



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

PROCESAMIENTO DE ERRORES EN LA PSICOPATÍA SUBCLÍNICA

Un estudio de potenciales evocados

TESIS DOCTORAL

Pablo Ribes Guardiola

Dirigida por:

Dr. D. Javier Moltó Brotons

Dra. Dña. Rosario Poy Gil

Mayo 2017

UNIVERSITAT JAUME I

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Departamento de Psicología Básica, Clínica y Psicobiología



Dr. D. Javier Moltó Brotons, Catedrático de Universidad del área de Psicología Básica en el Departamento de Psicología Básica, Clínica y Psicobiología de la Universitat Jaume I de Castellón, y

Dra. Dña. Rosario Poy Gil, Titular de Universidad del área de Psicología Básica en el Departamento de Psicología Básica, Clínica y Psicobiología de la Universitat Jaume I de Castellón,

CERTIFICAN:

Que la presente Tesis Doctoral titulada **‘Procesamiento de errores en la psicopatía sub-clínica: un estudio de potenciales evocados’** ha sido realizada por Pablo Ribes Guardiola bajo nuestra dirección en el laboratorio de Neurociencia Afectiva de la Universitat Jaume I, y cumple con los requisitos necesarios de calidad y originalidad para su defensa.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmamos el presente documento en Castellón, mayo de 2017.

Fdo: Javier Moltó Brotons

Fdo: Rosario Poy Gil

AGRADECIMIENTOS

En estas primeras líneas quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que han hecho posible esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer el apoyo y la dedicación de mis directores de tesis, Javier Moltó y Rosario Poy. A ellos quiero darles las gracias por confiar en mí y guiarme durante todos estos años de continua e intensa formación. Gracias por hacer posible que inicie mi carrera en la investigación, por vuestra infinita paciencia y por contagiarme vuestra pasión por este ámbito de trabajo.

A las personas que forman parte del Laboratorio de Neurociencia Afectiva y que, de una manera u otra, me han acompañado en esta etapa. En particular a Pilar Segarra y Àngels Esteller, por prestarme siempre su ayuda, sin peros ni condiciones, desde que llegué al laboratorio. Pero no solo a ellas, durante estos años de investigación en el laboratorio he conocido a otras personas a las que también admiro y a las que tengo la suerte de poder llamar amigos: Raúl López, Alicia Fonfría y Jordi Pilar. También a Carlos Ventura, que a pesar de los kilómetros que nos separan ahora, ha sido y es un compañero excepcional; hemos pasado juntos una licenciatura, dado nuestros primeros pasos en la investigación y compartido la experiencia de un hostel ‘de lujo’ en Atlanta, entre otras muchas.

A Laura Beltrán, por reaparecer en el momento justo y conseguir, en tiempo récord, que un montón de páginas sin demasiado formato se conviertan finalmente en una tesis doctoral.

A mi familia, especialmente a mis padres y mi hermana, por su apoyo incondicional en todas las decisiones que he tomado en mi vida, también cuando decidí dar un paso atrás para empezar a estudiar psicología. Gracias por ser la fuente constante de cariño y energía que me ha permitido llegar hasta aquí.

Esta investigación ha sido posible gracias a un importante apoyo institucional y me gustaría agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad la concesión de una beca predoctoral BES-2012-053791 asociada al Proyecto PSI2011-22559, así como de la ayuda EEBB-I-14-08797 que me permitió realizar una estancia en el laboratorio del Dr. Christopher J. Patrick, cuyo trabajo admiro profundamente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN.....	1

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1

La conceptualización de la psicopatía desde el modelo triárquico:

naturaleza y evaluación	9
1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONSTRUCTO DE LA PSICOPATÍA Y CONTROVERSIAS EXISTENTES	9
1.2. EL MODELO TRIÁRQUICO DE LA PSICOPATÍA	20
1.2.1. Los componentes fenotípicos de Audacia, Maldad y Desinhibición	21
1.2.1.1. Desinhibición	21
1.2.1.2. Audacia	22
1.2.1.3. Maldad	23
1.2.2. Desarrollo y validación de medidas para operativizar los constructos del modelo triárquico de la psicopatía	24
1.2.2.1. Desarrollo de la <i>Triarchic Psychopathy Measure</i> (TriPM)	24
1.2.2.2. Soporte empírico del modelo triárquico de la psicopatía.....	26
1.3. EL MODELO DEL PROCESO DUAL DE LA PSICOPATÍA	29

CAPÍTULO 2

Procesamiento de errores y monitorización de la conducta:

evidencia electrofisiológica	35
2.1. COMPONENTES DE LOS POTENCIALES EVOCADOS RELACIONADOS CON EL PROCESAMIENTO DE ERRORES	39
2.1.1. El componente 'Error-Related Negativity' (ERN)	39
2.1.2. Significado funcional del ERN.....	40
2.1.2.1. La teoría de la detección de los errores ('Comparator/Mismatch Theory')	44

2.1.2.2. La teoría de la monitorización de conflictos (‘Conflict Monitoring Theory’).....	46
2.1.2.3. La teoría del aprendizaje por reforzamiento (‘Reinforcement Learning Theory’)	47
2.1.2.4. Teorías centradas en el significado motivacional/afectivo de los errores.....	48
2.1.3. El componente ‘Error Positivity’ (Pe)	50
2.1.4. El significado funcional del Pe	51
2.2. PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LOS COMPONENTES ERN Y Pe	54
2.3. DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y AMPLITUD DE LOS COMPONENTES ERN Y Pe	55
2.4. COMPONENTES DE LOS POTENCIALES EVOCADOS ANCLADOS AL ESTÍMULO EN PARADIGMAS DE INHIBICIÓN DE LA RESPUESTA E INTERFERENCIA	62
2.4.1. El componente N200	62
2.4.1.1. Significado funcional del N200 en tareas de flancos y Go/NoGo	63
2.4.2. El componente P300	66
2.4.2.1. Significado funcional del P300 en tareas de flancos y Go/NoGo	67
2.5. DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y AMPLITUD DE LOS COMPONENTES N200 Y P300: PSICOPATÍA Y RASGOS ASOCIADOS	70

MARCO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO 3

Planteamiento experimental	77
3.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	82
3.2. PARTICIPANTES	83
3.3. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	84
3.3.1. Consistencia interna de las puntuaciones en las escalas del TriPM	87
3.3.2. Validez convergente y discriminante de las puntuaciones en las escalas del TriPM....	87
3.4. PROCEDIMIENTO	92

