjects, compared to medium creative, showed a major novelty P300 in Fz, C4, T3, T4, P3, P4 y O1. **Conclusion.** This study suggests that highly creative subjects show a different response associated with the processes evaluated by the novelty N200 and P300, classification and orienting response to novel stimulus.

INTRODUCCION

La creatividad ha sido conceptualizada a lo largo de la historia a partir de distintos puntos de vista, desde las concepciones legas hasta las científicas. Las definiciones teóricas y producto de la investigación son diversas ya que la creatividad no es un rasgo simple, sino una conducta humana compleja que se encuentra en constante cambio y transformación. Sin embargo, puede ser definida a partir de tres aspectos: como una característica personal, un producto o como un proceso del pensamiento.

Como característica personal se describen los rasgos que distinguen al sujeto altamente creativo del creativo promedio. Como producto se evalúa la calidad y valor de la obra creativa ya sea artística, teórica o científica. Por último, la creatividad puede ser analizada como un proceso que consiste en una serie de fases que llevan a una solución final.

Paul E. Torrance en 1962 (como se cita en Runco y cols. 1999) definió a la creatividad como “un proceso de percibir problemas, deficiencias o lagunas en el conocimiento. El proceso creativo identifica problemas, busca soluciones y formula hipótesis. Posteriormente evalúa estas hipótesis, las modifica y finalmente las comunica”. Y en este proceso debe estar implicado el pensamiento, por lo que la creatividad como un fenómeno mental resulta de la aplicación de procesos cognitivos ordinarios; sin embargo, pudiera haber variabilidad en estos procesos en sujetos con distintos índices de creatividad.

La teoría asociacionista sobre la creatividad propone que el pensamiento creativo surge de la asociación entre distintos elementos o representaciones mentales en

nuevas combinaciones que cumplen algún criterio o que son útiles y significativas para un grupo de sujetos. Por otra parte, algunos investigadores proponen que los sujetos altamente creativos, y aquellos con psicopatología, comparten formas de pensamiento no convencionales como la capacidad para formar asociaciones mentales inusuales. Posiblemente, esta capacidad estaría asociada a variaciones de la atención, ya que algunos estudios sugieren que tanto los sujetos con psicopatología como aquellos con altos índices de creatividad no inhiben estímulos irrelevantes y que este rasgo se relacionaría a la capacidad para formar asociaciones mentales inusuales. Sin embargo, a diferencia de los individuos con psicopatología, los sujetos con una creatividad alta pudieran no inhibir estímulos irrelevantes sólo cuando estos son considerados como novedosos ya que de forma descriptiva se señala que los sujetos altamente creativos prefieren la novedad en comparación de lo común.

Teniendo en cuenta que la atención probablemente está involucrada en el proceso creativo, una forma de evaluarlo sería a través de los potenciales relacionados con eventos (PREs). Estos son fluctuaciones de voltaje que están asociados temporalmente a la presencia de un evento físico o mental (Picton y cols., 2000). Los PREs han sido utilizados para distinguir a los pacientes neurológicos y psiquiátricos de los sujetos sanos; sin embargo, no han sido aplicados para estudiar diferencias del proceso cognitivo entre sujetos con distintos índices de creatividad.

Por último, algunos estudios han demostrado que los sujetos altamente creativos responden de manera más intensa a estímulos sensoriales, emocionales e imaginativos. Esta característica ha sido denominada "sobreexcitabilidad" y existen cinco tipos: sensual, psicomotriz, emocional, imaginativa e intelectual. Posiblemente la sobreexcitabilidad está relacionada con la preferencia por la novedad por los sujetos con altos índices de creatividad.

Debido a que la creatividad es demasiado importante para la plenitud individual y la supervivencia social como para ignorarla y si existe una relación entre psicopatología y una alta creatividad sería importante iniciar el estudio de la creatividad desde un punto de vista cognitivo.

MARCO TEORICO

Creatividad.

En la búsqueda de un concepto de creatividad encontramos que no es un rasgo simple; sin embargo, a pesar de su complejidad ésta puede ser caracterizada mediante una serie de criterios operativos (Monreal, 2000). Estos criterios son la novedad, calidad y utilidad. La novedad se define con base en la baja frecuencia estadística con la que ocurre un fenómeno. La utilidad se refiere al efecto positivo que tiene al servicio del hombre ya sea en el campo cultural, técnico, científico o de la vida cotidiana. La calidad dependerá del consenso de expertos.

Estos criterios son utilizados para identificar el producto pero la creatividad también puede ser definida en relación a la persona (el sujeto creativo) o al contexto social que puede facilitar o inhibir el proceso creador. A pesar de que algunos investigadores consideran al producto creativo como la prueba más objetiva para valorar la creatividad, para su creación debe de haber un proceso que generó la idea, por lo que la creatividad en relación a la persona puede ser analizada como un fenómeno mental que resulta de la aplicación de procesos cognitivos ordinarios (Simonton, 2000); sin embargo, pudiera haber variabilidad en estos procesos en sujetos con distintos índices de creatividad.

Algunos investigadores han propuesto que el pensamiento es la base de la creatividad. Guilford en 1954 (como se cita en Arieti, 1976), propuso dos tipos de pensamientos: convergente y divergente. El pensamiento convergente se refiere a un proceso de pensamiento analítico, estereotipado, en el cual sólo existe una respuesta a un problema, mientras que en el pensamiento divergente se genera un número

variable de nuevas respuestas, implicando que hay más de una sola explicación al problema y, presumiblemente, en este tipo de pensamiento el sujeto intenta establecer nuevas asociaciones entre distintas representaciones mentales (objetos o eventos). El pensamiento divergente se considera el más importante para una alta creatividad.

Guilford en 1962 (como se cita en Monreal, 2000) propuso que durante el pensamiento divergente se requiere de las siguientes características: sensibilidad hacia

los problemas, fluidez y flexibilidad mentales, originalidad, elaboración, abstracción, resistencia al cierre prematuro de las ideas y la habilidad para considerar detalles y percibir situaciones de manera diferente.

La fluidez es una característica cuantitativa del pensamiento en relación al número de ideas o asociaciones producidas por el individuo. La flexibilidad consiste en la capacidad para hacer cambios en el curso del pensamiento y alejarse de las respuestas comunes en la búsqueda de distintas direcciones. La elaboración refleja la habilidad de la persona para desarrollar, llevar a cabo y elaborar ideas. La abstracción se refiere al proceso de síntesis y organización del pensamiento, es la habilidad para capturar la esencia de la información y de saber que es lo importante. La resistencia al cierre prematuro de las ideas consiste en mantenerse abierto, considerar una gran cantidad de información sin llegar a conclusiones prematuras disminuyendo la posibilidad de obtener ideas más originales.

Wallas en 1927 (como se cita en Monreal, 2000) explicó que la creación de ideas creativas sucede en forma de un proceso que consiste en cuatro etapas:

a) *Preparación*: en esta etapa lo más importante es definir un problema. Posteriormente el sujeto creativo realiza el trabajo preliminar, investiga, recolecta y

escucha sugerencias. Se crean intereses que inclinan hacia la búsqueda de una respuesta.

b) *Incubación*: en esta fase se generan inconscientemente las posibles soluciones al problema. La información acumulada sufre de una organización y elaboración interna, donde se generan asociaciones nuevas.

c) *Iluminación*: aquí se hacen conscientes las soluciones que se asocian con el problema.

d) *Verificación*: en esta fase se evalúan las soluciones potenciales y se comprueba su adecuación.

Durante estas fases se necesitan distintos procesos cognitivos para la generación del producto creativo; por ejemplo, en la etapa de preparación durante la identificación y definición de un problema son importantes los procesos de percepción, aprendizaje y memoria para observar y explorar los distintos aspectos de la realidad externa que generaran en el individuo curiosidad e interés. En la fase de incubación se requiere de focalizar la atención, la motivación y las habilidades de solución de problemas en la búsqueda de una gran cantidad de información. Durante la iluminación, el tipo de pensamiento más importante es el divergente en donde, además de los procesos antes mencionados, se requiere de una gran tolerancia a la ambigüedad y el deseo de tomar riesgos, lo cual demanda un gran número de elementos cognitivos. Por último, en la fase de verificación, durante la evaluación de las nuevas soluciones, se necesita de conocimiento en el campo de estudio en relación a sus normas y convenciones para probar las nuevas propuestas (Runco y cols., 1999).

Por su parte, Antonio Damasio (2001) (como se cita en Pfenninger, 2001) sugirió que la conducta creativa requiere de tres niveles de funcionamiento: los circuitos cerebrales determinados por el genoma, un nivel determinado por la actividad de estos

circuitos cerebrales y el producto de la interacción entre el cerebro y el ambiente físico, social y cultural. Señaló, además, una serie de funciones relevantes para la creatividad:

- a) Motivación para llevar a cabo un trabajo y enfrentar los problemas.
- b) Conocimiento y experiencia en el campo de trabajo.
- c) Capacidad de autopercepción y autocrítica.
- d) Una gran capacidad de generación de representaciones diversas, esto es, la habilidad para formar diversas combinaciones de entidades y partes de entidades en imágenes novedosas. Esta capacidad se encuentra en la corteza sensorial y es organizada por la corteza prefrontal. Mencionó que lo que llamamos “imaginación” es una descripción del generador de estas representaciones.
- e) La memoria de trabajo, ya que la creatividad probablemente requiere de la capacidad para mantener “en línea” distintas representaciones y manipular sus diferentes partes de manera tal que se puedan generar combinaciones novedosas.
- f) La habilidad para reconocer las representaciones novedosas, identificar el valor estético o científico de las combinaciones y decidir si son novedosas.

Para explicar como surgen las ideas creativas Mednick (1962) (como se cita en Runco y cols., 1999) elaboró la teoría asociacionista, en la que el pensamiento creativo consiste en la formación de asociaciones entre distintos elementos para formar nuevas combinaciones que satisfacen un requisito en específico o son útiles de alguna manera. Entre más remotos o distantes son estos elementos de las combinaciones, aumenta la probabilidad de obtener una solución creativa.

Se ha demostrado experimentalmente, mediante pruebas de asociaciones de palabras, que los sujetos altamente creativos tienden a realizar un mayor número de asociaciones inusuales (Runco y cols., 1999). Eysenck (1960) (como se cita en Runco y cols., 1999) sugirió una relación entre el número y novedad de las asociaciones inusuales y el rasgo de personalidad llamado “psicoticismo”, el cual predispone a las personas a ser más creativas. También propuso que la habilidad para crear asociaciones mentales inusuales es compartida por sujetos con trastornos psicóticos.

Para la formación de asociaciones mentales nuevas e inusuales se requieren de distintos procesos cognitivos y algunos estudios proponen la existencia de variabilidad en la capacidad de los sujetos con distintos índices de creatividad para inhibir información que aparentemente es irrelevante y que podría ser un elemento importante en la formación de asociaciones creativas (Peterson y cols., 2000).

Por otra parte, Martindale en 1997 (como se cita en Smith y cols., 1997) propuso que los sujetos altamente creativos poseen la capacidad para modificar su campo de atención y sugirió que las ideas creativas suceden durante la atención no focalizada, dando como resultado un mayor número de combinaciones mentales. Por ejemplo, alguien que tenga dos ideas A y B, tiene la probabilidad de tener una combinación creativa; una persona que atiende a tres ideas, A, B y C, tendrá la probabilidad de tener tres combinaciones creativas y así sucesivamente. Se debe de tener en cuenta que lo que importa en este esquema es el número de elementos conscientes, lo que requiere de un recuerdo mejor y, posiblemente, al no inhibir y atender a un estímulo considerado interesante o novedoso, éste continúa siendo procesado y comparado con nuevas asociaciones. Para que un estímulo sea mantenido a nivel de la consciencia se requiere de la atención sostenida.

Además, Martindale (como se cita en Smith y cols., 1997) propuso que durante el proceso creativo, en la fase de preparación, la atención tiende a ser muy focalizada, por lo que muy pocos grupos neuronales, a los que denominó nodos neuronales, se encuentran lo suficientemente activados y son los que dominan la consciencia. Estos grupos neuronales codifican ideas que parecen ser relevantes para el problema. En la fase de incubación, los grupos neuronales permanecen parcialmente activados en la mente creativa, mientras que en la mente no creativa son desactivados y tienden a olvidarse las ideas. De tal forma que en el sujeto creativo, durante esta fase, se encuentran activados varios grupos neuronales y si alguno de ellos se relaciona con los grupos neuronales que codifican el problema, éstos se activan totalmente y son llevados al foco de atención. Posteriormente, la fase de inspiración no ocurriría si los grupos neuronales que codifican el problema no estuvieran parcialmente activados, debido a que la vía que conecta estos dos circuitos se encuentra ampliamente distribuida en la corteza. Finalmente, en la fase de verificación la atención nuevamente se focaliza.

Finalmente, algunos investigadores (Glickson y cols., 2000-2001) proponen que los sujetos altamente creativos y aquellos con psicopatología comparten formas de pensamiento no convencionales y entre éstas se encuentra la no inhibición a estímulos irrelevantes. A continuación se presenta el fundamento de esta comparación.

Creatividad y Psicopatología.

A lo largo de la historia se ha especulado sobre una asociación entre psicopatología y una alta creatividad (Burns, 2006). Esta asociación pudiera estar mediada por elementos del procesamiento cognitivo cuya variabilidad generaría en el individuo desadaptación al medio o le proveería de un alto potencial creativo que, en el contexto adecuado, resultaría en la creación de productos inusuales, inteligentes y significativos.

Posiblemente ciertos rasgos de susceptibilidad para desarrollar un trastorno mental en algunos individuos generarían conductas funcionales, como el pensamiento mágico, mayores niveles de energía o la habilidad para formar asociaciones mentales inusuales. Por lo que estos rasgos proveerían de alguna ventaja para un determinado grupo de sujetos, mientras que para otros constituirían una desventaja (Kelsoe, 2003).

Algunos estudios señalan una relación entre creatividad y esquizofrenia, debido a que en ambas pareciera existir acceso a una forma de pensamiento más fluida, original y de asociaciones nuevas e inusuales (Suler, 1980; Glickson y cols., 2000-2001; Russ, 2000-2001). También se ha sugerido una relación entre rasgos esquizotípicos y creatividad (Moises, 2003; Schuldberg, 2000-2001).

Green y cols. (1999) mencionaron que la relación entre la predisposición a la esquizofrenia y el pensamiento creativo puede estar mediada por variaciones individuales en la inhibición cognitiva (proceso mediante el cual se inhiben estímulos irrelevantes, lo que impide el verse invadido por un gran número de asociaciones mentales). Plantearon que una disminución de la inhibición cognitiva puede ser la base

del pensamiento creativo ya que provee al individuo de un mayor número de ideas. Para demostrarlo aplicaron un cuestionario para evaluar rasgos esquizotípicos a 72 estudiantes universitarios y examinaron su relación con el paradigma de facilitación (priming) negativo, como una medida de inhibición cognitiva. También se usó una escala de pensamiento divergente como medida de creatividad. Se encontró una correlación significativa entre esquizotipia y originalidad ($r=0.27$, $p<=0.01$), mientras que el “priming” negativo no se asoció significativamente con las medidas de creatividad ni con esquizotipia. Por tanto, en este estudio no se encontró una relación entre creatividad e inhibición cognitiva.

Por otra parte, clínicamente se puede observar la habilidad que presentan los pacientes con trastornos psicóticos para formar asociaciones mentales inusuales. Algunos estudios realizados en pacientes con esquizofrenia (Andreasen, 1997; Baruch y cols., 1998a; Williams, 1996) tratan de explicar la formación de asociaciones inusuales a través de la incapacidad para inhibir estímulos irrelevantes y de un déficit en la capacidad para movilizar la atención en las tareas que son importantes.

La no inhibición a estímulos irrelevantes en pacientes con esquizofrenia ha sido evaluada mediante el paradigma de inhibición latente. Los pacientes, comparados con los sujetos sanos, presentan menores puntajes en dicho paradigma (Baruch y cols., 1998b).

La inhibición latente describe lo que ocurre con la asociación futura de un estímulo que fue ignorado previamente (Lubow y cols., 1995; Lubow, 2005). Por ejemplo, en la primera fase de este paradigma el sujeto es expuesto a una serie de estímulos auditivos y se le pide que cuente el número de veces que aparece una letra determinada mientras de manera aleatoria e imprevista aparece un tono auditivo. En la

segunda parte mientras el sujeto continúa escuchando la misma serie de estímulos auditivos, en una pantalla se le presentan un conjunto de figuras y se le pide que indique qué estímulo auditivo predice la aparición de los estímulos visuales, siendo la respuesta correcta el tono auditivo que previamente fue irrelevante; luego se califica el número de intentos que el sujeto realiza antes de llegar a la respuesta correcta (Lubow y cols., 1995).

Sin embargo, algunos sujetos sanos también presentan puntajes bajos en la prueba de inhibición latente. Peterson y cols. (2000) examinaron, en 91 estudiantes universitarios, la relación entre la inhibición latente y la “apertura a la experiencia”, dimensión de la personalidad que se ha asociado con imaginación, creatividad, curiosidad y pensamiento divergente. Ellos encontraron que los sujetos con mayores puntajes en la dimensión de apertura a la experiencia presentaron menores puntajes en el paradigma de inhibición latente.

En un estudio posterior, este mismo grupo (Peterson y cols., 2002) encontró, en una muestra de 79 estudiantes universitarios sanos, una relación entre una baja inhibición latente y altos puntajes en las variables de personalidad apertura a la experiencia, extraversión y personalidad creativa. En un tercer estudio (Carson y cols., 2003) se observó, en 85 estudiantes universitarios, que los sujetos con altos logros creativos presentaron menores puntajes de inhibición latente en comparación a aquellos con bajos logros creativos.

