



EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS EVALUATIVOS INICIALES DEL ESTRÉS MEDIANTE POTENCIALES EVOCADOS

Silvia Edo Izquierdo* y Jordi Fernández-Castro

Universidad Autónoma de Barcelona

1998, 4(2-3), 299-309

Resumen: En los últimos años ha habido un interés creciente en la evaluación como un proceso determinante de la ansiedad y el estrés. La evaluación parece ser un proceso automático y preatencional que no requiere procesamiento consciente de los estímulos. Se ha propuesto que las funciones realizadas por la amígdala podrían ser la base neural de la evaluación, la amígdala recibe inputs del tálamo y el córtex, los primeros llegan rápidamente, mientras que los segundos proporcionan información más detallada, pero llegan a la amígdala más lentamente. Los potenciales evocados (ERP) cerebrales pueden ser unos buenos índices del procesamiento inicial y rápido de los estímulos potencialmente productores de estrés. Recientemente, se han realizado varios experimentos sobre la evaluación emocional mediante los ERP. Este método permite diferenciar entre procesamiento emocional y cognitivo y, además, las asimetrías hemisféricas en los ERP están relacionadas con el valor atribuido por la evaluación al estímulo.

Palabras Clave: Evaluación cognitiva, Estrés, Potenciales evocados (ERP)

Abstract: In the last years there has been a growing interest in the appraisal as a determinant process of anxiety and stress. Appraisal seems to be an automatic and preattentive process which does not require conscious processing of the stimulus. It has been claimed that functions mediated by the amygdala are likely to be the neural instantiation of the appraisal, and amygdala receives inputs from the thalamus and the cortex; the former reach quickly, while the latter provide detailed stimulus information, but reach the amygdala more slowly. Brain Event-related Potentials (ERPs) can be a good indexes of the initial and quick processing of potential stressors. Recently, several experiments on emotion appraisal has been conducted by ERPs. This method allows to differentiate between emotional and cognitive processes and, also, the ERPs hemispheric asymmetries are related to stimulus appraisal valence

Key words: Appraisal, Stress, Event-related Potentials (ERPs).

Title: *Research on initial stress appraisal process by Event-Related Potentials*

La importancia de la evaluación inicial en los procesos de Estrés

La investigación sobre el estrés tiene una historia de unos setenta años, a lo largo de su desarrollo las ideas básicas sobre este fenómeno han estado continuamente cam-

biando. A nuestro entender, uno de los cambios más importantes que ha ocurrido en los últimos años, ha sido pasar de poner el acento en los aspectos objetivos de las situaciones que provocan estrés, ya sean de naturaleza social (como estar en paro o enviduar) ya sean de naturaleza biológica (como estar expuesto a daño orgánico), a centrarse en los procesos evaluativos de estas situaciones. Por ello actualmente se

* Dirigir la correspondencia a: Dra. Silvia Edo Izquierdo, Dpto. Psicología de la Educación, Unidad de Psicología Básica, Apartado postal 29, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: sedo@seneca.uab.es

© Copyright 1998: de los Editores de **Ansiedad y Estrés**

considera muy importante el proceso de detectar, percibir y dotar de significado los estímulos o situaciones potencialmente estresantes (Véase Lázarus, Kanner y Folkman, 1980; Meichenbaum, 1985).

Por esta razón una de las metas que actualmente se persiguen es llegar a saber porqué hay situaciones o estímulos que pueden ser considerados, ante diferentes personas o incluso por la misma persona pero en diferentes momentos, o bien como totalmente inocuos o por el contrario como muy peligrosos; por ejemplo, cuando una persona interpreta como una crítica una opinión banal de otra persona. Para llegar a dicha meta, hemos de situar el centro de interés sobre el tipo de procesamiento responsable ya sea de transformar situaciones ambientales neutras en episodios de estrés o bien de potenciar o de disminuir la capacidad de provocar estrés que tienen las situaciones que, objetivamente, pueden provocar estrés en la mayor parte de las personas (Fernández y Edo, 1998).

De entre todos los procesos de evaluación cognitiva, parece que los candidatos más serios para explicar la apreciación primaria en las situaciones de estrés son los procesos de detección y evaluación más rápidos y automáticos, frente a los de carácter intencional y consciente, más estratégicos. Uno de los investigadores que desde la Psicofisiología más ha avanzado en la investigación de los procesos automáticos de detección de estímulos amenazantes capaces de producir estrés ha sido Öhman (1987, 1993). Öhman y Birbaumer (1993) ha reafirmado que no es el propio estímulo quien suscita las respuestas emocionales sino que lo que es eficaz es el resultado de su procesamiento. Para que un estímulo sea identificado como una amenaza debe entrar en contacto con información relevante, organizada en la memoria, que lo relacione con experiencias similares previas, pero el

acceso a esta información es totalmente automático y no precisa pensamiento consciente; por lo tanto todo este proceso no se puede identificar con el pensamiento intencional o consciente; por ejemplo, Öhman y Soares (1992) hallaron respuestas fóbicas a serpientes ante estímulos enmascarados no percibidos conscientemente, en resumen, es el significado lo que provoca las respuestas y no el estímulo.