CAPÍTULO 4

Fiabilidad y validez convergente de los componentes ERN y Pe entre las tareas Go/NoGo y de flancos	94
4.1. INTRODUCCIÓN	94
4.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	96
4.3. METODOLOGÍA	96
4.3.1. Participantes	96
4.3.2. Tareas y procedimiento	97
4.3.3. Aparatos y registro psicofisiológico	99
4.3.4. Reducción y análisis de los datos EEG	100
4.3.5. Análisis conductuales y variables dependientes	102
4.3.6. Plan de análisis estadístico de los datos	102
4.4. RESULTADOS	103
4.4.1. Resultados conductuales	103
4.4.2. Amplitud de los componentes ERN y Pe	105
4.4.3. Fiabilidad y validez convergente	109
4.5. DISCUSIÓN	111
4.6. CONCLUSIONES	113

CAPÍTULO 5

Procesamiento de errores en la psicopatía subclínica	115
5.1. INTRODUCCIÓN	115
5.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	118
5.3. METODOLOGÍA	120
5.3.1. Participantes	120
5.3.2. Tareas y procedimiento	121
5.3.3. Aparatos y registro psicofisiológico	123
5.3.4. Reducción y análisis de los datos EEG	124
5.3.5. Procedimientos de medida de los potenciales evocados	125
5.3.5.1. Tarea Go/NoGo	125
5.3.5.2. Tarea de flancos de flechas	126
5.3.6. Plan de análisis estadísticos de los datos	126

5.3.6.1. Análisis estadísticos en la tarea Go/NoGo	127
5.3.6.2. Análisis estadísticos en la tarea de flancos de flechas	128
5.3.6.3. Covariación entre los potenciales evocados en ambas tareas	129
5.4. RESULTADOS	130
5.4.1. Tarea Go/NoGo	130
5.4.1.1. Resultados conductuales	130
5.4.1.2. Inhibición de respuestas: NoGo-N2 y NoGo-P3	131
5.4.1.3. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3	134
5.4.1.4. Procesamiento de errores en la tarea Go/NoGo: NoGo-ERN y NoGo-Pe	137
5.4.1.5. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes NoGo-ERN y NoGo-Pe	140
5.4.2. Tarea de flancos de flechas	146
5.4.2.1. Resultados conductuales	146
5.4.2.2. Procesamiento de estímulos en la tarea de flancos: Incong-N2 e Incong-P300	147
5.4.2.3. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes Incong-N2 e Incong-P3	150
5.4.2.4. Procesamiento de errores en la tarea de flancos: FL-ERN y FL-Pe	154
5.4.2.5. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes FL-ERN y FL-Pe	157
5.4.3. Covariación entre potenciales evocados anclados a la respuesta y al estímulo en las dos tareas y los rasgos psicopáticos	161
5.5. DISCUSIÓN	165

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 6

Conclusiones generales	175
------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA

Referencias bibliográficas.....	183
---------------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Representación de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales de flancos de letras y la tarea <i>Go/NoGo</i> empleadas en el estudio	99
Figura 4.2. Estructura de sensores de las redes HCGSN de 256 electrodos en la que aparecen los cinco grupos de electrodos promediados	101
Figura 4.3. Parte superior de la imagen: (A) Grandes promedios para el ERN en la tarea <i>Go/NoGo</i> y en la tarea de flancos de letras (B) en las tres agrupaciones de sensores estudiadas (Fz, FCz, Cz). Parte inferior de la imagen: Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 0-100 ms tras los errores.....	106
Figura 4.4. Parte superior de la imagen: (A) Grandes promedios para el Pe en la tarea <i>Go/NoGo</i> y en la tarea de flancos de letras (B) en las tres agrupaciones de sensores estudiadas (Cz, CPz, Pz). Parte inferior de la imagen: Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 200-400 ms tras los errores	107
Figura 5.1. Representación de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales <i>Go/NoGo</i> y de flancos de flechas empleadas en el presente estudio	123
Figura 5.2. Potenciales evocados anclados a la presentación de los estímulos en la tarea <i>Go/NoGo</i>	133
Figura 5.3. Amplitud del NoGo-P3 en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea <i>Go/NoGo</i>	136
Figura 5.4. Potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea <i>Go/NoGo</i>	139
Figura 5.5. Amplitud del NoGo-ERN en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea <i>Go/NoGo</i>	142
Figura 5.6. Amplitud del NoGo-Pe en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea <i>Go/NoGo</i>	145
Figura 5.7. Potenciales evocados anclados a los estímulos en la tarea de flancos de flechas	149
Figura 5.8. Amplitud del Incong-P3 en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea de flancos de flechas	153
Figura 5.9. Potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea de flancos de flechas	156
Figura 5.10. Amplitud del FL-ERN y del FL-Pe en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea de flancos de flechas	160
Figura 5.11. Gráfico de dispersión de la relación entre las puntuaciones en el Factor P3Pe y las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Criterios diagnósticos de la psicopatía según Cleckley (1976), agrupados por categorías conceptuales según Patrick (2006b)	10
Tabla 1.2. El modelo de los dos factores (Hare, 1991) y de las cuatro facetas (Hare, 2003) del PCL-R	14
Tabla 1.3. Factores y escalas de contenido del PPI-R (Lilienfeld y Widows, 2005)	18
Tabla 3.1. Estadísticos descriptivos —media (<i>M</i>), desviación típica (<i>DT</i>) y rango de puntuaciones— y fiabilidad (α de Cronbach) de las puntuaciones total y por escalas del TriPM para la muestra total y para hombres y mujeres por separado, y los estadísticos <i>t</i> para muestras independientes	84
Tabla 3.2. Correlaciones bivariadas (<i>r</i>) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y los cuestionarios de psicopatía en la muestra total (<i>N</i> = 360)	88
Tabla 3.3. Correlaciones bivariadas (<i>r</i>) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y los cuestionarios de personalidad en la muestra total (<i>N</i> = 360)	89
Tabla 4.1. Estadísticos descriptivos —medias (y desviaciones típicas)— de las variables dependientes conductuales objeto de análisis, y diferencias y comparación de medias entre la tarea Go/NoGo y de flancos de letras	104
Tabla 4.2. Medias y (desviaciones típicas) de los componentes estudiados en ambas tareas y en las distintas áreas de sensores. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV)	105
Tabla 4.3. Fiabilidad (correlaciones intra-tarea entre los promedios de los ensayos de error pares e impares) de los componentes ERN (izquierda) y Pe (derecha) en la tarea Go/NoGo y de flancos de letras, en función del área de interés	110
Tabla 4.4. Validez convergente (correlaciones entre tareas) de los componentes ERN (izquierda) y Pe (derecha) medidos en la tarea Go/NoGo y de flancos de letras, en función del área de interés	110
Tabla 5.1. Estadísticos descriptivos —media (<i>M</i>), desviación típica (<i>DT</i>) y rango— de las puntuaciones total y por escalas del TriPM para la muestra total y para hombres y mujeres por separado, y estadísticos <i>t</i> para muestras independientes	121
Tabla 5.2. Estadísticos descriptivos —medias y desviaciones típicas— de las variables dependientes conductuales objeto de análisis en la tarea Go/NoGo	131
Tabla 5.3. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a la presentación de los estímulos en la tarea Go/NoGo en las distintas áreas de sensores de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV)	132
Tabla 5.4. Correlaciones bivariadas (<i>r</i>) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-N2 (<i>N</i> = 149) en las tres áreas de interés	134
Tabla 5.5. Correlaciones bivariadas (<i>r</i>) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-P3 (<i>N</i> = 149) en las tres áreas de interés	135