Creatividad y Novedad.

A diferencia de los pacientes con esquizofrenia, los sujetos altamente creativos posiblemente dejan de inhibir sólo aquellos estímulos irrelevantes que consideran novedosos. Esta idea coincide con lo referido por Koestler (1964) y Martindale y cols, 1996 quienes señalaron que los sujetos altamente creativos muestran preferencia hacia los estímulos novedosos y dicha preferencia, más una lenta habituación, podrían explicar su alto grado de perseverancia en el trabajo.

Teóricamente la novedad podría relacionarse con dos aspectos de la creatividad:

- 1) La capacidad de curiosidad, observación y de descubrir un problema, ya que los sujetos altamente creativos tienen la habilidad de considerar importante lo que para la mayoría de las personas aparece como irrelevante.

- 2) El procesamiento de estímulos novedosos podría influir en la generación de ideas creativas a través del incremento de la motivación, o bien, durante la fase de evaluación de la novedad, cuando se comparan con los distintos elementos contenidos en la memoria (Tulving y cols., 1996)

Con relación a éste último aspecto se puede señalar que, en modelos animales, la exposición a estímulos novedosos incrementa la actividad del sistema dopaminérgico en el hipocampo, núcleo acumbens y corteza prefrontal, las cuales son regiones implicadas en la motivación y “búsqueda de drogas” (Cooper y cols., 2006). Además, la dopamina modula la respuesta a la novedad (Lemon y cols., 2006).

Estudios de modelos animales y de pacientes con esquizofrenia señalan que la dopamina disminuye los puntajes en el paradigma de inhibición latente (Lubow y cols.

1995). Posiblemente los sujetos con mayores logros creativos y puntajes bajos en dicho paradigma, identifican como novedoso al estímulo irrelevante y esta respuesta es modulada por la dopamina.

Creatividad y Neurofisiología.

A pesar de la importancia cultural de la creatividad y de que se encuentra en el máximo nivel evolutivo de una escala jerárquica de las funciones del sistema nervioso central (Pfenninger, 2001), se conoce poco acerca de sus manifestaciones neurofisiológicas.

Martindale y cols. (1974) iniciaron el estudio neurofisiológico de la creatividad bajo la premisa de que los sujetos altamente creativos poseen la habilidad para modificar su estado de activación cerebral, basándose en la evidencia que durante los estados en los que se experimenta un alto nivel de estrés psicológico hay una disminución en el desempeño de pruebas creativas y, además, que parece haber una asociación inversa entre el nivel de activación cortical y la preferencia por la novedad. Ellos encontraron en un grupo de estudiantes universitarios sanos que aquellos altamente creativos tenían un bajo nivel de activación cortical basal, evaluado según el porcentaje de ondas alfa, en comparación a los sujetos con creatividad baja (76 % vs. 93% de actividad alfa basal, respectivamente).

En contraste, Martindale y cols. (1975) encontraron, en otro estudio con 32 sujetos sanos, que aquellos con menores puntajes en las pruebas de creatividad tenían menores índices alfa (cantidad de ondas alfa entre el tiempo de duración del electroencefalograma (EEG), multiplicado por 100) en las fases de iluminación y elaboración del proceso creativo.

Existen pocos estudios que hayan explorado la lateralización hemisférica del EEG en sujetos con diferentes grados de creatividad (Jausovec, 2000). Jausovec (2000) evaluó a 16 niños, de 9 años de edad, divididos en un dos grupos (alta y baja creatividad) a los que se les realizó un EEG mientras realizaban una de las Pruebas de Torrance de Pensamiento Creativo (PTPC, 1998) . Jauvosec (2000) encontró mayor actividad en el hemisferio derecho en el grupo de baja creatividad durante las pruebas, mientras que se observaron pocas diferencias interhemisféricas, no significativas, en el grupo de alta creatividad.

Estos resultados son similares a lo obtenido mediante estudios de imágenes cerebrales en donde no se han observado diferencias interhemisféricas en sujetos altamente creativos durante pruebas de pensamiento divergente, mientras que los sujetos con bajos puntajes de creatividad mostraron mayor actividad en el hemisferio cerebral izquierdo (Carlsson y cols, 2000; Bekhtereva y cols. 2001).

Mölle y cols. (1999) y Razoumnikova (2000) propusieron el uso de medidas cuantitativas del EEG para evaluar el procesamiento cortical en tareas que involucran el pensamiento divergente y el convergente. Mölle y cols. (1999) encontraron un aumento de la medida denominada complejidad dimensional del EEG en las regiones centrales y posteriores durante el pensamiento divergente con respecto al convergente, mientras que esta medida fue semejante en las regiones frontales en las condiciones de pensamiento divergente y relajación mental, lo que los llevó a sugerir que ambas condiciones requieren de un menor control de la atención durante el pensamiento creativo. Por otra parte, Razoumnikova (2000) observó que, en el grupo de sujetos con mayores puntajes en la prueba de pensamiento divergente, existió una mayor coherencia entre las regiones centro-parietales bilaterales y mayores conexiones en las regiones corticales del hemisferio derecho.

Potenciales relacionados a eventos. P300 novedoso.

Los potenciales relacionados con eventos (PREs) constituyen una técnica neurofisiológica no invasiva, de alta resolución temporal y han sido utilizados para el estudio de sujetos con trastornos mentales como esquizofrenia, depresión, trastorno obsesivo compulsivo, dependencia a alcohol, trastorno bipolar y en pacientes con lesiones cerebrales (Turetsky y cols., 1998; Towey y cols., 1990, Porjesz y cols., 2003); sin embargo, a la fecha no hay estudios que evalúen el pensamiento creativo con esta técnica.

Los PREs se dividen en dos tipos: exógenos y endógenos. En los exógenos, las características del componente dependen de las propiedades físicas del estímulo sensorial y no es afectado por la manipulación cognitiva. Mientras que en los endógenos dependen de la naturaleza de interacción del sujeto con el estímulo y varían según la atención, relevancia de la tarea y naturaleza del procesamiento requerido (Rugg y cols., 1996)

Para la obtención de los PREs se utilizan electrodos colocados sobre el cuero cabelludo (generalmente de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958), los cuales transmiten la actividad eléctrica generada por la corteza cerebral a un equipo electroencefalográfico. Mientras se realiza el registro del EEG, el sujeto es expuesto a una serie de estímulos físicos (visuales, auditivos, somestésicos o motores) o cognitivos. En el caso de los PREs auditivos se le administra al sujeto una serie de tonos mediante unos audífonos y en los PREs visuales se presenta un conjunto de imágenes a través de un monitor. Una vez obtenido el EEG se promedia la actividad eléctrica dentro de una ventana de tiempo que incluye la duración del estímulo y un

tiempo adicional que depende de los componentes a evaluar (Niedermeyer y cols., 1999).

Como se señaló previamente, los PREs son fluctuaciones de voltaje que están asociadas temporalmente a la presencia de un evento físico o mental (Picton y cols., 2000). Por tanto, a través de la promediación se refuerza la actividad asociada al estímulo y se elimina la actividad electroencefalográfica que tiene un comportamiento aleatorio. En el PRE promedio aparece una serie de componentes que son definidos según su tiempo de aparición (latencia) y su voltaje (amplitud), ya sea positivo o negativo. Por ejemplo, todas las deflexiones positivas son identificadas con una P y las deflexiones negativas con una N; de esta forma una onda positiva que aparece alrededor de los 300 milisegundos (ms) se conoce como el componente P300 (Niedermeyer y cols., 1999).

Entre los componentes de los los PREs cognitivos más característicos están el N200 y el P300. En la mayoría de los casos éstos se obtienen mediante un paradigma denominado "oddball" (clásico), que consiste en la presentación de un estímulo de aparición *frecuente* (estímulo frecuente) y otro de aparición *infrecuente* y aleatoria (estímulo infrecuente). Este paradigma puede realizarse mientras el sujeto ignora los estímulos o en condición de atención en la cual se le pide que cuente el número de estímulos infrecuentes o que genere una respuesta motora ante su aparición (Polich y cols., 2006).

El componente N200 se ha asociado con el proceso tanto automático como voluntario de identificación, discriminación y categorización del estímulo (Daffnery cols., 2000; Patel y cols., 2005).

En el componente P300 se distinguen dos subcomponentes: P3a y P3b. El componente P3b ha sido el más estudiado, tiene una distribución centro-parietal y evalúa procesos de atención y de memoria de trabajo. Su amplitud ha sido interpretada como un índice de la actividad cerebral cuando se actualizan las representaciones mentales del estímulo, mientras que las variaciones en la latencia informan acerca de la velocidad con la que se lleva a cabo el proceso y se ha asociado con la eficiencia cognitiva (Polich y cols., 2006).

El componente P3a aparece posterior a una serie de eventos intrusivos o novedosos, independientemente de la relevancia de la tarea, y se caracteriza por tener una distribución fronto-central, ser de latencia más corta, de habituación rápida y ha sido interpretado como una respuesta de orientación (Hegerl, pág. 621, en Niedermeyer y cols., 1999).

Squires y cols. (1975) y Courchesne y cols. (1975) fueron los primeros en obtener la P3a. El grupo de Squires al presentar un estímulo *irrelevante* muy distinto al *frecuente*, con un paradigma “oddball” clásico, obtuvo un componente que llamó P3a. Mientras que en el experimento del grupo de Courchesne, mediante un paradigma “oddball” de tres estímulos: *frecuente*, *infrecuente* y uno *novedoso* (nunca antes visto) encontraron una P300 de distribución frontal al que denominaron P300 novedoso.

Aunque la P3a y la P300 novedosa se producen a través de dos paradigmas distintos, se cree que ambos parecen estar asociados a la actividad de los mismos grupos neuronales (Freidman y cols., 2001). Además, para algunos investigadores (Clark y cols., 2000; Comerchero y cols., 2000) la P3a y P300 novedosa representan el mismo fenómeno por el hecho de que ambos componentes reflejan una respuesta de orientación, tienen una distribución frontocentral y una misma latencia.

Como se mencionó, la P300 novedosa generalmente se obtiene mediante un paradigma “oddball” de tres estímulos: un estímulo *frecuente*, un *infrecuente* distribuido al azar y un estímulo “novedoso” de aparición improbable (Opitz y cols., 1999). Al aumentar la dificultad de discriminación entre el estímulo *frecuente* e *infrecuente* se incrementa la demanda de atención requerida durante la realización de la prueba, por lo que el componente generado por el estímulo novedoso representa una respuesta automática de la atención a la desviación del estímulo (Polich y cols., 2006).

Sin embargo, la amplitud, latencia y distribución del componente P300 novedoso varían de acuerdo a la definición operativa que se le da al estímulo “novedoso” y de las características propias de cada paradigma, lo cual podría explicar la falta de consistencia en los resultados obtenidos con este tipo de PRE.

Los estímulos novedosos se dividen en dos tipos: aquellos conocidos previamente y que son novedosos porque surgen en un contexto inesperado y otros de los cuales no se tiene una representación previa en la memoria y resultan ser nuevos e inusuales (Ranganath y cols., 2003; Runco y cols., 1999).

De lo anterior se desprenden dos tipos de paradigmas que son los que se usan generalmente para la obtención del componente P300 novedoso: 1) aquellos donde un estímulo conocido adquiere el significado de novedoso ya que aparece en un contexto inesperado entre una serie de estímulos frecuente e infrecuente de difícil discriminación (Jeon y cols., 2001; Combs y cols., 2006; Cycowicz y cols., 2004); 2) y otros donde un estímulo novedoso nunca antes visto se presenta de forma aleatoria e imprevista entre una serie de estímulos *frecuentes* e *infrecuentes* de fácil discriminación (Escera y cols., 1998).

En el primer caso el estímulo *novedoso* produce una P300 mayor en regiones frontocentrales en comparación al componente del estímulo *infrecuente*. Esta diferencia posiblemente se debe a que la dificultad de discriminación entre el estímulo frecuente e infrecuente incrementa la demanda de atención sobre la tarea que se desempeña y al interrumpir ésta por un estímulo distractor, se genera un P3 *novedoso*. En el segundo caso hay pocas diferencias de amplitud y distribución entre los componentes P300 generados por los estímulos *novedoso* e *infrecuente* (Polich y cols, 2003).

Daffner y cols. (2000) realizaron uno de los pocos estudios de PREs que han utilizado un estímulo *novedoso* que cumpla con el criterio de “nunca antes visto”. Con este paradigma evaluaron a un grupo de 9 pacientes con infartos frontales. La prueba consistió en un “oddball” *novedoso* visual formado por tres tipos de estímulos: frecuente (triángulo), infrecuente (triángulo invertido) y una serie de estímulos visuales *novedosos* (dibujos fragmentados u objetos “imposibles”) diseñados con líneas blancas en un fondo negro. Los controles sanos mostraron una onda P300 *novedosa* frontal mayor en comparación a la P300 del estímulo *infrecuente*; sin embargo, esta diferencia no fue significativa. Los pacientes con lesión cerebral tampoco presentaron diferencias significativas entre los potenciales de ambos tipos de estímulos pero las diferencias entre la amplitud del componente P300 *novedoso* e *infrecuente* fue mucho menor. Esto sugiere que la lesión de los lóbulos frontales disminuye la atención a los estímulos *novedosos* visuales. Esta investigación es una de las pocas que, mediante PREs visuales, han utilizado un estímulo *novedoso* que cumpla con el criterio de “nunca antes visto” y referido una P300 *novedosa* en regiones frontales sugestiva de una reacción de orientación.

Ambos paradigmas evalúan dos tipos de novedad, por lo que sería importante comparar las diferencias en los componentes de los PREs mediante estos dos paradigmas en un grupo de sujetos sanos.

Sobreexcitabilidades.

Kazimierz Dabrowski en 1964 (como se cita en Runco y cols., 1999) sugirió que los sujetos altamente creativos responden de manera más intensa a estímulos físicos y emocionales. A esta característica se le llama sobreexcitabilidad y se define por los siguientes atributos: a) la reacción excede al estímulo; b) la reacción dura más que el promedio; c) puede ser que la reacción no se relacione con el estímulo; d) la experiencia emocional tiene un efecto en el sistema nervioso simpático, como incremento de la frecuencia cardíaca, por ejemplo. Para este autor, la sobreexcitabilidad parece ser parte de la constitución individual de cada persona y es un atributo fundamental de la creatividad.

Existen cinco tipos de sobreexcitabilidad: psicomotora, sensual, intelectual, imaginativa y emocional, que son relativamente independientes una de la otra (Tillier, 2003):

La *sobreexcitabilidad psicomotora* se describe mediante los altos niveles de energía experimentados por los sujetos altamente creativos que se expresan en un intenso trabajo físico, actividad atlética, competitividad, discurso rápido, excitación marcada y presión para la acción.

En la *sobreexcitabilidad sensual* la experiencia multisensorial es amplificada a través de ver, oler, probar, tocar y escuchar. Como consecuencia los sujetos se encuentran inmersos en el placer de los sonidos de las palabras, la música, las formas, los colores, los ritmos, la luz y la experiencia sexual.

La *sobreexcitabilidad intelectual* comprende mayor curiosidad, capacidad de concentración y de mantener un esfuerzo intelectual, deseo de aprender, búsqueda del conocimiento, preocupación por el pensamiento lógico, analítico, la introspección e independencia de pensamiento.

La *sobreexcitabilidad imaginativa* hace referencia a un aumento en la predisposición para la fantasía, la visualización, el pensamiento mágico y animista así como la habilidad para formar nuevas e inusuales asociaciones a partir de estos pensamientos.

La *sobreexcitabilidad emocional* se relaciona con la capacidad de formar fuertes vínculos con los demás, lugares, cosas y animales. Además estos sujetos experimentan emociones, afectos y respuestas somáticas intensificadas. Las emociones pueden ser extremistas y variar de sentimientos positivos a negativos. La emoción puede ser expresada por medios de somatización como tensión, taquicardia y diaforesis.

Las sobreexcitabilidades se han relacionado con la creatividad. Chávez y cols. (2003) observaron una asociación significativa entre las sobreexcitabilidades sensual, imaginativa e intelectual con el índice de creatividad, evaluado a través de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo (Torrance, 1998).

JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En relación a lo mencionado anteriormente en que una de las dimensiones de la creatividad es el pensamiento, el cual es susceptible de ser evaluado y dado que se han propuesto semejanzas en el proceso cognitivo entre sujetos altamente creativos y aquellos con psicopatología sería importante, de forma inicial, comenzar a caracterizar diferencias en este proceso entre sujetos con distintos índices de creatividad mediante una técnica neurofisiológica como son los PREs cognitivos.

Una de las metas fundamentales de las neurociencias cognitivas es entender la relación entre la conducta y el funcionamiento del cerebro. Mediante distintas técnicas electrofisiológicas y de imágenes cerebrales se han estudiado diversas habilidades humanas, como el lenguaje, memoria, atención, habilidades de cálculo y musicales y la conducta sexual y agresiva; sin embargo, a pesar de que la creatividad ha sido importante para el desarrollo y progreso de la humanidad, incluso de las neurociencias, se ha investigado poco acerca de la creatividad desde el punto de vista de las neurociencias. En particular, no existen referencias en la literatura acerca de la aplicación de los PREs para la evaluación de la creatividad.

Los estudios que proponen semejanzas entre una creatividad alta y psicopatología no han utilizado pruebas de creatividad estandarizadas ni se ha descartado la presencia de psicopatología en los controles sanos. Entre las pruebas estandarizadas de creatividad más usadas se encuentra la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo ya que la misma tiene altos índices de confiabilidad y de validez. No obstante, ninguno de los más de 2000 artículos que la incluyen (Chávez, 2004), la asocian con el registro de los PREs.