Öhman (1993) también ha contemplado este proceso evaluativo como un *mecanismo preatencional*, consistente en un reconocimiento preliminar del estímulo que da lugar, también, a una serie de respuestas emocionales preliminares. Algunas de las características que enumeran los autores de este mecanismo son su inmediatez, que no requiere de ningún esfuerzo, que no es accesible a la introspección y que es independiente de la voluntad. A su vez, define el otro tipo de procesamiento evaluativo como consciente, lento, progresivo, sensible a las intenciones y con posibilidad de análisis introspectivo.

El substrato neurológico de la evaluación inicial de la amenaza

Recientemente, se han hecho públicos nuevos datos e interpretaciones sobre el substrato nervioso de la emoción especialmente relevantes para el tema que estamos tratando. Estos trabajos (LeDoux, 1994) investigan las vías nerviosas implicadas en el procesamiento de la información visual y acústica para establecer el fundamento neurológico del miedo que esos estímulos provocan cuando han estado asociados, por condicionamiento clásico, a un estímulo aversivo. Creemos que puede resultar interesante describir, aunque sea muy someramente, las características de estos circuitos neurales dado que pueden ayudar a comprender la naturaleza de esta primera fase automáti-

ca del proceso de evaluación que se desarrolla ante una situación amenazante.

Tradicionalmente, el estudio sobre las vías nerviosas que subyacen a la emoción ha considerado la existencia de la vía cortical que, se activa cuando los órganos sensoriales captan una situación amenazante, los nervios sensoriales transmiten la información nerviosa al tálamo donde se realiza un procesamiento rápido y rudo de dicha estimulación, seguidamente, el tálamo conectará con el neocórtex donde se desarrollará el procesamiento consciente y racional que interpretará y dotará de significación emocional a la señal externa. Esta información emocional pasará del neocórtex al sistema límbico el cual, a su vez, activará las vías eferentes que darán lugar a las respuestas adecuadas en el resto del organismo. Sin embargo, parece estar cada vez más claro que, ante situaciones altamente amenazantes, junto a la activación de esta vía, también se dispara simultáneamente una segunda vía subcortical que permite reaccionar en un tiempo muy inferior al que se precisa para completar la vía cortical. Joseph E. LeDoux (1992, 1994) neurólogo especializado en el estudio de las bases nerviosas de la memoria y la emoción implicadas en el condicionamiento del miedo, ha puesto de manifiesto en sus investigaciones la existencia de esta segunda vía neural subcortical que permite, ante una situación amenazante, prescindir de la elaboración cognitiva del neocórtex y pasar directamente la información del tálamo a la amígdala. Esta vía rápida permite que la actividad de la amígdala desarrolle, en cuestión de milisegundos, un plan de emergencia que dará lugar al origen de la emoción y que desencadenará una respuesta antes de que intervengan los centros corticales, es un tipo de procesamiento no consciente que permite identificar la situación y decidir

que grado de amenaza representa. Es decir, ante la percepción de una amenaza inminente la amígdala no “se entretiene” buscando una confirmación racional de la gravedad de tal percepción, sino que por el contrario activa las respuestas biológicas y conductuales del estrés.

Este circuito puede ser muy útil en situaciones que requieran una respuesta rápida, ya que como expone LeDoux (1994) fracasar en la respuesta ante el peligro resulta bastante peor que desencadenar una respuesta desproporcionada ante un estímulo intrascendente. Una vez finalizada esta primera reacción inmediata, las estructuras corticales aportarán una información más refinada sobre la percepción de la amenaza a partir de la cual se modularán las respuestas proporcionadas por la amígdala y otras regiones del sistema límbico, permitiendo la emisión de una respuesta más analítica y proporcionada.

El estudio psicofisiológico de la evaluación inicial

Una de las técnicas usadas en Psicofisiología Cognitiva para el estudio de los procesos automáticos es presentar los estímulos durante un periodo tan corto de tiempo que se impida su procesamiento completo, por lo tanto las respuestas periféricas, ya sean somáticas o vegetativas, elicítadas serán el producto de este procesamiento inicial y automático puesto que la corta exposición del estímulo no ha permitido el procesamiento lento y consciente. Esta técnica ha dado buenos resultados por ejemplo a Öhman y sus colaboradores (Öhman, Dimberg y Esteves, 1989). Sin embargo, hay otras formas de estudio psicofisiológico de los procesos automáticos de evaluación que son las relacionadas con la actividad del propio sistema nervioso central: la actividad electroencefalográfica (EEG), los po-