Tabla 5.6. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea Go/NoGo en las áreas de sensores de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV)	137
Tabla 5.7. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-ERN ($N = 149$) en las tres áreas de interés	140
Tabla 5.8. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-Pe ($N = 149$) en las tres áreas de interés	143
Tabla 5.9. Estadísticos descriptivos —medias y desviaciones típicas— de las variables dependientes conductuales en la tarea de flancos de flechas	146
Tabla 5.10. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a los estímulos en la tarea de flancos de flechas en las distintas áreas de sensores. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV)	147
Tabla 5.11. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente Incong-N2 ($N = 143$) en las dos áreas de interés	150
Tabla 5.12. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente Incong-P3 ($N = 143$) en las tres áreas de interés	151
Tabla 5.13. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea de flancos de flechas en las distintas áreas de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV)	154
Tabla 5.14. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente FL-ERN ($N = 143$) en las tres áreas de interés	157
Tabla 5.15. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente FL-Pe ($N = 143$) en las tres áreas de interés	158
Tabla 5.16. Correlaciones bivariadas (r) entre las amplitudes de los distintos componentes de interés y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM	162
Tabla 5.17. Factorización de ejes principales con rotación varimax de los potenciales evocados	163
Tabla 5.18. Relaciones entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y la amplitud de los potenciales evocados estudiados ($N=143$), tanto a nivel bivariado (r) como controlando (r <i>parcial</i>) por las puntuaciones en los factores latentes	165
Tabla 6.1. Aportaciones a la investigación en psicopatía	179
Tabla 6.2. Aportaciones al estudio de los componentes ERN y Pe en estudios de diferencias individuales	180

RESUMEN

Resumen

El modelo triárquico de la psicopatía (MTP; Patrick y cols., 2009) ha sido recientemente formulado como un marco integrador para reconciliar las numerosas perspectivas históricas y contemporáneas sobre la psicopatía. El modelo propone que la psicopatía engloba una constelación de diversos componentes sintomatológicos, distintivos pero relacionados entre sí en cierta medida, que se pueden agrupar en torno a los constructos fenotípicos de audacia, maldad y desinhibición, y que son necesarios para comprender las distintas manifestaciones del trastorno. Además, el modelo propone la consideración de cada uno de estos tres fenotipos en términos de las distintas vías etiológicas que contribuyen a su manifestación (Patrick y cols., 2009).

Así, aunque el MTP es un modelo descriptivo de la psicopatía en el nivel fenotípico, la propuesta de estudiar y considerar los tres componentes sintomatológicos del mismo de forma separada es consistente con el modelo del proceso dual —o teoría de los dos procesos— de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). Este modelo propone la existencia de, al menos, dos mecanismos explicativos de este trastorno de la personalidad. El primero de ellos es el rasgo de ausencia de miedo (*trait fearlessness*), que subyace a las características fenotípicas de bajo miedo, baja ansiedad y elevada dominancia social de la psicopatía y, desde un punto de vista neurobiológico, se ha propuesto que refleja déficits en la reactividad del sistema motivacional aversivo/defensivo ante señales de amenaza (Patrick y Bernat, 2009). El segundo mecanismo se refiere al rasgo de vulnerabilidad externalizante (*externalizing vulnerability*) —que subyace a las características fenotípicas de desviación conductual del trastorno— y que parece reflejar déficits en el funcionamiento de sistemas cerebrales anteriores —corteza prefrontal, corteza cingulada anterior, etc.— que median la adecuada planificación de la conducta y la regulación y el control de respuestas conductuales y afectivas (Patrick y Bernat, 2009). En relación a este mecanismo, el estudio experimental de los posibles déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía entronca directamente con la consideración de los problemas en la regulación y el control conductual o con las dificultades en aprender de la experiencia y de las acciones inapropiadas como características definitorias de esta condición patológica desde las primeras descripciones clínicas del trastorno (p. ej., Cleckley, 1941/1976).

Recientes propuestas teóricas en el marco del MTP han señalado que el rasgo de ausencia de miedo es probablemente más relevante para explicar las características de audacia del modelo, mientras que el rasgo de vulnerabilidad externalizante sería más relevante para explicar las características de desinhibición (Patrick y Drislane, 2015; Patrick, Drislane y cols., 2012; Skeem y cols., 2011). Precisamente, en esta línea, se ha propuesto como marcadores psicofisiológicos del rasgo de vulnerabilidad externalizante (Patrick y Bernat, 2009) una reducida amplitud en los potenciales evocados P300 y ERN (*Error-Related Negativity*; Hall y cols., 2007).