Por otra parte, la sobreexcitabilidad ha sido caracterizada como una tendencia a responder de forma intensa a una serie de estímulos físicos y emocionales; sin embargo, no existe un estudio conductual o electrofisiológico que evalúe la respuesta a estímulos sensoriales en personas con distintos grados de sobreexcitabilidad.

PREGUNTAS DE INVESTIGACION

¿Habrá diferencias en los PREs, obtenidos con un “oddball” novedoso, en sujetos sin psicopatología, con creatividad promedio y alta, determinadas con la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo?

¿Existirá una relación entre las sobreexcitabilidades, evaluadas en sujetos sin psicopatología mediante el Cuestionario de Sobreexcitabilidad, los PREs con un “oddball” novedoso y el índice de creatividad determinado con la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo?

HIPOTESIS

1. Habrá diferencias en la latencia y amplitud de los componentes de los PREs obtenidos mediante un “oddball” novedoso, entre sujetos con creatividad alta y promedio.
2. Existirá una relación entre las sobreexcitabilidades, evaluadas mediante el Cuestionario de Sobreexcitabilidad, y la latencia y amplitud de los componentes de los PREs obtenidos con un “oddball” novedoso, entre sujetos sin psicopatología y creatividad alta y promedio.

3. Habrá una relación entre las sobreexcitabilidades, evaluadas mediante el Cuestionario de Sobreexcitabilidad, y el índice de creatividad determinado con la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, entre sujetos sin psicopatología y creatividad alta y promedio.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de las bases biológicas de la creatividad mediante el estudio de los componentes de los PREs obtenidos con un “oddball” novedoso, en sujetos sin psicopatología clasificados según su índice de creatividad (promedio y alto), así como de la relación existente entre estas respuestas, las sobreexcitabilidades y la creatividad.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Examinar la presencia de los componentes de los PREs en dos paradigmas de “oddball” novedoso, en sujetos con distintos índices de creatividad, según la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

2. Comparar la amplitud y latencia de los componentes de los PREs obtenidos con dos paradigmas “oddball” novedoso, en sujetos con distintos índices de creatividad, según la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

3. Examinar la asociación entre las distintas subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades y la latencia y amplitud de los componentes de los PREs obtenidos con un “oddball” novedoso, entre sujetos sin psicopatología y creatividad alta y promedio.

4. Examinar la asociación entre las distintas subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades y el índice de creatividad determinado con la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, entre sujetos sin psicopatología y creatividad alta y promedio.

DISEÑO METODOLOGICO

En esta sección se describen los aspectos más generales y comunes a las muestras estudiadas, los criterios de inclusión y exclusión para la investigación, los instrumentos de evaluación, el procedimiento general seguido en los dos paradigmas así como el análisis de datos. Posteriormente, se desarrollan dos secciones que incluyen las muestras, la descripción de cada uno de los paradigmas “oddball” novedoso utilizados para el registro de los PREs y el análisis de los resultados obtenidos con los mismos. Finalmente, se presentan los resultados del análisis de la asociación entre las distintas subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades y el índice de creatividad determinado con la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

Población de estudio. Criterios de inclusión.

Se evaluó una población de 47 sujetos, que fueron divididos en 2 grupos: uno con puntuaciones dentro del rango promedio y el otro con puntuaciones dos desviaciones estándar por arriba de la media, según la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo (1998). La población fue conformada por hombres y mujeres de 20 a 55 años. La muestra se obtuvo de la siguiente forma:

a) Se invitó a aquellas personas que obtuvieron algún reconocimiento en su campo de trabajo, artístico o científico (becarios del Fondo Nacional para la Cultura y las Artes, Premio Nacional de Ciencias y Artes, Premios Weizman -para áreas biológicas, química, física y matemáticas) con el propósito de incrementar la probabilidad de identificar a sujetos con altos puntajes en la PTPC.

b) Sujetos provenientes de la comunidad, no dedicados a ninguna actividad científica o artística, con la finalidad de identificar, posiblemente, sujetos con puntajes promedio en la PTCP.

Criterios de exclusión.

Presencia de trastornos del eje I descartado por M.I.N.I.-Plus (Mini International Neuropsychiatry Interview).

Dependencia o abuso a alcohol o sustancias psicoactivas.

Trastornos de personalidad del cluster A descartado mediante la entrevista SCID-II (*structured clinical interview for DSM-IV for personality disorders*).

Enfermedad neurológica y antecedente de traumatismo craneal con o sin pérdida del estado de alerta descartado clínicamente.

Haber bebido café, o bebidas con cafeína y/o fumado previo al registro de PREs.

Tener un familiar con esquizofrenia en primer grado.

Instrumentos de medición.

a) Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, parte gráfica (1998).

La PTPC consiste en un test gráfico, del cual se obtiene un índice de creatividad y esta conformado por varias subescalas: fluidez, flexibilidad, originalidad, abstracción, elaboración, resistencia al cierre prematuro y otras habilidades (expresividad emocional, movimiento, articulación de contexto, expresividad de títulos, síntesis, visualización inusual, visualización interna, humor, imaginación colorida, imaginiería

vivida y fantasía) de las cuales existe un alto grado de confiabilidad: coeficiente de Pearson 0.96 para fluidez, 0.86 para originalidad, 0.94 para flexibilidad, en lo que respecta para las pruebas gráficas (Chávez, 2001). Además, se ha demostrado una alta validez predictiva ($r>0.57$) para logros creativos profesionales (Torrance, 1993). Para este estudio se utilizó la versión en español de la PTPC (Torrance, 1990); sin embargo, a pesar de que ha sido utilizada en población hispana con fines de investigación (Garaigordobil, 2006; Martínez y cols., 2003; Moreno y cols., 1991), no hay datos de confiabilidad ni validez en población mexicana. Para la administración y calificación de la PTPC se obtuvo el entrenamiento de esta prueba en el Centro Torrance de Estudios de la Creatividad de la Universidad de Georgia, E.U.A consiguiendo una confiabilidad inter-evaluador alta ($r>0.9$).

La Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo ha sido traducida a 35 idiomas (Millar, 2002), es la prueba de creatividad con un mayor número de referencias (Colangelo y cols., 1997; Wechsler, 2006) debido a su alta confiabilidad y validez y ha sido utilizada para identificar a estudiantes con un potencial creativo alto (Cramond, 2005).

b) Cuestionario de Sobreexcitabilidad.

El cuestionario de sobreexcitabilidades fue desarrollado por Falk y cols. en 1988. La alfa de Cronbach para confiabilidad interna para cada uno de los factores es: psicomotora=0.86, sensual=0.89, imaginativa=0.85, intelectual=0.89 y emocional=0.84. Falk y cols. (1997) realizaron la validación transcultural de este cuestionario en una muestra de artistas americanos y venezolanos. Este cuestionario fue traducido al español y validado en población mexicana, dentro de un estudio multinacional (Chávez y cols. 2003), en donde se evaluaron sujetos de México, Taiwán, Estados Unidos, Turquía y España y se encontró que los mexicanos

presentaron una mayor sobreexcitabilidad sensual; mientras que los estadounidenses mostraron una mayor sobreexcitabilidad psicomotriz, emocional e intelectual.

El Cuestionario de Sobreexcitabilidad está integrado por 50 items, el formato de respuesta es una escala tipo Likert, donde según la frecuencia “nunca” es calificado como “1”, “rara vez” como “2”, “algunas veces” como “3”, “casi siempre” como “4”, y “siempre” como “5”. En cuanto a su confiabilidad, el cuestionario de sobreexcitabilidades cuenta con alfa de Cronbach 0.8144 para sobreexcitabilidad psicomotriz, 0.8921 para sobreexcitabilidad sensual, 0.8685 para sobreexcitabilidad imaginativa, 0.9068 para sobreexcitabilidad intelectual, y 0.8048 para sobreexcitabilidad emocional (Chávez y cols. 2003). Este cuestionario ha sido utilizado para identificar a estudiantes con un potencial creativo alto (Bouchet y cols. 2001).

c) M.I.N.I.-PLUS. La Entrevista Neuropsiquiátrica Mini-Internacional (M.I.N.I., por sus siglas en inglés), es una entrevista semiestructurada, desarrollada en Estados Unidos y Europa, con base en los criterios del DSM-IV (Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales) y del CIE-10 (Clasificación Internacional de Enfermedades). Su administración dura aproximadamente 30 min. Fue diseñada para su uso en ensayos clínicos multicéntricos y estudios epidemiológicos (Sheehan y cols. 1998), explora 23 trastornos psiquiátricos del eje I del DSM-IV; además de riesgo de suicidio y personalidad antisocial. Esta entrevista ha sido traducida a 39 idiomas. En cuanto a los datos de confiabilidad y validez de procedimiento, al ser comparado con el SCID, cuenta con una *kappa* superior a 0.50 para todos los diagnósticos, excepto para dependencia de drogas actual (0.43), sensibilidad mayor a 0.70, excepto para distimia (0.67) y dependencia a drogas actual (0.45); especificidad mayor a 0.86 para todos los diagnósticos; valor predictivo positivo mayor a 0.50, excepto para distimia (0.45), agorafobia a lo largo de la vida (0.46) y fobia simple actual (0.43); y valor predictivo negativo mayor a 0.92 para todos los diagnósticos. Los valores de *kappa* para la

confiabilidad interevaluador se encuentran arriba de 0.75 y la mayoría (70%) son iguales o superiores a 0.90. En cuanto a la confiabilidad prueba-reprueba, los valores *kappa* se encuentran por arriba de 0.75, excepto para manía actual cuyo valor es de 0.45 (Sheehan y cols. 1998).

d) SCID-II para Cluster A.

El SCID-II (Entrevista Clínica Estructurada para el DSM-IV, trastornos del eje II) es una entrevista semiestructurada utilizada para el diagnóstico de trastornos de personalidad. Para este estudio sólo se utilizó el apartado de trastornos de personalidad del “cluster” A (esquizoide, esquizotípico y paranoide). En relación a su confiabilidad interevaluador cuenta con una *kappa* superior a 0.91 (Maffei y cols., 1997) y la *kappa* para la prueba-reprueba es mayor a 0.59 (Dreessen y cols., 1998) para los tres trastornos del “cluster” A.

Procedimiento.

Se obtuvo el consentimiento por escrito de cada sujeto previo a las evaluaciones. En una primera sesión, todos los sujetos fueron evaluados mediante la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo parte gráfica (30min), el cuestionario de sobreactividad (10min), el M.I.N.I.-Plus (30 min), el SCID II (sección de trastornos del cluster A, 15 min).

Procedimiento general para obtener el potencial relacionado con evento.

Registro. El estudio se realizó de forma individual, en un cuarto aislado, sin presencia de ruido, cada sujeto se sentó confortablemente frente a un monitor a un metro de distancia y se le explicó el procedimiento.

A cada participante se le colocó una gorra electrocap de 19 electrodos. Se utilizaron como referencia dos electrodos en la mastoides izquierda y derecha y dos electrodos a los lados de cada ojo para registrar los movimientos oculares.

A todos los sujetos se les dieron las siguientes instrucciones:

“Mediante este experimento estamos tratando de evaluar la manera en que el cerebro responde a distintos estímulos visuales. Es muy importante que durante todo el experimento trate de estar relajado, no se preocupe, no existen respuestas correctas ni incorrectas para este experimento. También es importante que mantenga fija su vista al monitor cuando se le indique, tratando de parpadear lo menos posible pero sin lastimarse la vista. Si tiene alguna pregunta durante el experimento le pedimos que espere a que termine éste y le responderemos sus dudas”.

En ambas muestras, el registro de los PREs se realizó en el orden siguiente:

- i. Cinco minutos de registro de EEG basal con ojos cerrados.
- ii. Tres minutos de registro de EEG basal con ojos abiertos.
- iii. Primera corrida: durante cinco minutos se realizó un “oddball” clásico.
- iv. Dos minutos de reposo con los ojos cerrados.
- v. Un minuto de reposo con los ojos abiertos.
- vi. Segunda corrida: durante 10 minutos se realizó un “oddball” novedoso.

Análisis de datos.

Las características demográficas de la muestra se analizaron mediante estadística descriptiva. Para el registro del potencial relacionado con evento se guardó un registro electroencefalográfico (EEG) continuo de cada sujeto. Las ventanas del EEG para tres tipos de estímulos (frecuente, infrecuente, novedoso) fueron promediadas por separado. Aquellas ventanas con artefactos fueron excluidas para el análisis. Para la comparación de la amplitud de los componentes de los PREs entre grupos se utilizó la prueba multivariada no paramétrica de permutaciones (Galán y cols., 1997). Para la comparación entre la latencia de los distintos componentes entre grupos los datos fueron analizados mediante el test de U de Mann-Whitney. La asociación entre la amplitud del componente P300 novedoso, el índice de creatividad, las subescalas de la PTPC y del cuestionario de sobreexcitabilidad se realizó mediante la prueba de correlación de rangos de Spearman. Para el análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS 10.

PRIMER PARADIGMA “ODDBALL” NOVEDOSO

Muestra.

Con este paradigma fueron evaluados 28 sujetos de los cuales 8 fueron eliminados: 5 obtuvieron puntuaciones intermedias entre creatividad promedio y creatividad superior según la PTPC; en un caso su registro no se pudo analizar por presentar artefactos y dos sujetos no aceptaron continuar en el estudio después de realizar las pruebas psicométricas y clinimétricas.

La muestra (n=20) fue integrada por 8 mujeres y 12 hombres. Se dividieron en dos grupos: grupo 1, sujetos con puntajes promedio en la PTPC (percentil 27-78) (7

hombres, 3 mujeres); y grupo 2, sujetos con puntajes dentro de una creatividad superior en la PTPC (percentil 94-99) (5 hombres y 5 mujeres).

Procedimiento particular

Para el primer paradigma “oddball” novedoso se presentó primero un “oddball” clásico y luego uno novedoso.

El “oddball” clásico tenía las siguientes características: a) 200 figuras blancas, de 732X454 pixeles, ubicadas en el centro del monitor, sobre un fondo negro; b) 160 estímulos *frecuentes* (triángulo, probabilidad de aparición 0.80); c) 40 estímulos *infrecuentes* (triángulo invertido, probabilidad de aparición de 0.20); d) la duración de los estímulos fue de 75 ms. y el intervalo interestímulo de 1000 ms.; e) se les pidió a los sujetos que apretaran el botón izquierdo del “mouse” cada vez que apareciera el estímulo *infrecuente*. En la figura 1 se muestran los estímulos frecuente e infrecuente.

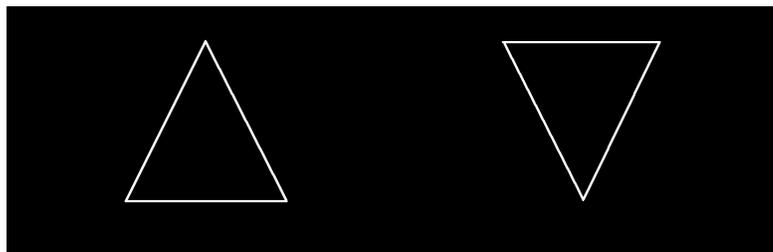


Figura 1. Se muestran el estímulo frecuente (izquierda) e Infrecuente (derecha) del paradigma “oddball” clásico.

Las características del segundo paradigma “oddball” novedoso fueron: a) 400 figuras blancas de 732X454 pixeles, ubicadas en el centro de un monitor, sobre un fondo negro; b) 280 estímulos *frecuentes* (triángulo, probabilidad de aparición de 0.70); c) 60 estímulos *infrecuentes* (triángulo invertido, probabilidad de aparición de 0.15); d) 60 estímulos *novedosos* (30 estímulos novedosos nunca antes vistos, diseñados por el

investigador, probabilidad de aparición de 0.15); e) la duración de los estímulos fue de 250 ms. y el intervalo interestímulo de 1000 ms; f) se les pidió a los sujetos que apretaran el botón izquierdo del “mouse” cada vez que apareciera el estímulo *infrecuente* y no se les advirtió acerca del estímulo *novedoso*. En la figura 2 se muestra un ejemplo de estímulo novedoso.

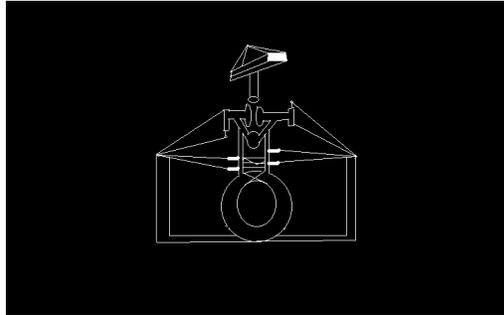


Figura 2. Se muestra un ejemplo de estímulo novedoso del paradigma “oddball” novedoso

Resultados.

1. Variables demográficas.

En la tabla 1 se listan las variables demográficas de los sujetos de este estudio. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en cuanto a escolaridad y edad, mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney (tabla 2).

Tabla 1. Datos demográficos de la muestra del primer paradigma “oddball” novedoso.

Datos demográficos	Grupo (n)	Rango	Media	Desviación estándar
Edad años	1(10)	23-52	35.9	8.9
	2(10)	22-44	30.5	7.3
Escolaridad en años	1(10)	16-20	18.4	2.0
	2(10)	15-20	18	2.4

Tabla 2. Diferencias entre grupos para datos demográficos de la muestra del primer paradigma “oddball” novedoso.