tenciales evocados por estímulos (ERP), la cartografía cerebral basada en el registro de los potenciales evocados (BEAM), la tomografía por emisión de positrones basada en el flujo sanguíneo cerebral (PET) y la resonancia magnética funcional basada en los niveles de oxígeno de la sangre en el cerebro (fMRI). De entre toda esta amplia panoplia de técnicas, los potenciales evocados podrían ser los índices más adecuados para explorar la naturaleza de los procesos iniciales de evaluación de estímulos o situaciones potencialmente provocadores de estrés. Esto es debido a sus características intrínsecas: son específicos a los estímulos, son medidas continuas y permiten el análisis de cambios de la actividad cerebral en pequeñas fracciones de tiempo – milisegundos- de forma inmediata a la presentación de los estímulos.

Los Potenciales Evocados por Estímulos (ERP)

Los potenciales evocados son cambios en la actividad eléctrica cerebral, concretamente diferenciales de potencial eléctrico que se pueden registrar mediante electrodos situados en la superficie del cuero cabelludo, y que son generados en respuesta a estímulos concretos. En el registro electroencefalográfico de la actividad eléctrica cerebral, el voltaje de los potenciales evocados (entre 2 y 20 μV) queda enmascarado por ser más pequeño que el de la actividad eléctrica cerebral base (entre 50 y 100 μV), esto hace necesario promediar los registros resultantes de la presentación repetida de un estímulo concreto para obtener, de esta manera, un registro promedio final en el que la actividad eléctrica cerebral espontánea queda prácticamente anulada y sobresalen los cambios de potencial que han sido específicamente evocados por el estímulo presentado (Grings y Dawson, 1978).

El análisis de los potenciales evocados se realiza considerando, principalmente, los valores de amplitud y de latencia de las ondas (de polaridad positiva o negativa) que lo configuran. Mientras que el parámetro de amplitud hace referencia a la intensidad de la respuesta evocada, la latencia es el tiempo transcurrido (generalmente cuantificado en milisegundos) desde la presentación del estímulo elicitor hasta la aparición del potencial evocado. Este valor de latencia es el que se ha considerado mayormente para clasificar los potenciales evocados en *exógenos* o *endógenos* (Sutton, Braren, y Zubin; 1965; Donchin, Ritter, y McCallum, 1978; Gaillard y Ritter, 1983).

Las principales características de los potenciales llamados exógenos son las siguientes: son evocados por estímulos totalmente externos al sistema nervioso central, aparecen con una latencia corta (inferior a los 100 msec.), su aparición y configuración depende directamente de parámetros físicos de los estímulos que los elicitan (como la modalidad sensorial o la intensidad), no son sensibles al nivel de arousal del individuo y muestran una gran estabilidad tanto intra como interindividual. Estas particularidades los hacen especialmente útiles como índices psicofísicos objetivos o estándar que permiten, entre otras aplicaciones, diagnosticar acerca de la integridad neurológica de la vía sensorial implicada (Hasset, 1978).

Los potenciales evocados endógenos se pueden observar a partir de los 100 msec. y hasta varios segundos después de la presentación del estímulo elicitor, motivo por el que también se han denominado potenciales de larga latencia, o actividad cerebral de ondas lentas (Rockstroh, Elbert, Birbaumer y Lutzenberger, 1982). Desde mediados de los años sesenta se empezó a constatar que la amplitud y latencia de estos potenciales

no mantenía una relación directa con los parámetros físicos del estímulo, así, por ejemplo, la presentación de un estímulo de una intensidad apenas perceptible por el sujeto elicitaba un potencial evocado de mayor amplitud que el que se observaría ante otro estímulo de gran intensidad física pero irrelevante para la persona. De hecho, se observó que ni siquiera era necesaria la presencia de un determinado estímulo para provocar esta respuesta cerebral, es suficiente, en este caso, que esta ausencia del estímulo sea significativa para la persona (Sutton y Tueting, 1975). Actualmente estos potenciales son denominados “potenciales cerebrales relacionados con estímulos” [versión castellana del término original inglés *Event-Related Brain Potentials (ERP)*].

Los ERP han sido definidos como variables dependientes (Näätänen y Picton, 1987) o en función del paradigma, o del proceso psicológico responsable de su aparición (Donchin, Ritter, y McCallum, 1978). En el primer caso, para definir los potenciales priman los criterios siguientes: la polaridad (con dos categorías la positiva “P” y la negativa “N”), la latencia (se representa con un subíndice numérico que indica el tiempo en milisegundos que tarda en aparecer el potencial desde la aparición del estímulo, por ejemplo, P₃₀₀), la secuencia (indica el número de orden en que aparece respecto a otros potenciales, por ejemplo, la N₂ precede a la P₃) y su situación craneal (dado que cada potencial es generado por un determinado foco neural). Cuando los ERP son definidos en función de los factores psicológicos que determinan su aparición, los valores de amplitud y latencia aportan información sobre la intensidad y el tiempo requerido de procesamiento cognitivo ante el estímulo o situación presentada.