Los potenciales evocados ERN y Pe (Falkenstein y cols., 1990, 1991; Gehring y cols., 1993) parecen representar de forma fiable distintos procesos relacionados con el curso temporal del procesamiento de errores (Falkenstein y cols., 2000; Gehring y cols., 2012; Overbeek y cols., 2005, para revisiones). El ERN es un componente de polaridad negativa que se observa durante los 50-100 ms tras los errores en sensores frontocentrales y cuya fuente generadora primaria parece situarse en la ACC (Dehaene y cols., 1994; Herrman y cols., 2004; Holroyd y Coles, 1998; Van Veen y Carter, 2002a). Este componente parece representar la primera evidencia sobre la comisión de un error y se ha propuesto que su actividad refleja la detección temprana de la discrepancia —o *mismatch*— entre la respuesta correcta y la errónea (Coles y cols., 2001; Falkenstein y cols., 2000), el conflicto generado por la coactivación de tendencias de respuesta incompatibles durante los errores (Yeung y cols., 2004), la llegada de una señal de aprendizaje por refuerzo del sistema dopaminérgico mesencefálico a la ACC cuando los resultados de las acciones son peor de lo esperado (Holroyd y Coles, 2002) o la evaluación de la comisión de un error como un evento amenazante (p. ej., Weinberg y cols., 2012). Tras el ERN se observa otro componente, el Pe (Overbeek y cols., 2005), cuya actividad se ha relacionado más con la detección consciente (p. ej., Nieuwenhuis y cols., 2001), o con la evidencia acumulada sobre la comisión de un error (Steinhauser y Yeung, 2010), así como con aspectos evaluativos vinculados a la asignación de recursos atencionales para el procesamiento de eventos motivacionalmente significativos, como la comisión de errores (p. ej., Ridderinkhof y cols., 2009).

La literatura sobre las relaciones entre ambos componentes y la psicopatía ha aportado resultados contradictorios hasta la fecha (Schulreich y cols., 2016, para una revisión), probablemente debido a la heterogeneidad de los estudios en cuanto a las distintas formas de evaluar y conceptualizar la psicopatía (perspectiva unitaria vs. multidimensional), la diferente naturaleza de las muestras —penitenciarias, población normal— y la diversidad de paradigmas experimentales empleados —tareas de flancos cognitivas y afectivas, tareas de aprendizaje probabilístico, tareas Go/NoGo, etc.

Teniendo en cuenta el estado actual de esta cuestión, el objetivo principal de esta investigación fue examinar la existencia de déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica, adoptando el modelo triárquico de la psicopatía (Patrick y cols., 2009) como marco conceptual y de evaluación de los rasgos psicopáticos. Para subsanar algunas de las limitaciones de los estudios previos en este campo, se planteó utilizar dos de los paradigmas experimentales más ampliamente utilizados en el estudio del procesamiento de errores mediante potenciales evocados: una tarea Go/NoGo y otra tarea de flancos. Además, se planteó estudiar tanto los componentes específicamente relacionados con el procesamiento de errores —ERN y Pe— como los componentes relacionados con el procesamiento de los estímulos en ambos paradigmas —N200 y P300—, así como la covariación entre los mismos entre tareas.

Tomando como referencia el modelo etiológico del proceso dual de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009) se planteó contrastar la propuesta de una reducida amplitud del componente ERN como marcador psicofisiológico de la dimensión de ‘vulnerabilidad externalizante’ (Hall y cols., 2007) que subyace al fenotipo de desinhibición del trastorno. Por otro lado, el estudio del componente Pe permitió examinar, por primera vez, la posible existencia de variaciones en la amplitud de este componente en función de los rasgos psicopáticos en muestras de la población general. El estudio de los potenciales evocados relacionados con el procesamiento de los estímulos en ambos paradigmas nos permitió también verificar la propuesta de una reducida amplitud de distintas variantes del componente P300 como indicador psicofisiológico de la vulnerabilidad externalizante (Nelson y cols., 2011; Patrick y Bernat, 2009; Patrick, Venables y cols., 2013), además de examinar, por primera vez, la posible contribución diferencial de los rasgos psicopáticos en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 (cf. Kiehl y cols., 2000; Kim y Jung, 2014; Munro y cols., 2007b).

Esta investigación se llevó a cabo en una muestra de 360 estudiantes universitarios (74 hombres, 286 mujeres) evaluados en psicopatía mediante la adaptación española de la *Triarchic Psychopathy Measure* (TriPM, Patrick, 2010). Los análisis de las propiedades psicométricas del TriPM demostraron que es un instrumento fiable y válido para la evaluación de la psicopatía en muestras de la población general, respaldando la propuesta de que los fenotipos triárquicos representan tres categorías distintivas de rasgos en la personalidad psicopática: tendencias externalizantes (desinhibición), falta de emocionalidad (maldad) y un estilo interpersonal dominante acompañado de baja ansiedad (audacia).

El estudio piloto, llevado a cabo con 51 participantes (26, hombres, 25 mujeres) para examinar las propiedades psicométricas de los componentes ERN y Pe en tareas Go/NoGo y de flancos de letras, puso de manifiesto una adecuada fiabilidad de las dos mitades para el componente ERN en ambas tareas, así como un nivel moderado-alto de convergencia entre ambas, particularmente en FCz. El componente Pe demostró una mayor fiabilidad en la tarea Go/NoGo que en la tarea de flancos de letras, quizá debido a que esta última generó muy pocos errores (en comparación con la tarea Go/NoGo) a pesar de su larga duración. La mayor convergencia para el componente Pe se observó en Cz. Debido al escaso número de errores en la tarea de flancos de letras inicialmente programada, se decidió utilizar una tarea de flancos de flechas que posibilitara la comisión de un mayor número de errores para abordar el objetivo principal de la presente investigación.

Para el estudio experimental final, por tanto, se seleccionó una muestra de 161 participantes (47 hombres, 114 mujeres) que realizaron una tarea Go/NoGo y una tarea de flancos de flechas en la misma sesión experimental. En cuanto a los componentes relacionados con el procesamiento de errores, los resultados de la tarea Go/NoGo demostraron una reducida amplitud del compo-

nente NoGo-ERN en FCz y en Cz asociada a las características de desinhibición de la psicopatía. Este fenotipo también se asoció a una reducida amplitud del NoGo-Pe —particularmente en Cz y CPz—, relación que se observó de forma más clara tras controlar por las diferencias asociadas al NoGo-ERN en esta tarea. Estos resultados parecen sugerir la presencia de déficits en estadios tempranos —ERN— y más tardíos —Pe— del procesamiento de los errores de inhibición en los individuos con las características fenotípicas de desinhibición de la psicopatía. Por lo que respecta a los componentes relacionados con el procesamiento de los estímulos, los resultados pusieron de manifiesto una asociación selectiva entre la reducida amplitud del componente NoGo-P3 en Cz y las elevadas puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM, mientras que no se observaron contribuciones únicas de ninguna escala del TriPM en la amplitud del componente NoGo-N2. De esta forma, parece que, durante la inhibición de respuestas predominantes, los rasgos psicopáticos no se asocian a déficits en la detección del conflicto de respuestas —reflejado en la amplitud del NoGo-N2—, pero las características de desinhibición de la psicopatía sí se asocian a una menor actividad cerebral relacionada con el procesamiento de la inhibición de respuestas —como se refleja en la amplitud del NoGo-P3.