	Escolaridad	Edad
U de Mann-Whitney	46	30.50
z	-0.32	-1.47
p	0.79	0.14

2. Pruebas de Torrance de Pensamiento Creativo.

En la tabla 3 se presentan los resultados para las para cada una de las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo. Para el índice de creatividad (IC) la muestra tuvo un rango de 99 a 160, con una media= 131.35. Se encontraron diferencias significativas, entre grupos, en todas las subescalas e índice de creatividad de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, mediante el test de la U de Mann-Whitney (tabla 4).

Tabla 3. Puntajes de las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

PTPC	Grupo	n	Media	Desviación estándar
Fluidez	1	10	90.6	14.48
	2	10	116.2	23.75
Originalidad	1	10	102.2	17.85
	2	10	132.7	13.53
Elaboración	1	10	127	22.21
	2	10	155.4	8.59
Abstracción	1	10	89.7	14.77
	2	10	114.8	23.7
Resistencia al cierre prematuro	1	10	104.3	18.6
	2	10	134.1	13.04
Otras habilidades creativas	1	10	13.2	3.55
	2	10	16.8	2.82
Índice de creatividad	1	10	115.6	8.61
	2	10	147.1	7.07

Tabla 4. Diferencias entre grupos para la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

	Fluidez	Originalidad	Elaboración	Abstracción	Resistencia al cierre prematuro	Otras Habilidades Creativas	IC
U Mann Whitney	19.50	8.50	5	21	7.50	20.50	0.000
Z	-2.31	-3.14	-3.42	-2.21	-3.24	-2.28	-3.78
p	0.019	0.001	0.000	0.029	0.000	0.023	0.000

3. Cuestionario de Sobreexcitabilidades.

En la tabla 5 se muestran los resultados de las subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades. Como se observa no hubo diferencias significativas para ninguna de la subescalas entre grupos. Mediante el test de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias significativas entre grupos (tabla 6).

Tabla 5. Puntajes para las subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades para cada grupo.

	Sobreexcitabilidades	Grupo	n	Media	Desviación estándar	
Tabla	Intelectual	1	10	4.16	0.70	6.
		2	10	4.15	0.41	
	Sensual	1	10	4.31	0.47	
		2	10	4.12	0.63	
	Imaginativa	1	10	2.87	0.91	
		2	10	3	0.92	
	Psicomotriz	1	10	3.75	0.78	
		2	10	3.45	0.39	
	Emocional	1	10	3.81	0.57	
		2	10	3.35	0.77	

Diferencias entre grupos para el cuestionario de sobreexcitabilidades.

	Intelectual	Sensual	Imaginativa	Psicomotriz	Emocional
U Mann Whitney	42.50	41.50	46	36.50	29.50
z	-0.56	-0.64	-0.30	-1.02	-1.55
p	0.57	0.52	0.79	0.31	0.12

4. Resultados de potenciales relacionados con eventos.

Tiempos de reacción. En las tablas 7 y 8 se muestran las medias y desviación estándar para el “oddball” normal y novedoso, respectivamente, en ambos grupos. No se encontraron diferencias significativas entre grupos, mediante el test U de Mann-Whitney, para el paradigma “oddball” clásico ($z = -0.832$; $p = 0.436$), ni para el paradigma “oddball” novedoso ($z = -0.265$; $p = 0.796$).

Tabla 7. Tiempos de reacción en el “oddball” clásico para ambos grupos

Grupo	Media	Desviación estándar
1	425.25 ms	62.37
2	417.61 ms	55.14

Tabla 8. Tiempos de reacción en el “oddball” novedoso para ambos grupos

Grupo	Media	Desviación estándar
1	451.79 ms	65.94
2	456.34 ms	66.71

Resultados “oddball” clásico.

En las figuras 3a y 3b se muestran los potenciales promedio para cada grupo. Para el análisis se emplearon un promedio de 46 ventanas para el estímulo frecuente y 21 para el estímulo infrecuente para el grupo de creatividad promedio y de 38 para el estímulo frecuente y 20 para el infrecuente para el grupo de creatividad alta. Con base en los potenciales promedio individuales se seleccionó una ventana de latencia de 315-455 ms para el análisis del componente P300 para ambos grupos se apreció un componente P300 infrecuente, con mayor amplitud en las derivaciones posteriores. Visualmente no se detectó un componente N200.

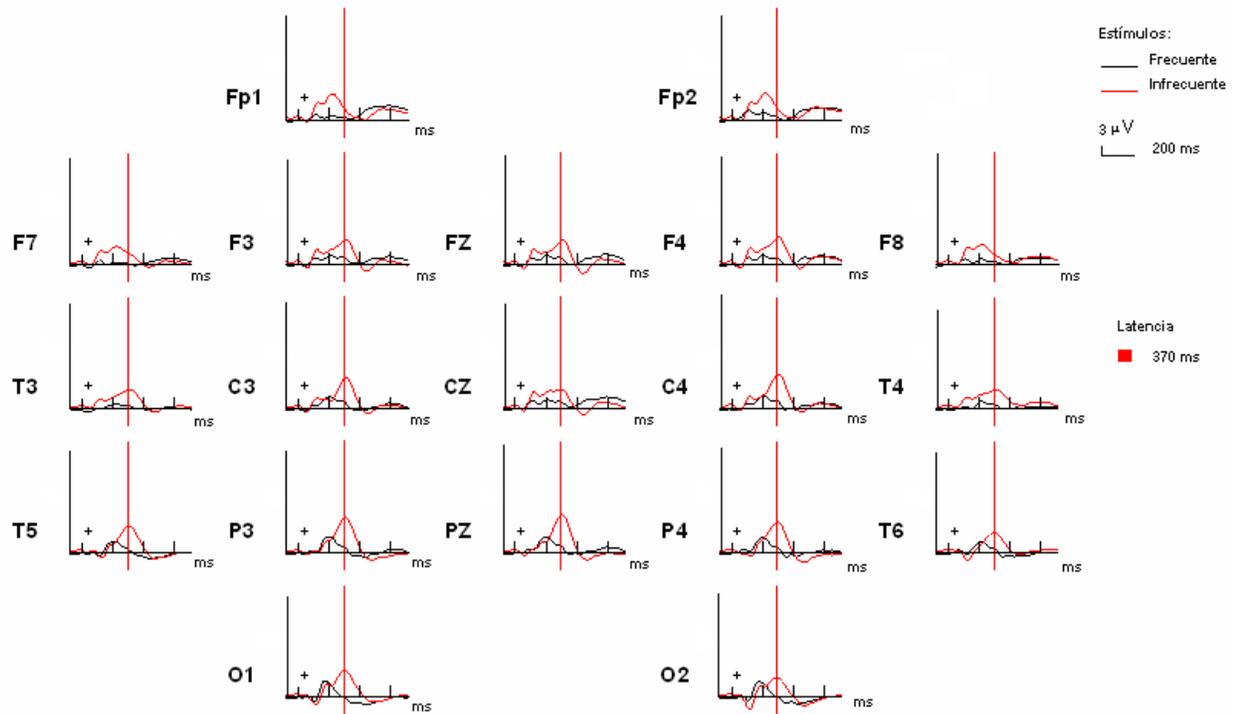


Figura 3a. Se muestran los potenciales promedio en las 19 derivaciones del “oddball” clásico para el grupo 1. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud del componente P300 infrecuente (línea vertical roja).

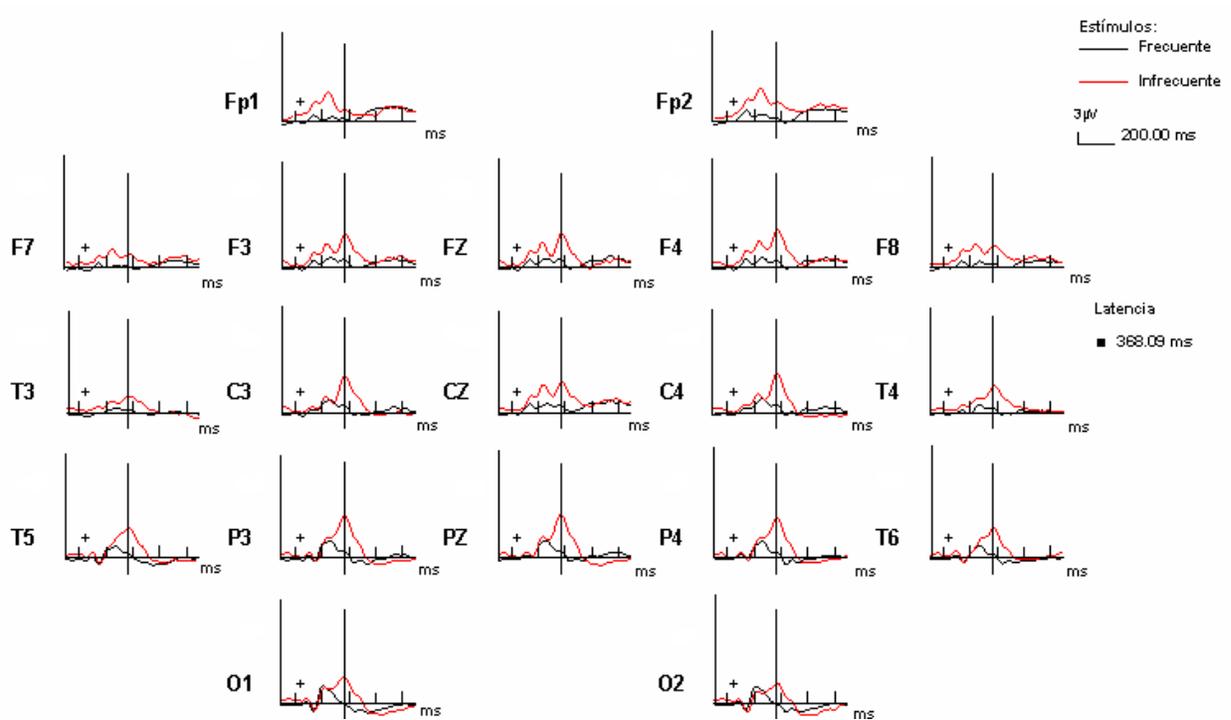


Figura 3b. Se muestran los potenciales promedio en las 19 derivaciones del “oddball” clásico para el grupo 2. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud del componente P300 infrecuente (línea vertical roja).

Las diferencias entre los estímulos frecuente e infrecuente dentro de cada grupo, se compararon mediante la prueba multivariada no paramétrica de permutaciones. En la tabla 9 y la figura 4 se muestran las derivaciones donde las diferencias fueron significativas.

Tabla 9. Resultados de la prueba de permutaciones para el componente P300 del paradigma “oddball” clásico para ambos grupos.

Grupo	Componente	Rango de latencia	Electrodo
1	P300	240-460ms	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, O1, O2, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz,
2	P300	170-470ms	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, F7, F8, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz.

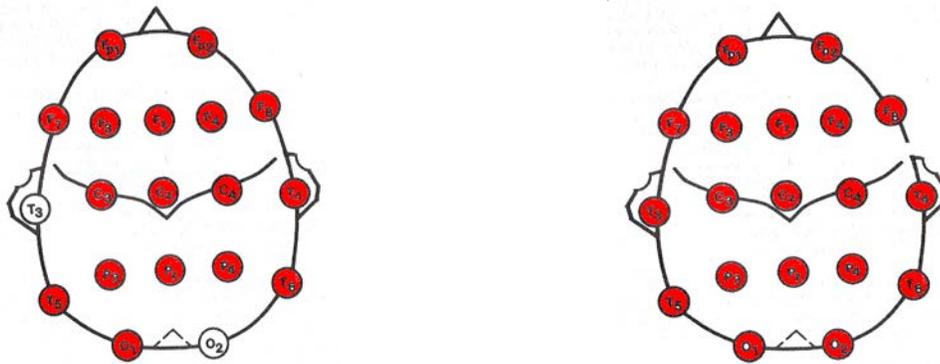


Figura 4. Potenciales diferencia entre estímulo infrecuente-frecuente (P300) para el grupo 1 (izquierda) y el grupo 2 (derecha).

No se encontraron diferencias significativas para la amplitud de este componente, entre grupos, en ninguna de las 19 derivaciones, mediante el análisis multivariado no paramétrico de permutaciones.

Resultados “oddball” novedoso.

Como se mencionó en la sección anterior en relación a la forma en que se seleccionaron las ventanas, para el componente N200 se seleccionó una ventana de 220-265 ms y para el componente P300 de 325-400 ms. Se utilizaron un promedio de 68 ventanas para el estímulo frecuente, 29 para el infrecuente y 31 para el novedoso para el grupo de creatividad promedio y para el grupo de creatividad alta: 66 ventanas para el frecuente, 24 para el infrecuente y 26 para el novedoso. Los potenciales promedio para cada grupo se muestran en las figuras 5a y 5b.

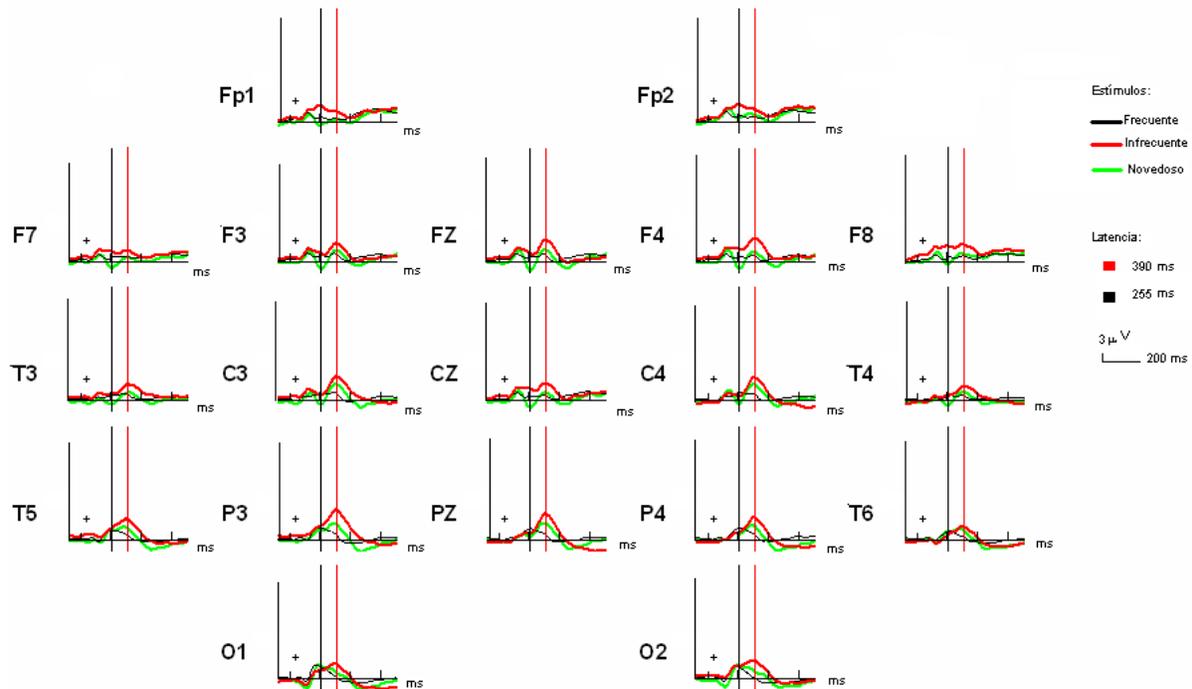


Figura 5a. Se muestran los potenciales promedio del “oddball” novedoso para los sujetos altamente creativos. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud para el componente N200 novedoso (línea vertical negra) y para el componente P300 infrecuente (línea vertical roja).

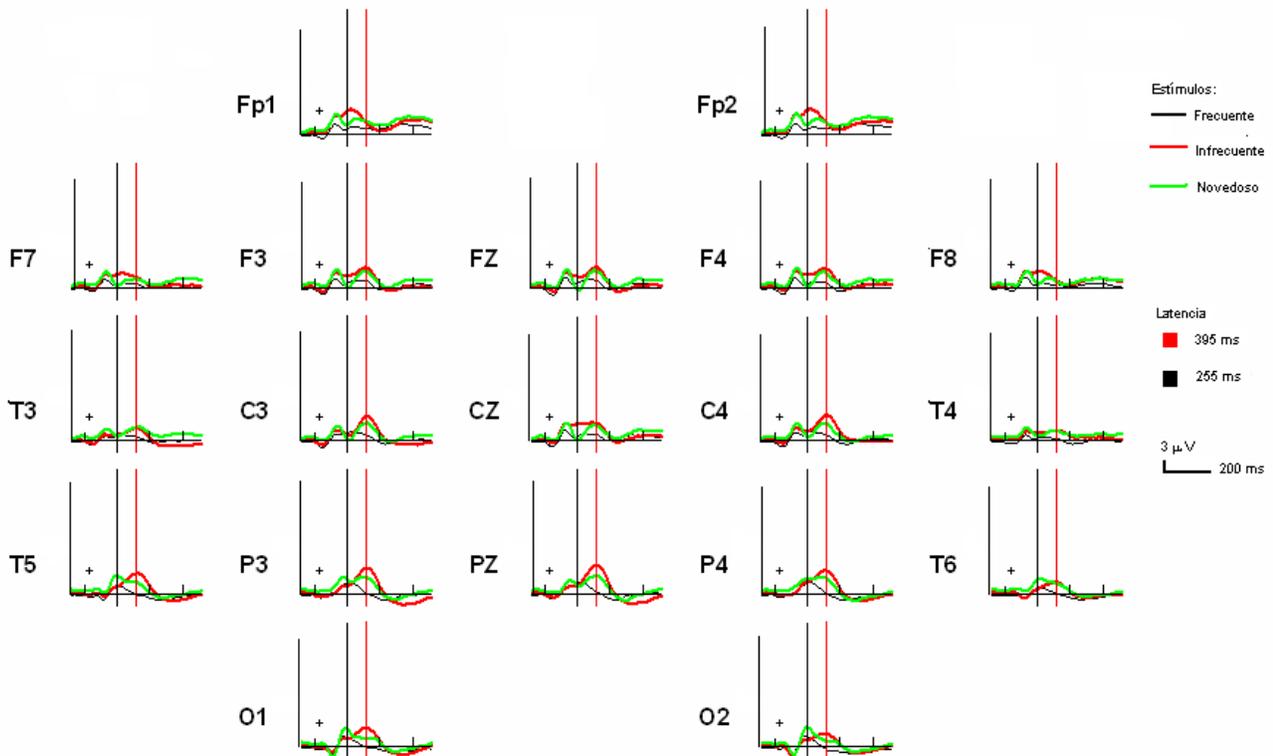


Figura 5b. Se muestran los potenciales de “oddball” novedoso para los sujetos creativos promedio. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud para el componente N200 novedoso (línea vertical negra) y para el componente P300 infrecuente (línea vertical roja).