Un enfoque diferente de los ERP es el neurofisiológico, en el que se considera fundamental la distribución craneal de los electrodos de registro para poder determinar cuál es la estructura o mecanismo neurofisiológico subyacente y generador de la actividad cerebral registrada. En este tipo de aproximación, las características de los ERP pueden reflejar el estado o el funcionamiento de estructuras corticales y subcorticales. Gaillard (1988) propone que el mejor planteamiento es considerar paralelamente la aproximación neurofisiológica y la psicofisiológica, para poder determinar si los ERP implicados en un mismo proceso psicológico también presentan una distribución craneal similar.

Los ERP en la Psicofisiología Cognitiva

A pesar de que se han utilizado diferentes ERP para el estudio de los procesos psicológicos, como la variación negativa contingente -VNC- (ondas de polaridad negativa que aparecen en un aprendizaje asociativo ante el estímulo predictor), o el potencial N₄₀₀ relacionado con el procesamiento semántico, el componente P₃₀₀ es el que ha suscitado un mayor interés. Así, por ejemplo, el registro del potencial P₃₀₀ ha servido, en numerosos trabajos, como índice de procesos perceptivos i/o atencionales. Algunos de los aspectos tratados en estos estudios son: el grado de sorpresa elicitado ante estímulos con una baja probabilidad de aparición respecto a otros estímulos con una alta frecuencia de aparición (Sutton, 1977), la capacidad de atención limitada en tareas de control múltiple (Isreal, Chesney, Wickens, y Donchin, 1980; Wickens, Kramer, y Donchin, 1984) o, el grado de distracción ante tareas secundarias (Grillon, Courchesne, Ameli, Elmasian y Braff, 1990).

En otros casos, también se ha relacionado el P_{300} con procesos de aprendizaje y memoria; por ejemplo, en tareas de memorización de ítems en las que la amplitud y la latencia del potencial ha permitido predecir el grado posterior de recuerdo (Mäntysalo y Gaillard, 1986; Paller, McCarthy, y Wood, 1988). También se han constatado cambios en este potencial relacionados con el grado de aprendizaje y el esfuerzo mental requerido ante una tarea (Peters, Billinger y Knott, 1977; Ullspeguer, Metz y Gille, 1988), o con el valor de incentivo que presenta un estímulo utilizado como feedback (Begleiter, Porjesz, Chou y Aunon, 1983; Johnston y Holcomb, 1980).

Dada las diferentes condiciones psicológicas que afectan a la morfología del componente P_{300} , Johnson (1984, 1986) realizando un gran trabajo de síntesis, ha propuesto un modelo que contempla tres categorías o dimensiones del estímulo que afectan a la amplitud del P_{300} . A modo de resumen, estas categorías son: a) probabilidad subjetiva; relación negativa entre la probabilidad de aparición de un estímulo y la amplitud del potencial, de tal forma que el estímulo con menor probabilidad de aparición provoca una mayor amplitud por resolver un estado de incertidumbre superior, b) significación del estímulo; esta dimensión está compuesta por tres variables independientes entre sí que guardan una relación directa con la amplitud del P_{300} que son, la dificultad de la tarea, la complejidad del estímulo y el valor de incentivo del estímulo, y c) transmisión de la información; definida como la proporción de información que se obtiene ante un estímulo en relación al total de información que puede ofrecer.

Esta última dimensión es especialmente interesante, dado que modula la contribución a la amplitud del componente P_{300} que

presentan las otras dos dimensiones, y está formada, a su vez, por dos tipos de variables: las que provocan equivocación y las que afectan a la dirección de la atención. El primer tipo de variables incluye aquellas situaciones en que o bien no se percibe correctamente el estímulo informador o, dicho estímulo no aporta toda la información necesaria para poder ejecutar correctamente una tarea (en este caso la amplitud del potencial registrada ante este estímulo disminuye proporcionalmente a la falta de confianza que se genera en el individuo al emitir su respuesta). El segundo grupo de variables que afectan a la dirección de la atención cubren aquellos casos en que la pérdida de la información viene dada por falta de atención (es este caso, el grado de atención mantiene una relación inversa con la amplitud del componente P_{300}).

En este modelo, a pesar de que Johnson también propone una relación matemática entre las tres categorías descritas, predomina más la evaluación cualitativa que cuantitativa del componente P_{300} . A pesar de ello, representa uno de los intentos más válidos para predecir la evolución de este potencial a partir de las diferentes condiciones psicológicas propuestas.

Los ERP y las emociones

El estudio del procesamiento emocional es uno de los campos más reciente donde se emplea el registro de los ERP. Como acabamos de exponer, hasta finales de los años ochenta, los ERP eran tenidos como un buen índice para la evaluación de estímulos referente a su probabilidad, significación y transmisión de información. También se reconocía su relación con la valencia de los estímulos pero este era un aspecto claramente secundario.