En cuanto a la tarea de flancos de flechas, nuestros resultados no demostraron una reducida amplitud del FL-ERN asociada a las características de desinhibición de la psicopatía —al contrario de lo observado en la tarea Go/NoGo—, pero sí del FL-Pe, que se asoció de forma inversa y selectiva a elevadas puntuaciones en Desinhibición en Cz y CPz. En este caso, estas relaciones se observaron de forma clara al no controlar por las diferencias en la amplitud del FL-ERN, que tendieron a asociarse (en Cz) de forma negativa —es decir, indicando una mayor amplitud— con el fenotipo de desinhibición. Estos resultados parecen indicar la presencia de posibles déficits en estadios más tardíos —Pe— del procesamiento de los errores de interferencia, pero no en los estadios más tempranos —ERN—, en los individuos con las características de desinhibición de la psicopatía. Por lo que respecta a los componentes relacionados con el procesamiento de los estímulos, se observó una asociación negativa entre la amplitud del P300 y las características de desinhibición de la psicopatía en todas las áreas estudiadas. Las puntuaciones en las características de audacia de la psicopatía también contribuyeron de forma única en la predicción de este componente en la tarea de flancos, concretamente en Pz. No se observaron contribuciones únicas de ninguna escala del TriPM en la amplitud del componente N200 en esta tarea. En este sentido, y de forma similar a lo encontrado en la tarea Go/NoGo, los rasgos de desinhibición de la psicopatía se asociaron a posibles déficits en la asignación de recursos para el procesamiento de los estímulos objetivo —como se refleja en la amplitud del componente P300, a los que también contribuyeron en este caso las características de audacia en Pz—, pero no se observaron contribuciones únicas de los rasgos psicopáticos en los estadios más tempranos probablemente relacionados con el procesamiento del conflicto de respuesta en la tarea de flancos —componente N200.

El estudio de las interrelaciones entre los potenciales evocados estudiados en esta investigación demostró la presencia de dos factores que explicaron una amplia proporción de la varianza compartida entre los distintos componentes P300 y Pe estudiados, por un lado, y entre los distintos componentes ERN y N2, por otro. Las características de desinhibición de la psicopatía se asociaron de forma negativa al factor que explicó la varianza compartida entre los potenciales evocados P300 y Pe, y se demostró que esta asociación explicaba las asociaciones observadas entre cada potencial evocado P300 y Pe y las características de desinhibición. En cambio, el factor que reflejó la varianza compartida entre los potenciales evocados ERN y N200 no correlacionó significativamente con el fenotipo de desinhibición y no explicó la relación observada entre el ERN en la tarea Go/NoGo y las características de desinhibición de la psicopatía.

Este conjunto de resultados aporta validez al modelo triárquico de la psicopatía como un marco prometedor para avanzar en la comprensión de las distintas manifestaciones de este trastorno de la personalidad y sus bases neurobiológicas. Así, mediante el examen de la contribución diferencial de los constructos de audacia, maldad y desinhibición del modelo en la amplitud de los componentes ERN y Pe —y otras variantes del P300— en las dos tareas empleadas en este estudio, nuestros resultados corroboran empíricamente parte de la propuesta de los modelos duales de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). Por un lado, la propuesta de una reducida amplitud del ERN como un marcador psicofisiológico de la dimensión externalizante de la psicopatología (Hall y cols., 2007; Patrick y Bernat, 2009) quizás deba tener en cuenta la posibilidad de que los procesos responsables de la generación del ERN se asocian de forma diferencial a las características de desinhibición de la psicopatía en función del paradigma experimental en que este componente es evaluado. Esta relación —que sugiere la existencia de posibles déficits en estadios tempranos del procesamiento de errores— es clara en los errores cometidos en tareas de inhibición de respuestas, pero no lo es en los errores de discriminación inducidos por interferencia. En cuanto al componente Pe, los resultados de este trabajo sugieren que las características de desinhibición de la psicopatía se asocian a una menor amplitud de este componente —indicativa de posibles déficits en estadios más tardíos del procesamiento de errores— en tanto que parece representar procesos similares a los que representa el componente P300 en otras tareas. En este sentido, nuestros resultados corroboran que una reducida amplitud del componente P300 constituye un marcador psicofisiológico estable de las características de externalizantes de la psicopatía en el contexto de distintas tareas (cf. Bernat y cols., 2011; Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013; Perkins y cols., 2017; Yancey y cols., 2013).

MARCO TEÓRICO

- CAPÍTULO 1 La conceptualización de la psicopatía desde el modelo triárquico:
naturaleza y evaluación
- CAPÍTULO 2 Procesamiento de errores y monitorización de la conducta

Capítulo 1

La conceptualización de la psicopatía desde el modelo triárquico: naturaleza y evaluación

El modelo triárquico de la psicopatía (MTP, en adelante; Patrick, Fowles y Krueger, 2009) ha sido recientemente formulado como un marco integrador de las distintas conceptualizaciones del trastorno presentes a lo largo de la historia. Sobre la base de las características destacadas en las primeras descripciones clínicas del trastorno, así como del conocimiento acumulado a través del desarrollo de diversos instrumentos diseñados para su evaluación en distintas poblaciones, el modelo propone que la psicopatía engloba una constelación de diversos componentes sintomatológicos, distintivos pero relacionados entre sí en cierta medida, que se agrupan en torno a tres constructos: Audacia (*Boldness*), Maldad (*Meanness*), y Desinhibición (*Disinhibition*) (Patrick y cols., 2009). Este modelo surge en un momento en el que, a pesar del gran conocimiento acumulado sobre la etiología, la evaluación, las diversas manifestaciones del trastorno en distintas poblaciones, y las implicaciones clínicas y forenses de la psicopatía (Cooke, Forth y Hare, 1998; Hervé y Yuille, 2007; Patrick, 2006a; Salekin y Lynam, 2010), todavía persisten las controversias en torno a la propia naturaleza del constructo, a los límites del mismo y a sus características principales.