Por inspección visual se detectó un componente P300 infrecuente de distribución posterior, una P300 novedosa de distribución centro-posterior y un componente N200 novedoso con distribución frontocentral.

Componente N200.

Las diferencias entre los componentes N200 infrecuente y novedoso entre grupos, se compararon mediante la prueba multivariada no paramétrica de permutaciones.

La prueba no paramétrica de permutaciones mostró diferencias significativas entre los sujetos altamente creativos y aquellos con creatividad promedio en las derivaciones T3 y T4. Tales diferencias estuvieron dadas por una mayor amplitud en la respuesta al estímulo novedoso, en el rango entre los 245-310 ms, en el grupo con alta creatividad.

Componente P300 infrecuente “oddball” novedoso.

Para los componentes N200, P300 novedosos y P300 infrecuente, no se encontraron diferencias significativas para la latencia, entre grupos, mediante el test de U de Mann-Whitney (tabla 10).

Tabla 10. Diferencias entre grupos para la latencia entre los componentes N200, P300 novedosos y P300 infrecuente.

	N200 T3	N200 T4	N200 Fz	N200 Cz	N200 Pz	P3n T3	P3n T4	P3n Fz	P3n Cz	P3n Pz	P3b Fz	P3b Cz	P3b Pz
U de Mann- Whitney	49	36.5	43	34.5	37.5	47	49	47	48	39	42.5	48	43
z	-0.07	-1.02	-0.53	-1.17	-0.94	-0.22	-0.07	-0.22	-0.15	-0.83	-0.56	-0.15	-0.53
p	0.97	0.31	0.63	0.24	0.35	0.85	0.97	0.85	0.91	0.43	0.57	0.91	0.63

N200.- componente N200 obtenido en respuesta al estímulo novedoso.

P3n.- componente P300 obtenido en respuesta al estímulo novedoso.

P3b.- componente P300 obtenido en respuesta al estímulo infrecuente.

P300 novedosa.

Los PREs de los sujetos altamente creativos y aquellos con creatividad promedio no presentaron diferencias significativas.

Evaluación de las asociaciones entre la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, las sobreexcitabilidades y los componentes del paradigma “oddball” novedoso.

A. Correlación entre el índice de creatividad y la latencia de los componentes N200 y P300 novedosos.

No se observó ninguna asociación entre el índice de creatividad con la latencia de los componentes N200, P300 novedosos y la P300 infrecuente, utilizando la prueba de correlación de rangos de Spearman.

Para la subescala de originalidad se encontró una relación positiva significativa con la latencia del componente P300 novedoso en Pz ($r=0.556$, $p<0.05$) y una asociación significativa entre la subescala de elaboración y la latencia de la N200 novedosa en Fz ($r=0.506$, $p<0.05$) y Pz ($r=0.472$, $p<0.05$). Para la subescala de abstracción hubo una correlación negativa con la latencia de la N200 novedosa en T4 ($r=-0.481$, $p<0.05$). La subescala de otras habilidades creativas se asoció con la latencia del componente P300 novedoso en Cz ($r=-0.487$, $p<0.05$). La resistencia al cierre prematuro se asoció con la latencia del componente N200 novedoso en T4 ($r=-0.445$, $p<0.05$).

B. Correlación entre las sobreexcitabilidades y el componente P300 novedoso.

Se encontró una correlación negativa significativa entre la sobreexcitabilidad imaginativa y la amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones T3 ($r=-0.675$, $r=0.01$) y T4 ($r=-0.557$, $p=0.05$).

C. Correlación entre las sobreexcitabilidades y las latencias en el “oddball” novedoso.

Se observó una relación negativa significativa entre la sobreexcitabilidad sensual y la latencia del componente P300 novedoso en T3 ($r=-0.551$, $p<0.05$), Cz ($r=-0.532$, $p<0.05$), Pz ($r=-0.476$, $p<0.05$).

Análisis de los resultados.

En el primer paradigma no se demostró la hipótesis propuesta en la que los sujetos con índice de creatividad superior mostrarían diferencias en la amplitud y latencia del componente P300 novedoso en comparación a los sujetos con un índice de creatividad promedio. Contrario a lo reportado en la literatura de los PREs, en relación al procesamiento de la novedad, en esta primera parte del estudio no se observó un componente P300 novedoso de distribución frontal y no hubo diferencias significativas entre el componente P300 novedoso e infrecuente.

El paradigma “oddball” novedoso empleado fue probado previamente en un pilotaje de 9 sujetos y se obtuvo una P300 novedosa frontal; sin embargo, este hallazgo fue encontrado solamente en 2 sujetos, por lo que probablemente el resultado obtenido se debió a las características de éstos y no a la capacidad del paradigma para generar una P300 novedosa. Más adelante se mencionarán algunas de las posibles causas de por qué este paradigma no generó una P300 novedosa de distribución frontal.

Con respecto a otros componentes, en esta investigación se observó una N200 para el estímulo novedoso. En el análisis entre grupos, la N200 novedosa mostró diferencias solamente en las derivaciones T3 y T4, siendo más negativa para el grupo altamente creativo. Además, hubo diferencias en su distribución ya que para el grupo de creatividad promedio la N200 novedosa fue significativamente mayor en comparación

al estímulo frecuente en derivaciones centro-posteriores, mientras que para el grupo altamente creativo ésta fue mayor en derivaciones fronto-centrales.

¿Cómo puede interpretarse esta diferencia entre grupos para la N200 novedosa? En la literatura se menciona que este componente está integrado por varios subcomponentes: N2a, N2b y N2c (Patel y cols., 2005).

La N2a se obtiene tanto en la modalidad visual como auditiva. En esta última se le reconoce como la negatividad de comparación (MMN, "mismatch negativity") y consiste en una respuesta ante la disparidad entre el estímulo infrecuente y las representaciones en la memoria sensorial del estímulo frecuente. Se considera un componente tanto consciente como involuntario y de una distribución anterior. (Patel y cols., 2005).

La N2b, al contrario de la N2a, no es generada por la incongruencia sensorial, sino por la desviación de la expectativa almacenada en la memoria del estímulo infrecuente. Su distribución tiende a ser central y se observa solamente en condiciones de atención; se han propuesto como sus generadores a las cortezas frontal y temporal así como la del cíngulo anterior (Daffner y cols., 2000).

La N2c aparece en tareas de búsqueda visual, es de distribución frontocentral y se ha asociado con el proceso de clasificación del estímulo (Patel y cols. 2005). Algunos investigadores han propuesto que la N2c está relacionada con la supresión de información considerada irrelevante durante una tarea; sin embargo, Eimer y cols. (1999) mencionaron que la N2c no está asociada a la inhibición sino a la selección del estímulo durante condiciones de atención.

Con base en lo mencionado anteriormente, es posible que los sujetos con mayores índices de creatividad en comparación con los de creatividad promedio, dedicaron mayores recursos durante la detección de incongruencia entre el estímulo novedoso y el frecuente. Sin embargo, no queda claro si este modelo de distintos subcomponentes para la N200 pudiera ser aplicado a la N200 novedosa.

El componente N200 ha sido poco estudiado en el procesamiento de estímulos novedosos. Daffner y cols. (2000) mencionaron que la N200 refleja un aspecto distinto en el procesamiento de estímulos novedosos en comparación a la P300 novedosa. Ellos observaron en su estudio que la amplitud del componente N200 era mayor cuando se presentaban estímulos no conocidos, por lo que concluyeron que la N200 visual indica que el estímulo no es fácil de reconocer o codificar, ya que no existe una representación previa de éste en la memoria. Además, la N200 novedosa, por tener una latencia relativamente temprana, indicaría que el sistema nervioso central es capaz de hacer una evaluación preliminar de que el estímulo visual no es familiar. Por su distribución anterior, probablemente las redes neuronales frontales participan en el proceso de decisión de la novedad y familiaridad.

Considerando este estudio de Daffner y cols. (2000) y lo mencionado en la literatura con respecto a la N200, el hecho de que los sujetos con mayores índices de creatividad presentaron una N200 novedosa mayor en comparación a los sujetos con creatividad promedio pudiera ser interpretado como que el grupo con creatividad alta presentaron una mayor respuesta al tratar de comparar una serie de estímulos nunca antes vistos y no reconocibles con las representaciones contenidas en la memoria.

Aún cuando no hubo una P300 novedosa de distribución anterior, ésta se detectó en regiones posteriores. Lo cual sugeriría que el estímulo continúa siendo procesado para ser clasificado en alguna categoría. Una N200 novedosa mayor en las derivaciones T3 y T4 en los sujetos altamente creativos es consistente con la hipótesis de codificación de la novedad propuesta por Tulving y cols. (1996), en la que la evaluación de la novedad se asocia con la activación de la corteza temporal y regiones subcorticales. Esta hipótesis se retomará en la sección de comparación de los paradigmas “oddball” novedosos.

Esta primera parte del estudio mostró algunas diferencias en el procesamiento de estímulos novedosos entre sujetos con distintos índices de creatividad. Sin embargo, es necesario mencionar que los resultados son modestos y se debe tomar en cuenta que el tamaño de la muestra es pequeño.

Como se mencionó previamente, los sujetos altamente creativos se caracterizan por tener preferencia hacia la novedad (Torrance y cols., 1999). No obstante, existe la posibilidad de que la diferencia entre sujetos con distintos índices de creatividad no se encuentra en el grado de respuesta al estímulo novedoso, sino en el grado en que se habitúan a éste.

En su estudio, Martindale y cols. (1996) propusieron que los sujetos altamente creativos responden con mayor grado de intensidad a los estímulos novedosos y se habitúan lentamente a éstos. Estos autores evaluaron, mediante potenciales dermatómicos, a dos grupos de sujetos con creatividad baja y alta. El grupo con creatividad alta presentó una mayor amplitud gamma y una reducción más lenta de este componente a lo largo de las series en que se presentaron los estímulos en comparación a los sujetos con creatividad baja. La amplitud gamma es un componente

de polaridad negativa que indica una respuesta de orientación hacia algún estímulo. Esto fue interpretado como que los sujetos altamente creativos son más sensitivos a los estímulos sensoriales en comparación a los sujetos con creatividad baja. Martindale y cols., concluyeron que los sujetos altamente creativos requieren de más tiempo para construir y probar un “modelo cortical” y posiblemente necesitan una cantidad mayor de datos antes de aceptar dicho “modelo”. Probablemente los sujetos altamente creativos al habituarse de manera más lenta a este tipo de estímulos, continúan elaborándolos para asignarles algún significado.

Esto concuerda con que los sujetos altamente creativos a pesar de preferir la novedad no se aburren de ella rápidamente (Martindale y cols., 1996), lo que se refleja en su capacidad para elaborar de forma detallada sus ideas y por tener la capacidad para considerar una gran cantidad de información antes de llegar a una conclusión de manera impulsiva.

En cuanto a las asociaciones entre las subescalas de la PTPC y del Cuestionario de sobreexcitabilidades en relación a los PREs, cabe señalar que las que resultaron ser significativas fueron pocas y de difícil interpretación.

En cuanto a las subescalas de originalidad y otras habilidades creativas la PTPC, se observó que las mismas se asociaron con la latencia del componente P300 novedoso, mientras que la elaboración, abstracción y resistencia al cierre prematuro lo hicieron con la latencia de la N200 novedosa. Para interpretar éstos resultados se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- a) La latencia de un componente representa la eficiencia con la cual se lleva a cabo el proceso (Niedermeyer y cols., 1999).

- b) Se ha descrito que el componente P300 novedoso puede presentar tanto una distribución anterior como posterior y que esta diferencia en su localización podría representar funciones cognitivas distintas. Esta diferencia depende de la atención y de la familiaridad con el estímulo. Aunque se propone que la P300 novedosa posterior tiene semejanzas con la P3b, no es posible determinar si ambos componentes pudieran reflejar el mismo proceso (Ranganath y cols., 2003).

- c) La originalidad se correlaciona con la fluidez ya que al crear un mayor número de elementos aumenta la probabilidad de generar ideas originales (Torrance y cols., 1999).

La originalidad se asoció positivamente con la latencia del componente P300 novedoso (llamada también P3a) en la derivación Pz. La P3a pudiera representar la movilización de la atención cuando ésta se requiere para la actualización de la memoria en la corteza asociativa (Polich y cols., 2006). Además, como mencionó Damasio (2001) (como se cita en Pfenninger, 2001), la memoria de trabajo es un aspecto importante para la generación de combinaciones novedosas. Por lo que esta asociación podría explicarse como que un incremento en el tiempo en el cual se moviliza la atención durante la memoria de trabajo se asocia con una mayor habilidad para generar ideas creativas. Esto concuerda con las observaciones de Torrance y cols. (1999) quienes encontraron que durante la primera parte de una prueba de creatividad las respuestas tienden a ser menos originales en comparación a los últimos minutos de ésta.

La abstracción y resistencia al cierre prematuro se asociaron negativamente con la latencia del componente N200 novedoso en T4. La abstracción incluye la habilidad para identificar información y descartar aquello que es irrelevante. Mientras que en la

resistencia al cierre prematuro se requiere de tiempo para considerar los factores que parecen importantes para el problema. Por otra parte, los estímulos novedosos utilizados en esta investigación fueron figuras abstractas y complejas, difíciles de identificar, por lo que posiblemente mayores puntajes en abstracción y resistencia al cierre prematuro se asocian con la eficiencia en el proceso de categorización (menor latencia), que representa la N200, para posteriormente determinar la importancia del estímulo novedoso.

La elaboración se asoció positivamente con la latencia del componente N200 novedoso en Pz. Posiblemente una capacidad mayor de elaboración se relaciona con la capacidad para considerar la gran cantidad de detalles de los estímulos novedosos, ya que la latencia se asocia con el tiempo en el cual se lleva a cabo el proceso de discriminación del estímulo.

En lo referente a la subescala de otras habilidades creativas, debido a que esta incluye diversas habilidades, es difícil determinar cual de estas medió la asociación con el componente P300 novedoso.

Por último, para interpretar la relación entre la sobreexcitabilidad imaginativa y la amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones T3 y T4, es necesario recordar que este tipo de sobreexcitabilidad requiere de la asociación entre imágenes e impresiones, de uso de imaginación y fantasía, visualización detallada y de sueños elaborados, lo cual implicaría la formación de combinaciones inusuales entre distintas representaciones mentales. La P3a ha sido asociada con la actividad del lóbulo frontal (Polich y cols., 2006) y los déficits en el lóbulo frontal disminuyen la generación de ideas (Flaherty, 2005). Por lo que la asociación entre la sobreexcitabilidad imaginativa y la amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones T3 y T4 pudiera

estar relacionada con la generación de representaciones de experiencias ya sean visuales, auditivas, olfatorias o táctiles, que no son otra cosa más que la imaginación.

La correlación negativa entre la sobreexcitabilidad sensual y la latencia del componente P300 novedoso se pudiera explicar de la siguiente forma: posiblemente aquellas personas que presentan una mayor sensibilidad a una serie de estímulos físicos, lo cual es parte de la sobreexcitabilidad sensual, requieren de menor tiempo para evaluar un estímulo ya que en ocasiones en lugar de quedar absortos por las sensaciones que les provocan los estímulos se sienten sobreestímulados, por lo que tienden a evitarlos y a tener menor contacto con éstos. Por lo que los evitan y tienen menor contacto con éstos.

SEGUNDO PARADIGMA “ODDBALL” NOVEDOSO.

Muestra.

En el segundo paradigma se evaluaron a 19 sujetos. Se eliminaron cuatro registros debido a que presentaron artefactos y movimientos oculares que no permitieron el análisis. De los 14 restantes, 7 fueron incluidos en el grupo de creatividad promedio (grupo 1, percentil 4-69, de acuerdo a la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo) y 7 formaron el grupo de alta creatividad (grupo 2, percentil 96-99 de acuerdo a la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo).

Procedimiento particular.

Para el segundo paradigma “oddball” novedoso se presentó primero un “oddball” clásico y luego un “oddball” novedoso diferente al utilizado en el primer experimento. El “oddball” clásico tenía las siguientes características: a) 200 figuras blancas, ubicadas en el centro del monitor, sobre un fondo negro; b) 160 estímulos *frecuentes*

(círculo de 4.5 cm. de diámetro); c) 40 estímulos *infrecuentes* (círculo de 5 cm. de diámetro); d) la duración de los estímulos fue de 75 ms. y el intervalo interestímulo de 1000 ms.; e) se les pidió a los sujetos que apretaran el botón izquierdo del “mouse” cada vez que apareciera el estímulo *infrecuente*.