Los primeros trabajos que relacionan los ERP con la emoción, utilizan un procedimiento basado en una asociación de predicción entre dos estímulos (E_1 - E_2), por ejemplo, en el de Simons, Öhman, y Lang (1979), el primer estímulo es un tono que puede presentar dos duraciones diferentes, el más breve señala la presentación de una imagen neutra, mientras que el otro tono de mayor duración indica la presentación de un cuerpo desnudo; después de varias asociaciones se observa el incremento de la variación negativa contingente -VNC- que anticipa la presencia del estímulo con carga emocional hedónica. En otro estudio, en el que se utilizó un procedimiento similar (Rockstroh, Elbert, Birbaumer y Lutzenberger, 1982) se observó un aumento en la negatividad de la variación negativa contingente anticipando la presencia de un estímulo aversivo (un tono de 110 dB).

Principalmente a partir de los años noventa, el estudio de las emociones, a partir del registro de los ERPs, presenta un cambio cualitativo importante. Así, por ejemplo, se empieza a investigar la posibilidad de diferenciar, ante una tarea inductora de estrés, las características del procesamiento emocional y las del procesamiento cognitivo. A este cambio, ha contribuido, sin ninguna duda, las aportaciones de Öhman y de LeDoux a las que no hemos referido en el primer apartado del presente trabajo; sin olvidar la influencia de Lang (1978, 1979) y su teoría psicofisiológica y cognitiva de la estructura triple de la emoción.

Investigación con ERP de la evaluación inicial de estímulos emocionales

Se ha podido observar que el procesamiento inicial de la información emocional se compone de dos tipos de elaboración, una predominantemente emocional y la otra predominantemente cognitiva. Parece ser

que durante el primer segundo de procesamiento estos dos componentes operan en serie y no en paralelo, puesto que en los primeros milisegundos del procesamiento se ubica la elaboración emocional y, posteriormente, se realiza el procesamiento más cognitivo. También se ha constatado que estos dos tipos de procesamiento inicial se produce en diferentes zonas cerebrales (Johnston, Miller, y Burleson, 1986; Johnston y Wang, 1991; Naumann, Bartussek, Diedrich, y Laufer, 1992; Naumann, Bartussek, Diedrich, Vogelbacher, y Mehrstens, 1993).

Por ejemplo, Johnston, Miller, y Burleson (1986) presentaron imágenes en color correspondientes a cinco categorías diferentes: alteraciones dermatológicas y desnudos del mismo sexo, como estímulos desagradables; desnudos del sexo opuesto y bebés, como estímulos agradables e imágenes de gente corriente, como estímulos neutros. Cuando estas imágenes eran presentadas, se daban dos situaciones diferentes (en la primera predomina el procesamiento emocional y en la segunda el cognitivo): en la primera situación, los sujetos tenían que aprender la asociación entre estas imágenes y diferentes combinaciones de tres letras sin sentido, con la finalidad de poder predecir el valor emocional de una imagen a partir de una determinada combinación de letras; en la segunda situación, los sujetos tenían que contar el número de combinaciones de letras y de imágenes que se presentaban. Para analizar los resultados, los autores dividen el periodo de registro de los ERP en tres segmentos: entre 250 y 400mseg., entre 400 y 700 mseg., y entre 700 y 1000mseg. Los ERP resultantes del primer segmento varían sistemáticamente en función de la valencia del estímulo emocional presentado -siendo las amplitudes registradas ante las imágenes de contenido agradable y desagradable superiores a

las imágenes neutras- pero, esta parte inicial del registro no es sensible a la situación de predominio cognitivo. En el siguiente fragmento de registro se obtienen resultados muy similares, pero aquí ya empieza la influencia de la tarea cognitiva. Por último, en el fragmento final de registro es donde se ve más claramente la influencia de la tarea cognitiva; aquí, a diferencia del resto de registro, se observan las amplitudes más grandes de ERP en los electrodos con una situación más central que parietal.

Las situaciones inductoras de emociones no se limitan a imágenes con contenido emocional. También se ha podido registrar las diferencias en la evaluación emocional inicial de la anticipación del fracaso en una tarea de laboratorio. Edo (1994) presentó una prueba de memorización de listas de figuras y de palabras ofreciendo a los participantes una información falsa, y previamente determinada, sobre la puntuación obtenida. Así, durante la primera fase experimental la puntuación mostrada se hacía coincidir con una puntuación criterio indicativa de buen rendimiento, pero durante la segunda fase experimental la puntuación se hacía disminuir quedando distanciada de esta puntuación criterio. A pesar de que, en esta segunda fase, los datos reales sobre el rendimiento de los sujetos indicaron un aumento en la efectividad de la tarea de memorización, se indujo artificialmente una sensación de fracaso que quedó objetivada en la disminución sistemática del potencial P_{300} . Este cambio en el potencial fue interpretado, según el modelo propuesto por Johnson, como producto de una disminución del nivel de confianza en la propia respuesta generado por el fracaso experimentado.