A lo largo del presente capítulo se presentará una descripción de la evolución histórica del concepto de psicopatía, incluyendo referencias a las conceptualizaciones e instrumentos de evaluación más influyentes. Posteriormente, se ofrecerá una descripción comprensiva de los componentes propuestos desde el MTP y sus referentes históricos y contemporáneos en la literatura. Por último, se incluirá una revisión de los procesos etiológicos —y sus bases neurobiológicas— que subyacen a los distintos constructos propuestos desde el MTP.

1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONSTRUCTO DE LA PSICOPATÍA Y CONTROVERSIAS EXISTENTES

La base de las conceptualizaciones modernas de la psicopatía tiene su origen en el trabajo del psiquiatra norteamericano Hervey Cleckley y su célebre monografía *The Mask of Sanity* (Cleckley, 1941/1976). En su libro, Cleckley describió de forma detallada las características de personalidad y conducta de pacientes residentes en un hospital psiquiátrico en Austin, Georgia, que él consideraba como psicópatas. A través del estudio de estos casos, Cleckley ofreció un perfil clínico que concretó en forma de 16 criterios diagnósticos que ejemplificaban, a su juicio, las características clínicas del psicópata (Cleckley, 1976) (véase la Tabla 1.1). Como se puede apreciar en el propio título del libro, Cleckley entendía la psicopatía como una grave condición patológica ‘enmascarada’ bajo una apariencia de buena salud mental. A diferencia de muchos de los pacientes que observaba en el hospital

psiquiátrico que se mostraban confusos, agitados, o retraídos, los psicópatas se muestran en un primer contacto como personas serenas, seguras de sí mismas y sociables. De esta forma, es únicamente a través de una observación y seguimiento continuados en diversas situaciones cuando se revela de forma clara la severa patología que les caracteriza.

Tabla 1.1. Criterios diagnósticos de la psicopatía según Cleckley (1976), agrupados por categorías conceptuales según Patrick (2006b).

Características de ajuste positivo

1. Encanto superficial y notable inteligencia
2. Ausencia de delirios y otros signos de pensamiento irracional
3. Ausencia de nerviosismo o de manifestaciones psiconeuróticas
14. Amenaza de suicidio raramente consumado

Características de desviación conductual

4. Indigno de confianza
7. Conducta antisocial sin aparente justificación
8. Falta de juicio y dificultades para aprender de la experiencia
13. Conducta exagerada y desagradable bajo el consumo de alcohol y, a veces, sin él
15. Vida sexual impersonal, frívola y poco estable
16. Incapacidad para seguir cualquier plan de vida

Déficits emocionales e interpersonales

5. Falsedad o insinceridad
 6. Incapacidad para experimentar remordimiento o vergüenza
 9. Egocentrismo patológico e incapacidad para amar
 10. Escasez habitual de reacciones afectivas básicas
 11. Pérdida específica de intuición
 12. Insensibilidad en las relaciones interpersonales ordinarias
-

Como se puede observar en la Tabla 1.1, y siguiendo la agrupación conceptual de los criterios propuesta por Patrick (2006b), la psicopatía, tal y como la describió Cleckley, combina diversos aspectos indicativos de **a) un buen ajuste psicológico** (notable inteligencia y encanto, ausencia de ansiedad y nerviosismo, así como de signos de delirios o pensamiento irracional, y baja incidencia de suicidio) que sugieren la ausencia de una enfermedad mental grave e incluso la presencia de características adaptativas y de resiliencia. Sin embargo, el aspecto más paradójico del trastorno es que dichas características de ajuste positivo aparecen acompañadas de indicadores de **b) desviación conductual**, mostrando patrones de conducta antisocial sin aparente justificación, falta de juicio y

dificultades en aprender de la experiencia, conducta exagerada y desagradable bajo el consumo de alcohol, promiscuidad sexual, e incapacidad para seguir un plan de vida. Por último, otro aspecto esencial en la clasificación propuesta por Cleckley es la **c) cualidad deficitaria de la experiencia emocional y las relaciones interpersonales** que caracteriza a los psicópatas, mostrándose como personas falsas y poco sinceras, insensibles en sus relaciones interpersonales, egocéntricas e incapaces de amar, incapaces de experimentar remordimiento o culpa, siendo además sus reacciones afectivas básicas generalmente pobres.

Cleckley también estableció hipótesis sobre la naturaleza del déficit que subyace a los síntomas que muestran los psicópatas, y empleó el término ‘afasia/demencia semántica’ para ejemplificar lo que en su opinión constituía una profunda incapacidad para experimentar y comprender las emociones humanas. La detallada exposición de sus casos clínicos, así como los criterios diagnósticos y sus hipótesis sobre el déficit en la respuesta y experiencia emocional característica de los psicópatas, ha influido enormemente en el desarrollo del constructo de la psicopatía hasta nuestros días. Incluso en la actualidad, gran parte de los debates existentes respecto al concepto y naturaleza de la psicopatía gira en torno a diversos aspectos que, en opinión de distintos autores, son más o menos congruentes con las descripciones avanzadas por Cleckley (véanse, por ejemplo, Patrick, 2006b; Hare y Neumann, 2008).