Las características del segundo paradigma “oddball” novedoso fueron: a) 400 figuras blancas, ubicadas en el centro de un monitor, sobre un fondo negro; b) 280 estímulos *frecuentes* (círculo de 4.5 cm. de diámetro, probabilidad de aparición de 0.70); c) 60 estímulos *infrecuentes* (círculo de 5 cm. de diámetro, probabilidad de aparición de 0.15); d) 60 estímulos *novedosos* (cuadrado de 18cm., probabilidad de aparición de 0.15); e) la duración de los estímulos fue de 75ms., intervalo interestímulo de 2000 ms; f) se les pidió a los sujetos que apretaran el botón izquierdo del “mouse” cada vez que apareciera el estímulo *infrecuente* y no se les advirtió acerca del estímulo *novedoso*. En la figuras 6 se muestran los estímulos frecuente, infrecuente y novedoso del segundo paradigma.

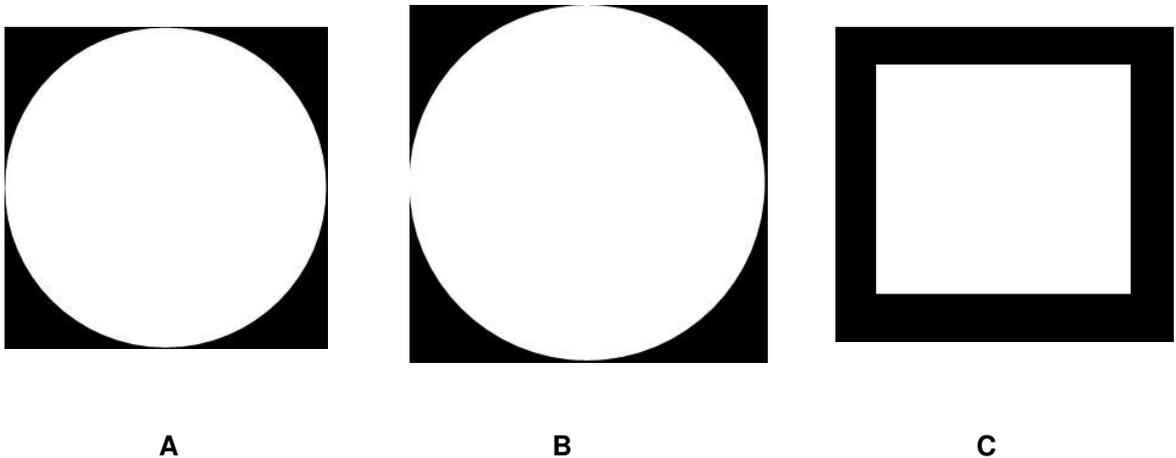


Figura 6. Se muestran los estímulos frecuente (A), infrecuente (B) y novedoso (C) del segundo paradigma “oddball” novedoso.

Resultados.

1. Variables demográficas. En la tabla 11 se muestran las características demográficas de ambos grupos.

Tabla 11. Características demográficas de la muestra.

Características	Rango	Media	D.E.
Edad (años)			
Grupo 1 (n=7)	18-28	23.2	3.7
Grupo 2 (n=7)	23-32	28.2	3.2
Escolaridad (años)			
Grupo 1	16-20	17.5	1.5
Grupo 2	16-21	19.5	2.8

2. Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo.

Para cada grupo se muestran, en la tabla 12, los puntajes de cada una de las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo. Se encontraron diferencias significativas entre grupos, mediante la prueba U de Mann-Whitney, para la mayoría de las subescalas, excepto para la subescala de otras habilidades creativas (tabla 13).

Tabla 12. Puntajes en la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo para ambos grupos.

Subescala de la PTPC	Grupo	n	Media	Desviación Estandar
Fluidez	1	7	90.6	14.48
	2	7	116.2	23.75
Originalidad	1	7	102.2	17.85
	2	7	132.7	13.53
Elaboración	1	7	127	22.21
	2	7	155.4	8.59
Abstracción	1	7	89.7	14.77
	2	7	114.8	23.7
Resistencia al cierre prematuro	1	7	104.3	18.6
	2	7	134.1	13.04
Otras habilidades creativas	1	7	13.2	3.55
	2	7	16.8	2.82
Índice de creatividad	1	7	115.6	8.61
	2	7	147.1	7.07

Tabla 13. Resultados de la comparación entre las distintas subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	Fluidez	Originalidad	Elaboración	Abstracción	Resistencia al Cierre Pramaturado	Otras habilidades creativas	Indice de Creatividad
U de Mann-Whitney	5	0.00	0.00	0.50	0.00	10.5	0.00
z	-2.49	-3.14	-3.17	-3.07	-3.16	-1.79	-3.13
p	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.073	0.001

3. Cuestionario de Sobreexcitabilidades.

Para cada grupo se muestran, en la tabla 14, los puntajes de cada una de las subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades. Los sujetos altamente creativos mostraron un mayor puntaje, de forma significativa, en comparación al grupo de creatividad promedio, solamente en la subescala de sobreexcitabilidad imaginativa. Para las subescalas restantes no se encontraron diferencias significativas entre grupos, mediante el test de Mann-Whitney (tabla 15).

Tabla 14. Medias y desviaciones estándar del cuestionario de sobreexcitabilidades para ambos grupos.

Sobreexcitabilidades	Media	DE
Psicomotora		
Grupo 1 (n=7)	2.614	0.681
Grupo 2 (n=7)	3.586	0.847
Sensual		
Grupo 1	3.529	1
Grupo 2	4.229	0.795
Imaginativa		
Grupo 1	1.714	0.693
Grupo 2	2.786	0.870
Intelectual		
Grupo 1	3.057	1.197
Grupo 2	4.057	0.519
Emocional		
Grupo 1	2.871	0.701
Grupo 2	3.429	0.488

Tabla 15. Resultados de la comparación entre las distintas subescalas del cuestionario de sobreexcitabilidades mediante la prueba de U de Mann-Whitney.

	Psicomotora	Sensual	Imaginativa	Intelectual	Emocional
U de Mann-Whitney	9.5	12.5	8	11	12.5
z	-1.921	-1.537	-2.111	-1.733	-1.538
p	0.53	0.12	0.03	0.09	0.12

Tiempos de reacción. No se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (media= 539.7; DE= 88.61) y el grupo 2 (media=587.48; DE= 81.47) (U de Mann-Whitney= 15; z= -1.214, p=0.259).

Componente P300 Novedoso.

En las figuras 7a y 7b se muestran los potenciales promedio para el grupo 1 y 2, respectivamente. Para ambos grupos se detectó un componente P300 novedoso de distribución frontal. Visualmente no se observó ningún componente para el estímulo infrecuente.

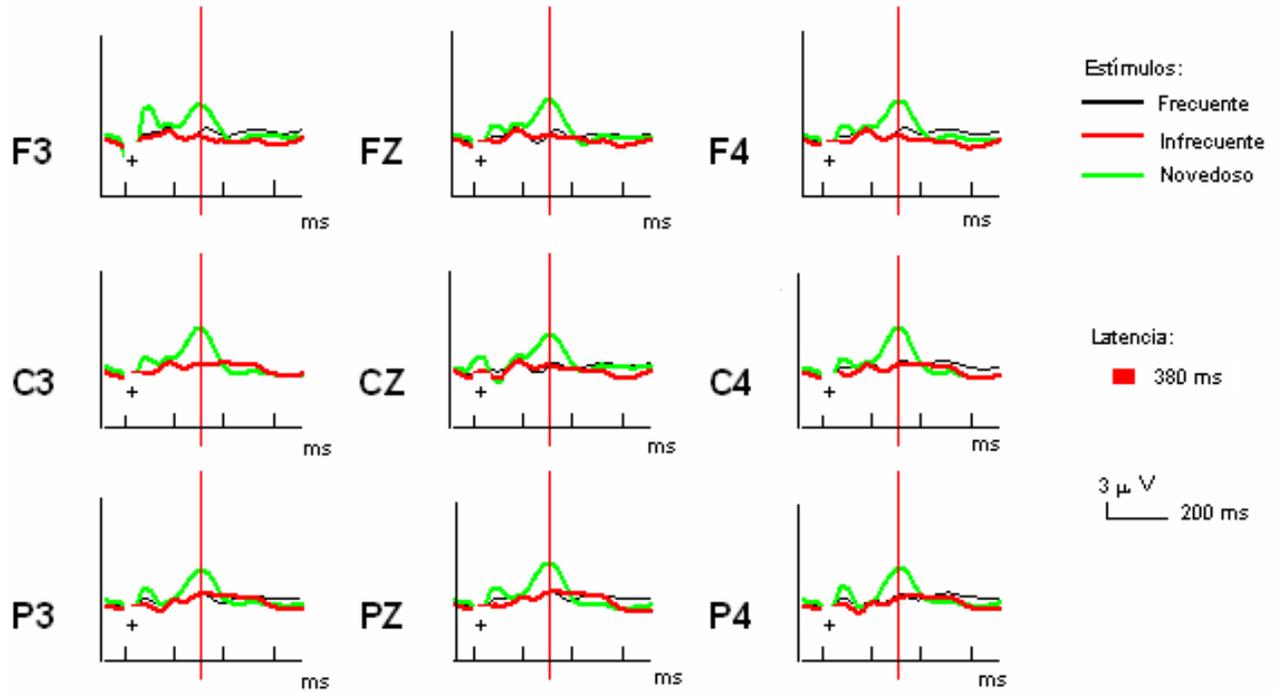


Figura 7a. Se muestran los potenciales promedio del “oddball” novedoso para el grupo 1. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud para el componente P300 novedoso (línea vertical roja).

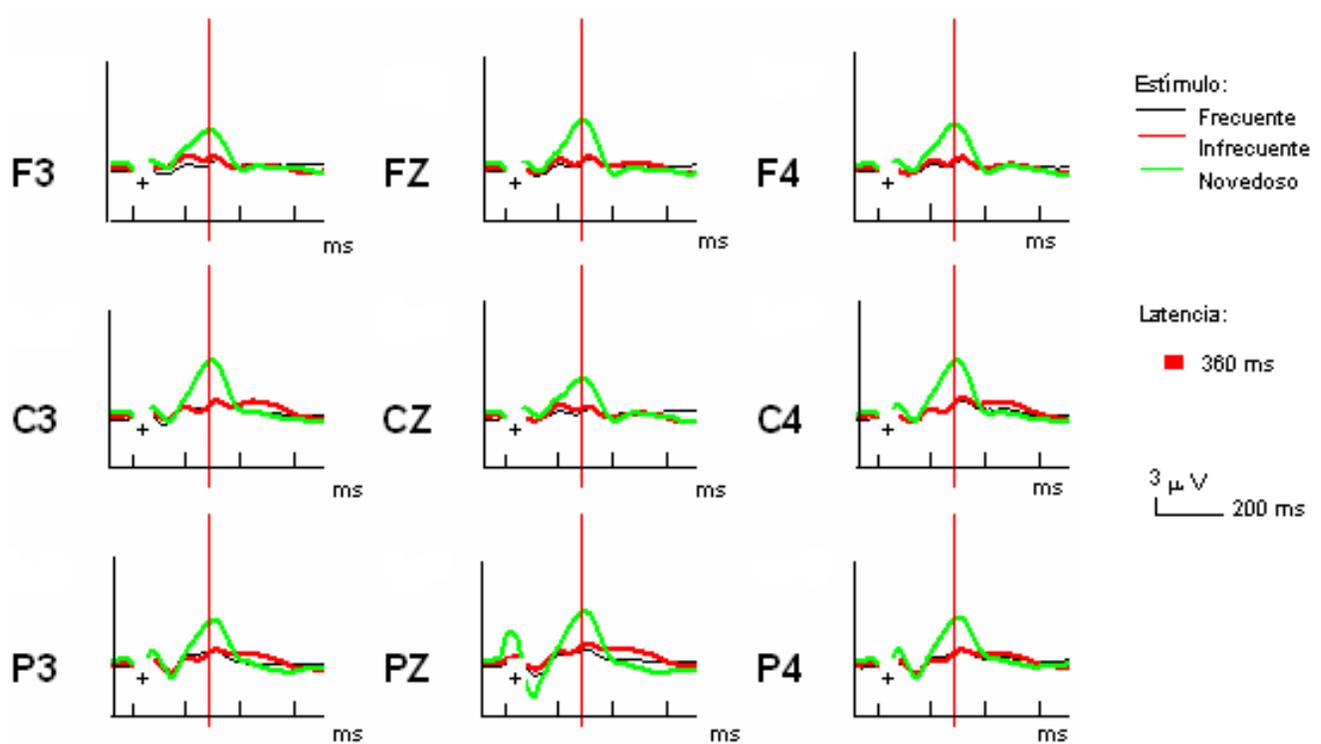


Figura 7b. Se muestran los potenciales promedio del “oddball” novedoso para el grupo 2. El cursor está ubicado en el punto de máxima amplitud para el componente P300 novedoso (línea roja vertical).

Se utilizaron en promedio 62 ventanas para el estímulo frecuente, 40 para el infrecuente y 34 para el novedoso para el grupo de creatividad promedio y para el de alta creatividad: 53 ventanas para el frecuente, 25 para el infrecuente y 26 para el novedoso. Se encontraron las siguientes diferencias significativas entre grupos, mediante la prueba no paramétrica multivariada de permutaciones, las cuales se muestran en las tablas 17-20.

Tabla 17.

Derivación	Creativos Vs. No Creativos Novel-Infrecuente Latencia	Creativos vs. No Creativos Infrecuente-Novel Latencia
P3	275-340	-----
P4	265-340	-----
O1	255-510	-----
O2	250-275	-----
T3	305-325	120-165
C3	270-350	-----
C4	285-310	-----
Fz	295-350	-----

Tabla 18.

Derivación	Creativos vs. No Creativos Frecuente-Novel Latencia	Creativos Vs. No Creativos Novedoso-Frecuente Latencia
T3	445-490	-----
T4	440-510	-----
Cz	440-505	-----
O2	-----	-----
O1	-----	-----
Fz	470-490	-----
C3	-----	225-315

Tabla 19.

Derivación	No Creativos vs. Creativos Infrecuente-Novedoso Latencia	No Creativos vs. Creativos Novedoso-Infrecuente Latencia
Fz	300-335	-----
C3	275-340	-----
C4	270-300	-----
P3	275-325	-----
P4	255-315	-----
O1	265-340	-----
O2	245-290	-----
Cz	-----	425-450

Tabla 20.

Derivación	No Creativos vs. Creativos frecuente- novedoso Latencia	No Creativos vs. Creativos novedoso-frecuente Latencia
C3	275-340	-----
F3	-----	465-505
F4	-----	445-535
F7	-----	480-530
Fz	-----	450-530
Cz	-----	440-540
T3	-----	435-495

Correlaciones entre las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo, el cuestionario de sobreexcitabilidades y la amplitud y latencia de los componentes P300 infrecuente y P300 novedoso.

No se encontraron asociaciones significativas entre las subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y la amplitud y la latencia, respectivamente, del componente P300 novedoso.

Se encontraron correlaciones significativas entre la sobreexcitabilidad emocional y la amplitud del componente P300 novedoso, en las siguientes derivaciones: P3 ($\rho = -0.551$, $p < 0.041$), O1 ($\rho = -0.646$, $p < 0.013$), T4 ($\rho = -0.642$, $p < 0.013$), Fz ($\rho = -0.562$, $p < 0.036$), Cz ($\rho = -0.617$, $p < 0.019$), Pz ($\rho = -0.587$, $p < 0.027$).

Además, se observó una asociación significativa entre la sobreexcitabilidad sensual y la latencia del componente P300 infrecuente en C4 ($\rho = 0.537$, $p < 0.05$).

Análisis de los resultados.

En el segundo paradigma "oddball" novedoso se obtuvo un componente P300 de distribución frontal para el estímulo novedoso, que refleja una respuesta de orientación hacia este estímulo. Con este paradigma se comprobó la primera hipótesis, en cuanto a que los sujetos con distintos índices de creatividad presentarían diferencias en los componentes del "oddball" novedoso.

Los resultados, que aparecen en las tablas 17 y 19, evidenciaron que los sujetos altamente creativos, a diferencia de los creativos promedio, presentaron una mayor amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones Fz, C4, T3, T4, P3, P4 y O1, que resultó de comparar al grupo 2 vs. 1 en la condición novel vs. infrecuente

tanto en derivaciones frontales como posteriores (Fz, C4, T3, T4, P3, P4, O1, O1) y por el hecho de que los sujetos con creatividad promedio presentaron menor amplitud de este componente al comparar el grupo 1 vs. 2 en la condición infrecuente vs. novel. Además, al comparar al grupo 2 vs. 1 en la condición frecuente vs. novedoso, de igual forma se observó que los sujetos altamente creativos presentaron una mayor amplitud de la P300 novedoso en comparación a los creativos promedio.

Estos resultados son sugestivos de que los sujetos altamente creativos invirtieron más atención hacia los estímulos novedosos, previamente conocidos e imprevistos, a diferencia de los sujetos con creatividad promedio.

Este resultado coincide con lo señalado de que los sujetos altamente creativos tienen preferencia por los estímulos novedosos y que una mayor magnitud en la amplitud de la P3a se asocia con el grado en el cual se recuerda posteriormente la información (Ranganath y cols., 2003). Además, en los sujetos altamente creativos posiblemente las representaciones mentales permanecen activas durante más tiempo y esto incrementa la posibilidad de generar un mayor número de asociaciones mentales.