En estos trabajos las diferencias más importantes entre amplitudes de los ERP se han registrado entre estímulos con conno-

tación emocional y estímulos neutros, pero no se ha observado diferencias entre los estímulos con valencia positiva y aquellos con valencia negativa. Diedrich, Naumann, Maier, Becker y Bartussek (1997) proponen que las diferencias registradas entre estímulos emocionales y estímulos neutros reflejen más, un efecto de *arousal* o de importancia del estímulo que de contenido emocional estrictamente.

Los estudios encaminados a descubrir un efecto diferencial de la valencia del estímulo emocional sobre los ERP, se basan en comparaciones intrahemisféricas. Así, por ejemplo, en estudios basados en el reconocimiento facial de expresiones emocionales (como ira, felicidad, tristeza, enfado, o miedo), se ha observado que utilizando únicamente el campo visual izquierdo (procesamiento que corresponde al hemisferio derecho) las personas eran más hábiles en el reconocimiento de la expresión emocional (McLaren y Bryson, 1987). En este campo, también se ha constatado que los adultos muestran una amplitud mayor del potencial P_{300} ante las expresiones de felicidad respecto a los niños, los cuales obtienen amplitudes superiores de este componente ante caras que expresan enfado, observándose, así mismo, que únicamente en los adultos se registra una predominancia del hemisferio derecho en el reconocimiento de la expresión emocional (Kestenbaum, y Nelson, 1992).

Uno de los principales inconvenientes que existen actualmente en este tipo de investigaciones, que han estudiado las asimetrías intrahemisféricas de los ERP durante la percepción de estímulos emocionalmente relevantes, es que difieren ampliamente en la metodología utilizada, incluyendo aquí: diseños experimentales, tareas propuestas, estímulos presentados, número y localización de los electrodos de registro y componentes de ERP evaluados- (Kayser, Tenke,

Nordby, Hammerborg, Hugdahl, y Erdmann, 1997). A pesar de la dificultad para comparar los diferentes trabajos, existe ya un considerable número de investigaciones que sugieren una especialización hemisférica funcional en la regulación de los estados emocionales. Esta evidencia proviene de diferentes campos de estudio: neurológicos, clínicos y de población sana, utilizando, así mismo, diferentes técnicas y paradigmas (Davidson, 1984; Liotti y Tucker, 1995). Así, parece ser que el hemisferio derecho no solamente predomina en el procesamiento emocional sino, en particular, en el procesamiento de estímulos con valencia negativa (Etcoff, 1989; Pflieger, Schellberg, Besthorn, y Gasser, 1993; Schellberg, Besthorn, Klos, y Gasser, 1990; Silberman, y Weingartner, 1986). Así mismo, a pesar que las relaciones específicas entre modelos de actividad cortical y subcortical, y estados emocionales, todavía no están totalmente resueltas, parece ser que los dos hemisferios contribuyen a la experiencia emocional (Davidson, 1995).

Conclusiones

Los ERP pueden dar información útil para entender el proceso inicial de los estímulos emocionales, puesto que se empieza a saber algo de la distribución anatómica y temporal de los componentes emocionales y cog-

nitivos. Parece ser que los primeros 400mseg. del registro de los ERP responden a la magnitud del valor emocional otorgado al estímulo, mientras que la actividad cerebral en los siguientes 600mseg. respondería a la evolución del procesamiento cognitivo. Además, a partir del análisis diferencial interhemisférico de los ERP, se puede conocer la valencia percibida del estímulo. Sin embargo, la escasez de trabajos obligar a tomar estos datos como provisionales. De todas maneras, de confirmarse la solidez de estos resultados, se estaría en condiciones de poder analizar las teorías cognitivas sobre la ansiedad y el estrés que ponen el acento en el procesamiento inicial de la estimulación potencialmente emocional y en los sesgos interpretativos como, por ejemplo, la de Eysenck (1997) y la de Eysenck y Derakshan (1997). En definitiva, ante la evidencia indirecta, mediante informes verbales o conductas, de la existencia y el sentido de los sesgos interpretativos, los ERP podrían aportar una medición directa de su presencia.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda PB94-0700 de la DGICYT.

Referencias bibliográficas

- Begleiter, H., Porjesz, B., Chou, C.L. y Aunon, J.I. (1983). P₃ and stimulus incentive value. *Psychophysiology*, 20(1), 95-101.
- Davidson, R.J. (1984). Affect, cognition and hemispheric specialization. En C.E. Izard, J. Kagan y R.B. Zajonc (Eds.), *Emotion, cognition and behaviour* (pp.320-365). New York: Cambridge University Press.
- Davidson, R.J. (1995). Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. En R.J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), *Brain asymmetry* (pp.361-387). Cambridge, M.A.: MIT Press.