Aunque las descripciones propuestas por Cleckley ocupan un lugar primordial en las concepciones modernas de la psicopatía, otros autores contemporáneos de Cleckley han contribuido de forma notable aportando puntos de vista diferentes sobre la psicopatía. En este sentido, destaca la figura de Karpman (1941), quien propuso una distinción fundamental entre dos variantes de personalidades psicopáticas: la ‘psicopatía primaria o idiopática’ —para la que proponía la presencia de un déficit emocional heredable que resulta en una inadecuada socialización y un carácter intrépido y predatorio en el que existe poca evidencia de una organización emocional humana normal— y la ‘psicopatía secundaria o sintomática’, propia de individuos que adquieren las características psicopáticas a través de experiencias de socialización adversas, como el abuso o el rechazo paternal, que podían ser distinguidos de los primeros debido a su mayor vulnerabilidad a sufrir problemas de ansiedad y depresión, ira, e impulsividad (Karpman, 1941/1948). Por otro lado, William y Joan McCord (1964), en su libro *The psychopath: An Essay on the Criminal Mind*, ofrecieron una visión del psicópata algo distinta de la propuesta por Cleckley, quizás debido a que, al contrario que éste —quien estableció sus criterios mediante el estudio de casos de pacientes en un hospital psiquiátrico—, se centraron en el estudio de casos dentro del sistema de justicia criminal. Estos autores establecieron 5 características fundamentales de los psicópatas, destacando su incapacidad de amar (*lovelessness*) y sentir culpa (*guiltlessness*) como características más diferenciadoras respecto a otros criminales. Enfatizaron también la presencia de características de impulsividad (*the psychopath is driven by uncontrolled desires*) así como de

tendencias a la agresividad (*the psychopath is aggressive*), lo que, unido a la no inclusión de características de ajuste positivo en la descripción, constituye el aspecto más diferenciador respecto a la propuesta de Cleckley. De esta forma, la imagen del psicópata propuesta por McCord y McCord (1964) destaca por la ausencia de conexión social con los demás y la incapacidad de sentir culpa que, unido a un deficiente control de impulsos, hace que normalmente se muestre brutalmente agresivo y cruel.

Las características de personalidad y conductas subrayadas por estos autores han sido ampliamente influyentes en las distintas conceptualizaciones de la psicopatía y todas ellas quedan recogidas en los componentes fenotípicos de la psicopatía propuestos desde el MTP. Además, las propuestas de estos autores, en especial los criterios de Cleckley, sirvieron en un primer momento para la formulación y el establecimiento de lo que ha desembocado en una entidad clínica —considerada por gran parte de los estudiosos de la psicopatía como distinta a ésta— que figura actualmente en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*; DSM, en adelante) de la Sociedad Americana de Psiquiatría (*American Psychiatric Association*; APA, en adelante) con el nombre de Trastorno de la Personalidad Antisocial (TPA, en adelante; véanse Crego y Widiger 2015; Hare, 1996; Lilienfeld, 1994; Patrick, 2007a). En este sentido, algunos autores han indicado que gran parte de las controversias existentes respecto a la equivalencia del TPA y la psicopatía surgen del énfasis diferencial en la forma de operativizar —de establecer una medida para estudiar un constructo psicológico— la psicopatía (Lilienfeld, 1994). Así, mientras que Cleckley (véase la Tabla 1.1) y otros autores contemporáneos (p. ej., Karpman, 1941; McCord y McCord, 1964) enfatizaron en sus descripciones del psicópata la presencia de *rasgos de personalidad* distintivos (ausencia de ansiedad, egocentrismo, incapacidad para sentir culpa o remordimientos, insensibilidad afectiva, etc.), la forma de operativizar el constructo del TPA, en especial a partir de la edición tercera (DSM-III; APA, 1980), se distanció de esta aproximación —que requiere de una sustancial inferencia por parte del evaluador para atribuir la presencia o ausencia de determinados rasgos de personalidad— debido a la baja fiabilidad entre jueces en los diagnósticos (Crego y Widiger, 2015, para una reciente revisión). Este hecho propició la adopción de criterios que requerían de la presencia de ciertas conductas específicas para su cumplimiento, que finalmente resultaron en un conjunto marcado por la presencia de problemas de conducta en la infancia y en la vida adulta, incluyendo el absentismo escolar, los problemas de conducta en el trabajo, delincuencia, robos, vandalismo, irresponsabilidad financiera y paternal, o agresividad; como consecuencia, se obtuvo un aumento notable en la fiabilidad en el diagnóstico a costa de sacrificar, en gran medida, la validez del constructo de la psicopatía (Frances, 1980; Hare, 1983; Millon, 1981). De esta forma, el diagnóstico del TPA pasó a estar estrechamente ligado a la presencia de conductas criminales o antisociales (Hare, 1996; Lilienfeld, 1994).

Uno de los autores más críticos con esta aproximación fue el profesor Robert D. Hare, quien dedicó un esfuerzo considerable al desarrollo de una escala de evaluación de la psicopatía fiable y

válida que permitiera establecer un diagnóstico diferencial del trastorno en población penitenciaria y que estuviera ligada a las concepciones clásicas de la psicopatía. Así, sus esfuerzos por evaluar las *características de personalidad y conducta* de la psicopatía cristalizaron en la publicación del *Hare's Psychopathy Checklist* (PCL; Hare, 1980), hoy en día disponible en su versión revisada (PCL-R; Hare, 1991, 2003), instrumento que ha constituido la herramienta de evaluación más ampliamente validada e influyente en la historia de la psicopatía. Partiendo inicialmente de 100 ítems representativos de las características esenciales de personalidad y conducta presentes en las descripciones clínicas del psicópata, Hare retuvo finalmente los 22 ítems que mejor discriminaron entre presos con altas y bajas puntuaciones globales en psicopatía —i. e., indicativas del grado en que éstos se ajustaban al perfil prototípico descrito por Cleckley— y mostraron mejores propiedades psicométricas —p. ej., correlación ítem-total— contribuyendo así a una mayor fiabilidad de la escala (véase Hare, 1980, 1991; Hare y Neumann, 2008). Esta lista inicial de 22 ítems demostró una alta consistencia interna, buena fiabilidad inter-jueces, y correlaciones elevadas con puntuaciones en los 16 criterios propuestos por Cleckley (Hare, 1980).

El PCL fue rápidamente adoptado con fines de investigación sobre la psicopatía en poblaciones penitenciarias, lo que dio lugar a una primera revisión, publicada en 1991 (PCL-R, Hare, 1991; véase Hare, 1985; Hare y cols, 1990) en la que se eliminaron 2 ítems, quedando el listado final compuesto por 20 ítems, conjunto que se ha mantenido en revisiones posteriores (Hare, 2003). Cada ítem se evalúa en una escala de 0 a 2 (0 = no se aplica, 1 = se aplica sólo en parte, 2 = se aplica en la mayoría de aspectos) a partir de la información obtenida mediante una entrevista semiestructurada y de la revisión de archivos penitenciarios. Desde su publicación, el PCL y PCL-R han sido ampliamente validados en diferentes culturas, incluida la española (Hare, 1991, 2003; Hare, Clark, Grann y Thornton, 2000; Moltó, Carmona, Poy, Ávila y Torrubia, 1996; Moltó, Poy y Torrubia, 2000; Neumann, Hare y Pardini, 2015).