Para el cuestionario de sobreexcitabilidades hubo correlaciones negativas significativas entre la sobreexcitabilidad emocional y la amplitud del componente P300 novedoso. Este hallazgo es difícil de interpretar ya que aquellas personas con altos puntajes en sobreexcitabilidad emocional, tienden a experimentar emociones de manera intensa y forman fuertes vínculos con las personas, animales, cosas y lugares, lo cual posiblemente disminuye su capacidad de adaptabilidad a nuevas experiencias. Por lo tanto, presumiblemente, evitan la novedad.

TERCERA PARTE DEL ESTUDIO.

DIFERENCIAS ENTRE LOS PARADIGMAS “ODDBALL” NOVEDOSOS

Teniendo en cuenta que se utilizaron dos tipos de paradigmas para la obtención del componente P3a, uno original pero con las características descritas para este tipo de paradigmas, y el otro en donde el estímulo novedoso es previamente conocido pero inesperado, se consideró de interés hacer un análisis comparativo entre ambos paradigmas. Los resultados de dicha comparación se muestran en las tablas 21 y 22.

Tabla 21. Diferencias en las características de los paradigmas “oddball” novedosos utilizados en la primera y segunda parte del estudio.

Características del paradigma	Primera parte	Segunda parte
Estímulo (probabilidad) Frecuente (0.7) Infrecuente (0.15) Novedoso (0.15)	Triángulo Triángulo invertido Figura novedosa	Círculo Círculo Rectángulo
Tamaño	732x454 pixeles	Frecuente (4.5 cm) Infrecuente (5 cm) Novedoso (18.5 cm)
Tiempo de presentación de cada estímulo	250 ms	75 ms
Intervalo interestímulo	1000 ms	2000 ms

Tabla 22. Diferencias en los componentes que generaron los estímulos infrecuente y novedoso entre el primer y segundo paradigma.

Paradigma	Estímulo Infrecuente	Estímulo Novedoso
Primer paradigma	P3b	N200, P3b
Segundo paradigma	No generó componente	P3a

Las variaciones más importantes entre los paradigmas que determinaron las diferencias en los componentes entre el primer y segundo paradigma fueron:

- a) Mientras que en el primer paradigma se utilizó un estímulo novedoso nunca antes visto (figuras complejas), en el segundo se empleó un cuadrado como estímulo imprevisto.

- b) Se incremento el tamaño de las figuras en el segundo paradigma con respecto al primero.
- c) En el segundo paradigma se disminuyeron los tiempos de presentación y de intervalo interestímulo.
- d) En el segundo paradigma, las diferencias entre los estímulos frecuente e infrecuente fueron pocas, lo que demandó un mayor grado de concentración por parte del sujeto para poder discriminarlos y el estímulo novedoso funcionó como distractor y fue verdaderamente inesperado.

Posiblemente, estas diferencias hicieron que los estímulos novedosos del primer paradigma fueran más difíciles de identificar y categorizar lo que generó un componente N200 novedoso, lo que concuerda con lo descrito en la literatura con respecto a la N200 que ha sido asociada con un proceso consciente/involuntario de identificación, distinción, clasificación y de dificultad de reconocimiento del estímulo.

Con base en lo anterior, de los resultados de este estudio se concluye que posiblemente la N200 novedosa es generada por la desviación de la expectativa almacenada en la memoria del estímulo frecuente. Además, la novedad del estímulo, ya sea definida según su contexto o como una figura nunca antes vista, implica dos procesos diferentes: a) uno relacionado con la desviación de las experiencias almacenadas a largo plazo (estímulos no familiares) y que tiene un mayor impacto en la N200 y b) otro, asociado a la desviación del contexto inmediato (estímulos conocidos, pero imprevistos), representado por el componente P3a (Polich y cols., 2006).

Posiblemente ante un estímulo novedoso, inesperado, del cual ya existe una representación previa en la memoria, hay una respuesta automática de la atención; mientras que para un estímulo nunca antes visto se requiere de una fase previa de

reconocimiento y codificación. Por lo que, el tipo de novedad implica distintos procesos en los que participan la atención y la memoria. Tulving y cols., (1996) mencionaron que la codificación en la memoria de un estímulo depende de su grado de novedad.

Estos autores también sugirieron que la información novedosa es procesada por un circuito que involucra a las regiones límbicas, la ínsula, corteza temporal y parietal. Estas regiones, a su vez, envían conexiones a la corteza prefrontal lateral izquierda. Según esta hipótesis la evaluación de la novedad requiere de una fase de codificación, en la cual se determina si el evento requiere de un procesamiento posterior con base en su importancia y significado. De esta forma, el procesamiento de la novedad estaría conformado por dos subprocesos:

a) evaluación de la novedad: en la que participan redes neuronales subcorticales y corticales localizadas en las regiones límbicas, insulares y temporo-parietales.

b) operaciones de alto nivel, en donde el estímulo ya adquirió un significado, dependientes de la actividad del lóbulo frontal izquierdo. El producto de este proceso es el engrama o trazo de memoria.

Tulving y cols. (1996), hipotetizaron que la detección de la novedad influye en la memoria de forma importante, sobre todo en la fase de codificación. Esta propuesta se basó en evidencia experimental la cual señala que el hipocampo presenta mayor actividad metabólica (evaluada mediante PET) ante los estímulos novedosos en comparación a aquellos previamente conocidos. Y si además se considera que la información, ya sea novedosa o familiar, necesita ser comparada con los contenidos

de la memoria, entonces el hipocampo pudiera contribuir en el reconocimiento de los aspectos novedosos de la información previamente conocida previamente.

Por otra parte, en el segundo paradigma se encontró una P3a (P300 novedosa) sin un componente P300 infrecuente, posiblemente debido a la dificultad de discriminación entre los estímulos frecuente e infrecuente.

En conclusión, con respecto al componente P3 novedoso, Friedman y cols. (2001) mencionaron que el componente P300 tiene dos subcomponentes, los cuales tienen funciones distintas:

- a) El componente P300 novedoso de distribución frontal y que refleja un proceso relacionado con la orientación. Este proceso no se asocia como tal con la detección de la desviación de la expectativa en la memoria de un estímulo, sino más bien, con una serie de procesos que ocurren posteriores a la detección del estímulo y que lo hacen consciente para su evaluación posterior y determinar el curso de acción a tomar.
- b) El componente P300 novedoso de distribución posterior y que refleja un proceso de categorización. De esto se infiere que un evento novedoso induce la formación de representaciones que son almacenadas en la memoria de trabajo. Este trazo en la memoria de trabajo permite que los eventos, que inicialmente no pertenecían a ninguna categoría, sean clasificados en algún grupo (por ejemplo, figuras novedosas). Este proceso de clasificación debe mantenerse activo durante todo el tiempo en que se presta atención al estímulo.

La propuesta de Friedman y cols, (2001) concuerda con el “modelo de eventos cognitivos” planteado por Polich y cols. (2006). Este modelo propone que la demanda de atención durante la discriminación entre los estímulos *frecuente e infrecuente* es mediada por la actividad del lóbulo frontal. El componente P300 novedoso parece estar relacionado con cambios en la actividad del cíngulo anterior cuando el estímulo entrante reemplaza las representaciones contenidas en la memoria de trabajo y el cambio entre estas representaciones es transmitido hacia la región inferior del lóbulo temporal donde se mantienen las representaciones. La P3b resultaría de las operaciones de almacenamiento en la memoria que iniciarían en el hipocampo y se actualizarían en la corteza parietal. Por lo tanto, el P300 novedoso se produce cuando un estímulo demanda la atención mediada por el lóbulo frontal; y la P3b se genera cuando la atención es requerida para la actualización de la memoria en la corteza asociativa.

CUARTA PARTE DEL ESTUDIO

CORRELACIONES ENTRE LA PRUEBA DE TORRANCE DE PENSAMIENTO CREATIVO Y EL CUESTIONARIO DE SOBREEXCITABILIDADES PARA AMBAS MUESTRAS

Para la evaluación de la asociación entre la PTPC y las sobreexcitabilidades, se procesaron las muestras de los dos experimentos y los resultados se muestran en la tabla 26.

Tabla 26. Correlaciones entre la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y el Cuestionario de Sobreexcitabilidades.

Sobreexcitabilidades	Fluidez	Originalidad	Elaboración	Abstracción	RC	Otras habilidades creativas	IC
Psicomotora							
r	-0.029	0.337	0.090	0.445*	0.284	0.217	0.273
n	32	32	32	32	32	32	32
Sensual							
r	0.114	0.284	0.167	0.399*	0.283	0.082	0.330
n	32	32	32	32	32	32	32
Imaginativa							
r	0.212	0.325	0.299	0.356*	0.43*	0.229	0.442*
n	32	32	32	32	32	32	32
Intelectual							
r	-0.078	0.196	0.136	0.549**	0.366	0.103	0.268
n	32	32	32	32	32	32	32
Emocional							
r	0.024	0.163	0.064	0.138	0.124	0.294	0.167
n	32	32	32	32	32	32	32

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

Como se puede observar hubo pocas correlaciones entre las sobreexcitabilidades y la PTPC. La única asociación significativa con el índice de creatividad fue con la sobreexcitabilidad imaginativa.

Desde el punto de vista teórico, algunas investigaciones han señalado una relación entre las sobreexcitabilidades y una creatividad alta (Mendaglio y cols., 2006). Tillier (2003) mencionó que las personas que poseen un alto grado de sobreexcitabilidad experimentan los eventos de manera más intensa y tienden a expresar emociones extremas que van desde positivas hasta negativas. También señaló que la combinación entre la sobreexcitabilidad imaginativa e intelectual constituye una fuente de la que surgen ideas creativas y que la sobreexcitabilidad emocional y psicomotora se asocian con una mayor motivación, que se expresa a través de un trabajo intenso en los sujetos con creatividad superior.

De forma similar, Mika (2002) refirió que las sobreexcitabilidades emocional, imaginativa e intelectual, además de incrementar la receptividad a los estímulos tanto internos como externos, ayudan a desarrollar la habilidad de introspección, haciendo conscientes los contenidos mentales y permitiendo su procesamiento e integración, liberando de esta manera una gran cantidad de energía psíquica, necesaria para la creatividad.

Con base en lo anterior, el Cuestionario de Sobreexcitabilidad podría ser utilizado para establecer diferencias psicológicas entre individuos con distintos índices de creatividad. No obstante, en este estudio no se observaron diferencias entre grupos para las sobreexcitabilidades lo cual pudiera deberse al tamaño de la muestra.

Gallagher en 1986 (como se cita en Mendaglio y cols., 2006) encontró que los sujetos que presentaban altos índices de creatividad tenían mayores puntajes en la sobreexcitabilidad psicomotora en comparación a aquellos con puntajes bajos. De manera similar, Calic en 1994 (como se cita en Cramond, 1994), en un grupo de estudiantes, observó que aquellos altamente creativos presentaron mayores puntajes en las sobreexcitabilidades psicomotora, imaginativa y sensual; sin embargo, no todos los sujetos manifestaron altos niveles de sobreexcitabilidad. Debido a esto, Calic concluyó que los distintos patrones de sobreexcitabilidad pudieran diferenciar varios tipos de personalidad creativas.

DISCUSION GENERAL

Previo a la discusión, es importante señalar algunas de las limitaciones de este estudio. Los instrumentos de evaluación, así como los PREs, fueron aplicados por el mismo investigador por lo que este no fue un estudio doble ciego; no obstante, cabe mencionar que los instrumentos clinimétricos fueron administrados previo a conocer el índice de creatividad y el resultado en el cuestionario de sobreexcitabilidad de cada sujeto. Por otra parte, el tamaño de las dos muestras no fue grande; sin embargo, se lograron encontrar algunos resultados y siendo este el primer estudio que utiliza los PREs como instrumento para diferenciar a sujetos con distintos índices de creatividad, se trato de probar, como un primer acercamiento, la hipótesis propuesta y no de extrapolar los resultados a una población mayor.

En los dos experimentos llevados a cabo en esta investigación se comparó la respuesta neurofisiológica a estímulos novedosos, en dos grupos de sujetos con distintos índices de creatividad, utilizando los potenciales relacionados con eventos

(PREs). Esta es la primera investigación que trata de profundizar en las bases biológicas de la creatividad mediante esta técnica.

La selección de los PREs para el propósito antes mencionado se basó en el hecho de que determinados componentes de los PREs han sido interpretados como la respuesta cerebral a los estímulos novedosos, específicamente la P3a. De forma general, se esperaba una mayor amplitud del componente P300 novedoso en el grupo con mayores índices de creatividad, ya que hay antecedentes que señalan la preferencia de estos sujetos por la novedad (Martindale y cols, 1995) y que los individuos altamente creativos no inhiben los estímulos irrelevantes (Peterson, 2000). Los estímulos novedosos utilizados en los dos paradigmas fueron inesperados e irrelevantes ya que carecieron de importancia para las tareas que realizaron cada uno de los sujetos.

Los componentes de los PREs donde se observaron diferencias significativas, fueron el N200 novedoso (primer paradigma) y el P300 novedoso (segundo paradigma). Ahora bien ¿que implicación pudieran tener para la creatividad tales resultados? Para responder a esta pregunta valdría la pena recordar que el procesamiento de un estímulo novedoso involucra distintas fases:

- a) Detección de la novedad, asociada a la activación de la corteza del cíngulo anterior y del hipocampo.
- b) Procesamiento en paralelo a la detección y codificación del estímulo, en la región temporoparietal, que refleja la interrupción de la representación mental del medio ambiente que tiene lugar en la corteza de asociación posterior.
- c) Dirección de la atención, de forma involuntaria, hacia el evento novedoso mediado por mecanismos frontales; mientras, tiene lugar un reajuste de la representación mental del medio ambiente de acuerdo a la información nueva,

proporcionada a partir de la codificación de la novedad, que tuvo lugar de forma reciente, en la corteza parietal superior (Yago y cols. 2003).

Por otra parte, para Tulving y cols. (1996) el procesamiento de la novedad influye en la formación del engrama y consideran, además, que entre más novedoso es un evento o estímulo, será recordado mejor en comparación a un estímulo previamente conocido.

Presumiblemente, la N200 y la P300 novedosas podrían estar asociadas con distintos aspectos de la memoria así como en la codificación y respuesta de orientación, respectivamente. A su vez, estos procesos pudieran estar relacionados con otros que Damasio A. (como se cita en Pfenninger, 2001) consideró como requisitos para una alta creatividad:

a) *Un generador eficiente de una gran variedad de representaciones mentales.*

Un aspecto importante en la creatividad es la generación y combinación de un gran número de representaciones mentales para crear ideas originales. Estas representaciones son inducidas por algún estímulo ya sea interno o externo y son producidas en las distintas cortezas sensoriales y dirigidas desde la región prefrontal.

b) *La habilidad para reconocer representaciones mentales novedosas.* Esto es, la capacidad para juzgar el valor científico o estético de una serie de combinaciones de representaciones mentales y decidir cuáles son novedosas y merecen ser recordadas. Por lo que, la generación de una gran variedad de ideas y el mantenerlas “en línea” sería de poca utilidad si no se cuenta con la habilidad para realizar una selección apropiada con base en el conocimiento previo.

Posiblemente, en la generación de combinaciones de ideas novedosas participa la memoria. El hecho de que los sujetos altamente creativos presentaron una mayor amplitud del componente N200 novedoso, en comparación al grupo de creatividad promedio, como se mencionó en el primer paradigma del estudio, pudiera indicar que presentaron una respuesta mayor durante el proceso de codificación del estímulo. La codificación de un estímulo, requiere que éste sea comparado con los contenidos en la memoria sensorial y que la atención sea dirigida hacia el mismo mientras la información que se tiene sobre el evento se actualiza, como se explicó previamente.

Quizás en esta etapa no tiene lugar la formación de combinaciones entre representaciones mentales que den origen a una idea creativa y no se puede probar si a partir de los estímulos novedosos, a los que fueron expuestos en los dos paradigmas, los sujetos altamente creativos después les asignaron algún significado o generaron una idea a partir de los mismos. Para algunos individuos creativos, el exponerse a un evento novedoso incrementa su motivación para continuar su obra o abrir nuevas perspectivas dentro de su ámbito de trabajo.

Sin embargo, los componentes N200 y P300 novedosos sólo representan una parte de todo un proceso. Probablemente el hecho de haber presentado una mayor respuesta en la codificación y orientación hacia el estímulo novedoso no será olvidado y se traduzca, posteriormente, en un mayor recuerdo hacia éste. Se podría especular que, tiempo después, durante la fase de incubación este estímulo será combinado con distintas representaciones y, si alguna de estas combinaciones es relevante para la solución del problema, se hará consciente.

Por otra parte, la P3a ha sido considerada como un indicador de la función del lóbulo frontal (Polich y cols. 2006). Las lesiones del lóbulo frontal disminuyen la motivación y la flexibilidad para cambiar de una idea, concepto, representación mental o respuesta,

por otra (Flaherty, 2005). Por lo que una mayor amplitud de la P3a en los sujetos altamente creativos, sugiere movilización de la atención y por lo tanto mayor capacidad para dirigir el pensamiento en nuevas direcciones.

Los dos paradigmas “oddball” novedosos permitieron distinguir a los sujetos de creatividad promedio de los altamente creativos. Al identificar estas diferencias, en distintos aspectos del procesamiento de un estímulo novedoso e irrelevante, se podría plantear la posibilidad de generar estrategias que incidan en estos procesos para ayudar a desarrollar el potencial creativo de todos los sujetos, sin importar su índice de creatividad. Sin embargo, resta probar si estas diferencias se traducen, en los sujetos altamente creativos, en una ventaja en su ámbito de trabajo.