- Diedrich, O., Naumann, E., Maier, S., Becker, G. y Bartussek, D. (1997). A frontal positive slow wave in the ERP associated with emotional slides. *Journal of Psychophysiology*, 11, 71-84.
- Donchin, E., Ritter, W. y McCallum, W.C. (1978). Cognitive psychophysiology: the endogenous components of ERP. En E. Callaway, P. Tueting y S.H. Koslow (Eds.), *Event related brain potentials in man* (349-411). New York: Academic Press.
- Edo, S. (1994). El estrés humano desde un punto de vista relacional: Un modelo de laboratorio. *Avances en Psicología Clínica Latinoamericana*, 12, 63-73.
- Etcoff, N.L. (1989). Asymmetries in recognition of emotion. En F. Boyer y J. Grafman (Eds.), *Handbook of neuropsychology*, vol.3 (pp.362-382). Amsterdam: Elsevier.
- Eysenck, M.W. (1997). *Anxiety and cognition: A unified theory*. Hove, U.K.: Psychology Press.
- Eysenck, M.W. y Derakshan, N. (1997). Un marco teórico cognitivo para los trastornos de ansiedad. *Ansiedad y Estrés*, 3 (2-3), 121-134.
- Fernández-Castro, J. y Edo, S. (1998). ¿Se puede medir el estrés?: Un análisis de los elementos que componen el proceso del estrés. *Avances en Psicología Clínica Latinoamericana*, 16, 133-148.
- Gaillard, A.W.K. (1988). Problems and paradigms in ERP research. *Biological Psychology*, 26, 91-109.
- Gaillard, A.W.K. y Ritter, W. (Eds.) (1983). *Tutorials in ERP research: Endogenous components*. Amsterdam: North-Holland Publishing company.
- Grillon, Ch., Courchesne, E., Ameli, R., Elmasian, R. y Braff, D. (1990). Effects of rare non-target stimuli on brain electrophysiological activity and performance. *International Journal of Psychophysiology*, 9, 257-267.
- Grings, W. y Dawson, M. (1978). *Emotions and bodily responses. A psychophysiological approach*. New York: Academic Press.
- Hasset, J. (1978). *A primer of psychophysiology*. San Francisco: Freeman, W.H. and company.
- Isreal, J.B., Chesney, G.L., Wickens, Ch.D. y Donchin, E. (1980). P₃₀₀ and tracking difficulty: Evidence for multiple resources in dual-task performance. *Psychophysiology*, 13(3), 259-273.
- Johnson, R. (1984). P₃₀₀: a model of the variables controlling its amplitude. En R. Karrer, J. Cohen y P. Tueting (Eds.), *Brain and information: Event-related potentials*, Vol.425. New York: Annals of the New York Academy of Sciences.
- Johnson, R. (1986). A triarchic model of P₃₀₀ amplitude. *Psychophysiology*, 17(2), 167-178.
- Johnston, V.S. y Holcomb, P.J. (1980). Probability learning and the P₃ component of the visual evoked potential in man. *Psychophysiology*, 17(4), 396-400.
- Johnston, V.S., Miller, D.R. y Burleson, M.H. (1986). Multiple P_{3s} to emotional stimuli and their theoretical significance. *Psychophysiology*, 23, 684-694.
- Johnston, V.S. y Wang, X.T. (1991). The relationship between menstrual phase and the P₃ component of ERPs. *Psychophysiology*, 28, 400-409.
- Kayser, J., Tenke, C., Nordby, H., Hammerborg, D., Hugdahl, K. y Erdmann, G. (1997). Event-related potential (ERP) asymmetries to emotional stimuli in a visual half-field paradigm. *Psychophysiology*, 34, 414-426.
- Kestenbaum, R. y Nelson, C.A. (1992). Neural and behavioral correlates of emotion recognition in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 1-18.
- Lang, P.J. (1978). Anxiety: Toward a psychophysiological definition. En H.S. Akiskal y W.L. Webb (Eds.), *Psychiatric diagnosis: Explorations of biological predictors* (pp.365-389). New York: Spectrum.
- Lang, P.J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16, 495-512.
- Lazarus, R.S., Kanner, A.D. y Folkman, S. (1980). Emotions: A cognitive phenomenological analysis. En R. Plutchik y H. Kellerman (Eds.), *Emotion: Theory, research, and experience* (pp. 189-218). New York: Academic Press.
- LeDoux, J.E. (1992). Brain mechanisms of emotion and emotional learning. *Current Opinion in Neurobiology*, 2(2), 191-197.
- LeDoux, J.E. (1994). Emoción, memoria y cerebro. *Investigación y Ciencia*, agosto, 38-45.
- Liotti, M. y Tucker, D.M. (1995). Emotion in asymmetric corticolimbic networks. En R.J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), *Brain asymmetry* (pp.389-423). Cambridge, M.A.: MIT Press.
- Mäntysalo, S., y Gaillard, A.W.K. (1986). Event-related potentials (ERPs) in a learning and memory test. *Biological Psychology*, 23, 1-20.
- McLaren, J. y Bryson, S.E. (1987). Hemispheric asymmetries in the perception of emotional and neutral faces. *Cortex*, 23, 645-654.
- Meichenbaum, D. (1985). *Stress inoculation training*. New York: Pergamon Press.
- Näätänen, R. y Picton, T. (1987). The N₁ wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis

- of the component structure. *Psychophysiology*, 24, 375-425.
- Naumann, E., Bartussek, D., Dierich, O. y Laufer, M.E. (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, 6, 285-298.
- Naumann, E., Bartussek, D., Dierich, O., Vogelbacher, D. y Mehrrens, S. (1993). Emotionality and the late positive complex of the event-related potential. En H.J. Heinze, T.F.Münte y G.R.Mangun (Eds.), *New development in event-related potentials* (pp.157-162). Boston: Birkhäuser.
- Öhman, A. (1987). The psychophysiology of emotion: An evolutionary-cognitive perspective. En P.K.Ackles, J.R. Jennings, y M.G.H. Coles (Eds.), *Advances in psychophysiology*, vol.2 (pp.79-127). Greenwich, C.T: JAI Press.
- Öhman, A. (1993). Stimulus prepotency and fear learning: Data and theory. En N. Birbaumer y A. Öhman (Eds.), *The structure of emotion* (pp. 218-239). Toronto: Hogrefe y Huber Publishers.
- Öhman, A. y Birbaumer, N. (1993). Psychophysiological and cognitive-clinical perspectives on emotion: Introduction and overview. En N. Birbaumer y A. Öhman (Eds.), *The structure of emotion* (pp. 3-17). Toronto: Hogrefe y Huber Publishers.
- Öhman, A., Dimberg, U. y Esteves, F. (1989). Preattentive activation of aversive emotions. En T. Archer y L.G.Nilsson (Eds.), *Aversion, avoidance and anxiety* (169-193). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Öhman, A. y Soares, J.J.F. (1992). *Unconscious anxiety: Phobic responses to masked stimuli*. Paper submitted for publication.
- Paller, K.A., McCarthy, G. y Wood, Ch.C. (1988). ERPs predictive of subsequent recall and recognition performance. *Biological Psychology*, 26, 269-276.
- Peters, J.F., Billenger, T.W. y Knott, J.R. (1977). Event-related potentials of brain (CNV and P₃₀₀) in a paired associative learning paradigm. *Psychophysiology*, 14(6), 579-585.
- Pfleger, W., Schellberg, D., Besthorn, C. y Gasser, T. (1993). Spatio-temporal difference of brain potentials according to positive versus negative emotional stimulation. En H.J. Heinze, T.F.Münte y G.R.Mangun (Eds.), *New development in event-related potentials* (pp.163-168). Boston: Birkhäuser.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N. y Lutzenberger, W. (1982). *Slow brain potentials and behaviour*. Baltimore: Urban and Schwarzenberg.
- Schellberg, D., Besthorn, C. Klos, T. y Gasser, T. (1990). EEG power and coherence while male adults watch emotional video films. *International Journal of Psychophysiology*, 9, 279-291.
- Silberman, E.K. y Waynegartner, H. (1986). Hemispheric lateralization of functions related to emotions. *Brain and Cognition*, 5, 322-353.
- Simons, R.F., Macmillan III, F.W. y Ireland, F.B. (1982). Anticipatory pleasure deficit in subjects reporting physical anhedonia: Slow cortical evidence. *Biological Psychology*, 14, 297-310.
- Sutton, S. (1977). P₃₀₀ -Thirteen years later. En H. Begleiter (Ed.), *Evoked brain potentials and behavior*, Vol.2. New York and London: Plenum Press.
- Sutton, S., Braren, M. y Zubin, J. (1965). Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 11087-11088.
- Sutton, S. y Tueting, P. (1975). The sensitivity of the evoked potential to psychological variables. En P.H. Venables y M.J. Christie (Eds.), *Research in psychophysiology*. London: John Wiley and sons.
- Ullsperger, P., Metz, A.M. y Guille, H.G. (1988). The P₃₀₀ component of the event-related potential and mental effort. *Ergonomics*, 31(8), 1127-1137.
- Wickens, C.D., Kramer, A.F. y Donchin, E. (1984). The event-related potential as an index of the processing demands of a complex target acquisition task. En R.Karrer, J. Cohen y P.Tueting (Eds.), *Brain and information: event-related potentials*, Vol. 425. New York: Annals of the New York Academy of Sciences.