No obstante, los resultados encontrados deben tomarse con cautela debido a que las diferencias entre los dos grupos analizados, con respecto al número de derivaciones o sitios de registro de los PREs, fueron modestas. Esto pudiera explicarse por el hecho de que la creatividad es una característica presente en todos los seres humanos y la diferencia se encuentra en el grado en que se expresa. Además, la creatividad depende no sólo de factores biológicos, sino también de factores psicológicos y sociales (Simonton, 2000), lo cual pudiera determinar que las diferencias, a nivel biológico, sean sutiles.

Asimismo, a pesar de que la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo es altamente consistente, lo que indica es un potencial y no garantiza que el sujeto actúe de manera creativa todo el tiempo (Torrance, 1998). El desarrollo de este potencial depende no sólo de las capacidades, habilidades o talentos determinados por la constitución y aspectos psicológicos del sujeto, si no también de un medio familiar y social que permitan la expresión del potencial creativo (Monreal, 2000).

Por último, como se ha sugerido una asociación entre una alta creatividad y la psicopatología y en este estudio se han encontrado algunas diferencias en los PREs entre sujetos con distintos índices de creatividad, sería importante evaluar si existen semejanzas entre sujetos con psicopatología y aquellos altamente creativos mediante esta técnica.

CONCLUSIONES

1. Los sujetos con distintos índices de creatividad presentaron, en general, diferencias en los procesos evaluados por los componentes N200 novedoso y P3a: categorización y reacción de orientación hacia el estímulo novedoso, respectivamente.

2. En el segundo paradigma los sujetos con altos índices de creatividad mostraron mayor amplitud del componente P300 novedoso en las derivaciones fronto-centrales. En esta segunda parte del estudio fue donde se observaron mayores diferencias entre los sujetos con creatividad promedio y alta.

3. Aparentemente, el segundo paradigma diferenció de mejor manera a los sujetos con distintos índices de creatividad; no obstante, sería importante confirmar este resultado incrementando la muestra.

4. Los resultados de este trabajo sugieren que los sujetos con mayores índices de creatividad se comportan de manera diferente a los de creatividad promedio cuando tratan de categorizar los estímulos nunca antes vistos y en el grado de atención que prestan a dichos estímulos.

5. Los resultados encontrados deben tomarse con cautela debido a que las diferencias entre los dos grupos analizados, con respecto al número de derivaciones o sitios de registro de los PREs, fueron modestas.

6. Los dos paradigmas "oddball" novedoso utilizados en este estudio generaron un componente P300 novedoso de distintas características por lo que, posiblemente, cada uno de los dos experimentos realizados refleja dos tipos distintos de procesamiento de la novedad.

7. Sería importante corroborar, en una muestra mayor, los resultados obtenidos al comparar las distintas subescalas de la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y del cuestionario de sobreexcitabilidades con la latencia y amplitud de los PREs.

8. Se encontraron pocas asociaciones entre la Prueba de Torrance de Pensamiento Creativo y el cuestionario de sobreexcitabilidades, por lo que este resultado debe confirmarse en un grupo mayor de sujetos con índices promedio y elevado de creatividad.

9. Finalmente, los resultados de este estudio parecen ser prometedores; sin embargo, hay que tomar en cuenta las limitaciones mencionadas (no fue un estudio doble ciego y los tamaños de las muestras fueron relativamente pequeños) así como someter los mismos a comprobaciones futuras.

BIBLIOGRAFIA

Arieti, S. (1976). *Creativity. The Magic Synthesis*. New York, NY. EE.UU.: Basic Books.

Andreasen, C.N. (1997). Linking mind and brain in the study of mental illnesses: a project for a scientific psychopathology. *Science*, 275(5306):1586-1503.

Baruch, I., Hemsley, D.R., Gray, J.A. (1998). *Journal of Nervous and Mental Disease*, 176:598-606.

Baruch, I., Hemsley, D.R., Gray, J.A. (1998). *Personality and Individual Differences*, 9:777-783.

Bekhtereva, N.P., Dan'ko, S.G., Starchenko, M.G., Pakhomov, S.V., Medvedev, S.V. (2001). Study of the brain organization of creativity: III. Brain activation assessed by the local cerebral blood flow and EEG. *Human Physiology*, 27(4):390-397.

Bouchet, N., Falk, R.F. (2001). Developmental Potential in Venezuelan and American Artists: A Cross-Cultural Validity Study. *Creativity Research Journal*, 10(2):201.206.

Burns, J.K. (2006). Psychosis: a costly by-product of social brain evolution in *Homo sapiens*. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 30(5):797-814.

Carlsson, I., Wendt, P.E., Risberg, J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38:873-885.

Carson, S.H., Peterson, J.B., Higgins, D.M. (2003). Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(3):499-506.

Chávez R.A. (2001) *Evaluación de la relación entre creatividad, personalidad y psicopatología*. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F: UNAM

Chávez, R.A., Chang, A., Falk, F., Yakmaci-Guzel, B., Pardo, R. (2003). Cross cultural assessment of overexcitabilities. Global Awareness Strand, National Association for Gifted Children (NAGC) Annual Meeting, Indianapolis, Indiana.

Chávez, R.A. (2004). Evaluación integral de la personalidad creativa, clínica, genética y fenomenología. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.: UNAM.

Clark, V.P., Fannon, S., Lai, S., Benson, R. & Baure, L. (2000). Responses to rare visual target and distractor stimuli using event-related fMRI. *Journal of Neurophysiology*, 83, 3133-3139.

Colangelo, N., Davis, G.A. (1997). *Handbook of gifted education*. Needham Heights, MA: EE.UU. Viacom.

Combs, L.A., Polich, J. (2006). P3a from auditory white noise stimuli. *Clinical Neurophysiology*, 117:1106-1112.

Comerchero, M. & Polich, J. (2000). P3a, perceptual distinctiveness, and stimulus modality. *Cognitive Brain Research*, 7, 41-48.

[Cooper, D.C., Klipec, W.D., Fowler, M.A., Ozkan, E.D.](#) (2006). A role for the subiculum in the brain motivation/reward circuitry. *Behavioral Brain Research*, 174(2):225-231.

[Courchesne, E., Hillyard, S.A., Galambos R.](#) (1975). Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39(2): 131-143.

- Cramond, B. (1994). Attention-deficit hyperactivity disorder and creativity- what is the connection? *The Journal of Creative Behavior*, 28(3):193-210.
- Cramond, B. (2005). A Report on the 40-Year Follow-Up of the Torrance Tests of Creative Thinking. *Gifted Child Quarterly*, 49:283-291.
- Cycowicz, Y.M., Friedman, D. (2004). The old switcheroo: when target environmental sounds elicit a novelty P3. *Clinical Neurophysiology*, 115:1359-1367.
- Daffner, K.R., Mesulam, M.M., Scinto, L.F.M., Acar, D., Calvo, V., Faust, R., Chabrierie, A., Kennedy, B., Holcomb, P. (2000). The central role of the prefrontal cortex in directing attention to novel events. *Brain*, 123: 927-939.
- Dreessen, L., Arntz, A. (1998). Short-interval test-retest interrater reliability of the Structured Clinical Interview for DSM-III-R personality disorders (SCID-II) in outpatients. *Journal of Personality Disorders*, 12(2):138-48
- Eimer, M. (1996). The N2pc component as an indicator of attentional selectivity. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99:225-234.
- Escera, C., Alho, K., Winkler, I., Näätänen, R. (1998). Neural mechanisms of involuntary attention to acoustic novelty and change. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(5):590-604.
- Falk, R.F., Lind, S. (1988). The overexcitability questionnaire OEQII: development and testing. Third International Dabrowski symposium, Evaston, IL.
- Falk, R.F., Manzanero, J.B., Miller, N.B. (1997). Developmental potential in Venezuelan and American artists: a cross-cultural validity study. *The Creativity Research Journal*, 10:201-206
- Flaherty, A.W. (2005). Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. *Journal of Comparative Neurology*, 493:147-153.

Friedman, D., Cycowicz, Y.M., Gaeta, H. (2001). The novelty P3: an event-related event brain potential (ERP) sing's of the brain evaluation of novelty. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25:355-373.

Galán, L., Biscay, R., Rodríguez, J.L., Pérez-Abalo, M.C., Rodríguez, R. (1997). Testing topographic differences between event related brain potentials by using non-parametric combinations of permutation tests. *Electroecenphalography and Clinical Neurophysiology*, 102: 240-247.

Garaigordobil, M. (2006). Intervention in creativity with children aged 10 and 11 years: Impact of a play program on verbal and graphic-figural creativity. (Intervención en la creatividad con niños de 10-11 años: Impacto de un programa de juego en la creatividad verbal y gráfico-figurativa). *Creativity Research Journal*, 18 (3):329-345.

Glickson, J., Alon, A., Perlmutter, A., Purisman, R. (2000-2001). Symbolic and syncretic cognition among schizophrenics and visual artists. *Creativity Research Journal*, 13(2):133-143.

Green, M.J., Williams, L.M. (1999). Schizotypy and creativity as effects of reduced cognitive inhibition. *Personality and Individual Differences*, 27:263-276.

Jasper, H.A. (1958). The ten-twenty system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10:371-375.

Jausovec, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative, and average individuals while solving complex problems: an EEG study. *Intelligence*, 28(3):213-237.

Jeon, Y.W., Polich, J. (2001). P3a from a passive visual stimulus task. *Clinical Neurophysiology*, 112:2202-2208.

Kelsoe, J.R. (2003). Arguments for the genetic basis of the bipolar spectrum. *Journal of Affective disorders*, 73:183-197.

Koestler, A. (1964). The act of creation. New York, NY., EE.UU.: Macmillan.

Lemon, N., Manahan-Vaughan D. (2006). Dopamine D1/D5 receptors gate the acquisition of novel information through hippocampal long-term potentiation and long term depression. *Journal of Neuroscience* 26(29): 7723-7729.

Lubow, R.E., Gewirtz, J.C. (1995). Latent inhibition in humans: data, theory, and implications for schizophrenia. *Psychological Bulletin*, 117(1):87-103.

Lubow, R.E. (2005). Construct validity of the animal latent inhibition model of selective attention deficits in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 31(1):139-153.

Maffei, C., Fossati, A., Agostoni, I., Barraco, A., Bagnato, M., Deborah, D., Namia, C., Novella, L., Petrachi, M., (1997). Interrater reliability and internal consistency of the structured clinical axis II personality disorders (SCID-II), version 2.0. *Journal of Personality Disorders*, 11(3):279-284.

[Martínez](#), L.O., [Bermejo G.](#), [Ferrándiz G.C.](#), [Prieto S.M.](#) (2003). Adaptación de la prueba figurativa del test de pensamiento creativo de Torrance en una muestra de alumnos de los primeros niveles educativos. [Revista de Investigación Educativa](#), 21(1):201-213

Martindale, C., Armstrong, J. (1974). The relationship of creativity to cortical activation and its operant control. *The Journal of Genetic Psychology*, 124:311-320.

Martindale, C., Hines, D. (1975). Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks. *Biological Psychology*, 3:91-100.

Martindale, C., Anderson, K., Moore, K., West, A.N. (1996). Creativity, oversensitivity, and rate of habituation. *Personality and Individual Differences*, 20(4):423-427.

Mendaglio, S., Tillier, W. (2006). Dabrowski's theory of positive disintegration and giftedness: overexcitability research findings. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(1):68-87.

Mika, E. (2002). On primary integration, psychopathy and average person. *Dabrowski Newsletter*, 8(1):245-253.

Millar, G. W. (2002). *The Torrance kids at mid-life*. CT, Ablex:EE.UU. Westport

Moises, H.W.M. Human genome data analyzed by an evolutionary method suggests a decrease in cerebral protein-synthesis rate as cause of schizophrenia and an increase as antipsychotic mechanism. Recuperado el 30 de octubre de 2003, de <http://xxx.arxiv.cornell.edu/abs/cond-mat/0110189v3>

Mölle, M., Marshall, L., Lutzenberger, W., Pietrowsky, R., Fehm, H., Born, J. (1996). Enhanced dynamic complexity in the human EEG during creative thinking. *Neuroscience Letters*: 61-64.

Monreal, C. (2000). *Qué es la creatividad*. Madrid, España: Biblioteca Nueva.

Moreno, A.J., González, C.F. (1991). Evolución de la creatividad dentro del ciclo medio de la EGB. *Revista Complutense de Educación*, 2(2):245-256.

Niedermeyer, E., Lopes da Silva, F. (Eds.) (1999). *Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. EE.UU.: Lippincott Williams & Wilkins.

Opitz, B., Mecklinger, A., Friederici, A.C., von Cramon, D.Y. (1999). The functional neuroanatomy of novelty processing: integrating ERP and fMRI results. *Cerebral Cortex*, 9:379-391.

Patel, S.H., Azzam, P.N. (2005). Characterization of N200 and P300: selected studies of the event-related potential. *International Journal of Medical Sciences*, 2(4):147-154.

Peterson, J.B., Carson, S. (2000). Latent inhibition and openness to experience in a high-achieving student population. *Personality and Individual Differences*, 28:323-332.

Peterson, J. B., Smith, K. W., Carson, S. (2002). Openness and Extraversion are associated with reduced latent inhibition. Replication and commentary. *Personality and Individual Differences*, 33:1137-1147

Pfenninger, K.H. (2001) (Ed.). *The origins of creativity*. NY, EE.UU.: Oxford University Press.

[Picton, T.W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S.A., Johnson, R. Jr., Miller, G.A., Ritter, W., Ruchkin, D.S., Rugg, M.D., Taylor, M.J.](#) (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37(2):127-152.

Polich, J., Comerchero, M.D. (2003). P3a from visual stimuli: typicality, task, and topography. *Brain Topography*, 15:141-152.

Polich, J., Criado, J.R. (2006). Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *International Journal of Psychophysiology*, 60:172-185.

Porjesz, B., Begleiter, H. (2003). Alcoholism and human electrophysiology. *Alcohol Research Health*, 27(2):153-160.

Razoumnikova, O.M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: an EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10:11-18.

Ranganath C., Rainer, G. (2003). Neural mechanisms for detecting and remembering novel events. *Nature Reviews Neuroscience*, 4: 193-202.

Rugg, D.M., Coles, M.G.H. (Eds.) (1996). *Electrophysiology of mind: event related potentials and cognition*. EE.UU.: Oxford University Press.

Runco, M.A., Pritzker, S.R. (Eds.) (1999). Encyclopedia of Creativity. San Diego, CA, EE.UU.: Academic Press.

Russ, S. (2000-2001). Primary-process thinking and creativity: affect and cognition. Creativity Research Journal, 13(1):27-35.

[Sheehan, D.V., Lecrubier Y., Sheehan K.H., Amorim P., Janavs J., Weiller E., Herqueta T., Baker R., Dunbar, C.G. \(1998\). The Mini-International Neuropsychiatric Interview \(M.I.N.I.\): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. Journal of Clinical Psychiatry, 59\(20\):22-33.](#)

Shuldberg, D. (2000-2001). Six clinical subclinical spectrum traits in normal creativity. Creativity Research Journal, 13(1): 5-16.

Simonton, K. (2000). Cognitive, Personal, Developmental, and Social Aspects. American Psychologist. 55(1):151-158.

Smith, S.M., Ward, T.B., Finke, R.A. (1997) (Eds.). The creative cognition approach. London, UK.: The MIT Press.

[Squires, N.K., Squires, K.C., Hillyard, S.A. \(1975\). Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 38\(4\):387-401.](#)

Suler, J.R. (1980). Primary process thinking and creativity. Psychological Bulletin, 88(1):144-165.

Tillier, B. The theory of positive desintegration. By Kazimierz Dabrowski. A very brief sketch of Dabrowski's theory. Ken Wilber and Dabrowski's theory of positive desintegration. Recuperado el 16 de febrero de 2003, de <http://members.shaw.ca/positivedesintegration/>

Torrance, E.P. (1990). The Torrance Test of Creative Thinking. Bensenville, IL: EE:UU. Scholastic Testing Service.

Torrance, E.P. (1993). The beyonders in a thirty year longitudinal study of creative achivement. Roeper Review, 15(3):131-135.

Torrance, E.P. (1998). Torrance tests of creative thinking. Norms-technical manual. Bensenville, Illinois, EE.UU.: Scholastic Testing Service.

Torrance, E.P., Safter, H.T. (1999). Making the creative leap beyond. Buffalo, N.Y., EE.UU.: The Creative Education Foundation Press.

[Towey, J., Bruder, G., Hollander, E., Friedman, D., Erhan, H., Liebowitz, M., Sutton, S.](#) (1990). Endogenous event-related potentials in obsessive-compulsive disorder. [Biological Psychiatry](#), 28(2):92-98

Tulving, E., Markowitsch J.H., Craik, F.I.M., Habib R., Houle, S. (1996). Novelty and familiarity activations in PET studies of memory encoding and retrieval. Cerebral Cortex, 6:71-79.

Turetsky, B.I., Colbath, E.A., Gur, R.E. (1998). P300 subcomponent abnormalities in schizophrenia: I. Physiological evidence for gender and subtype specific differences in regional pathology. *Biological Psychiatry*, 43:84-96.

Wechsler, S. (2006). Validity of the Torrance Tests of Creative Thinking to the Brazilian Culture. *Creativity Research Journal*, 18(1):15-25.

Williams, L.M., (1996). Cognitive inhibition and schizophrenic symptom subgroups, *Schizophrenia Bulletin*, 22:139-151.

[Yago, E., Escera, C., Alho, K., Giard, M.H., Serra-Grabulosa, J.M.](#) (2003). Spatiotemporal dynamics of the auditory novelty-P3 event-related brain potential. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 16(3):383-390.