Aunque el PCL fue inicialmente diseñado para evaluar la psicopatía como un constructo unitario, los estudios destinados a esclarecer la estructura interna de los ítems que conforman el instrumento han demostrado que pueden agruparse en torno a dos factores correlacionados entre sí ($r \approx .50$), comúnmente denominados 'Factor 1' (PCL-R-F1, en adelante) y 'Factor 2' (PCL-R-F2, en adelante) (Hare y cols., 1990; Harpur, Hakstian y Hare, 1988; Harpur, Hare y Hakstian, 1989). El **PCL-R-F1** agrupa las **características afectivo/interpersonales de la psicopatía**, mientras que el **PCL-R-F2** engloba las **características de desviación social**, incluyendo los ítems de estilo de vida impulsivo e irresponsable y de conducta antisocial. Este '**modelo de los dos factores**' de la psicopatía' (Hare, 1991) ha influido tremendamente en el desarrollo de distintas propuestas teóricas en relación a la propia naturaleza del trastorno. A partir del modelo de los dos factores y aplicando otros procedimientos estadísticos, como el análisis factorial confirmatorio, se han puesto a prueba

otros modelos, como el ‘**modelo de las cuatro facetas**’ (Hare, 2003), donde cada uno de los dos grandes factores se descompone en dos facetas de orden inferior (véanse también Neumann, Hare y Newman, 2007; Neumann y cols., 2015; y Hare y Neumann, 2006, 2008, para revisiones) ampliamente correlacionadas entre sí (véase la Tabla 1.2).

Tabla 1.2. El modelo de los dos factores (Hare, 1991) y de las cuatro facetas (Hare, 2003) del PCL-R.

Factor 1 Interpersonal/afectivo	Faceta 1 Interpersonal	1. Facilidad de palabra y encanto superficial 2. Sentido desmesurado de autovalía 4. Mentiroso patológico 5. Estafador y manipulador
	Faceta 2 Afectiva	6. Ausencia de remordimiento y sentimiento de culpa 7. Afecto superficial y poco profundo 8. Insensibilidad afectiva y ausencia de empatía 16. Incapacidad para aceptar la responsabilidad de las propias acciones
Factor 2 Desviación social	Faceta 3 Estilo impulsivo/irresponsable	3. Necesidad de estimulación y tendencia al aburrimiento 9. Estilo de vida parasitario 13. Ausencia de metas realistas a largo plazo 14. Impulsividad 15. Irresponsabilidad
	Faceta 4 Antisocial	10. Pobre auto-control de la conducta 12. Problemas de conducta en la infancia 18. Delincuencia juvenil 19. Revocación de la libertad condicional 20. Versatilidad criminal
Ítems que no saturan en ningún factor ni faceta		11. Conducta sexual promiscua 17. Frecuentes relaciones maritales de corta duración

Como se ha comentado, la estructura factorial del PCL-R, en especial el modelo de los dos factores (Hare, 1991; Hare y cols., 1990; Harpur y cols., 1988, 1989) ha generado un gran volumen de investigación destinado a establecer la validez de constructo de los mismos. Así, distintos estudios han puesto de manifiesto la presencia de **relaciones divergentes** de los dos grandes factores del

PCL-R en relación a diversas variables criterio externas. En el primer estudio destinado a sustentar la validez de los dos grandes factores del PCL, Harpur y cols. (1989) demostraron que el PCL-F1 se asoció en mayor medida que el PCL-F2 con puntuaciones globales prototípicas de psicopatía basadas en la concepción de Cleckley, así como con rasgos de narcisismo y medidas de dominancia interpersonal, mientras que el PCL-F2 se asoció de forma más clara con puntuaciones en síntomas diagnósticos del TPA, y de forma inversa con ciertas variables sociodemográficas como la clase social o el nivel de estudios alcanzado, y con las puntuaciones en inteligencia. Por otro lado, el PCL-F1 mostró relaciones negativas con medidas de ansiedad, mientras que el PCL-F2 mostró relaciones no significativas —o incluso relaciones positivas— con dichas medidas (Harpur y cols., 1989). En esta misma línea, numerosos estudios han seguido esclareciendo la red de asociaciones para los dos grandes factores, demostrando que el PCL-R-F1 se asocia con medidas de narcisismo y baja empatía (Hare, 2003), de forma positiva con indicadores de dominancia social y emocionalidad positiva (Verona, Patrick y Joiner, 2001), inversamente con medidas de ansiedad, depresión y miedo (Hicks y Patrick, 2006), y positivamente con patrones de agresión proactiva (instrumental/premeditada) (Patrick y Zempolich, 1998; Porter y Woodworth, 2006). En contraste, el PCL-R-F2 se asocia de forma más clara y directa con medidas de personalidad y conductas desadaptativas como la impulsividad, los problemas con el uso y abuso de alcohol y otras drogas, la conducta criminal y síntomas del TPA, la agresión reactiva, y con altos niveles de emocionalidad negativa (ansiedad, neuroticismo, depresión), ira y hostilidad, e historia de intentos de suicidio (Hare, 2003; Hicks y Patrick, 2006; Patrick y Zempolich, 1998; Porter y Woodworth, 2006; Verona y cols., 2001).

La fiabilidad y la validez demostradas por el PCL-R en la evaluación de la psicopatía en poblaciones penitenciarias ha animado a los investigadores a extender el constructo de psicopatía que mide este instrumento a otras poblaciones, y de ahí el desarrollo de herramientas de evaluación que pueden ser consideradas como medidas directamente derivadas del PCL-R. Por un lado, el *Hare Psychopathy Checklist: Screening Version* (PCL:SV; Hart, Cox y Hare, 1995) se desarrolló como una herramienta de *screening* de la psicopatía en poblaciones forenses, y de evaluación en contextos de investigación en poblaciones psiquiátricas y no penitenciarias. Por otro lado, el *Hare Psychopathy Checklist: Youth Version* (PCL:YV; Forth, Kosson y Hare, 2003) fue diseñado para identificar características psicopáticas en jóvenes y adolescentes con el objetivo de ayudar a comprender los factores que contribuyen al desarrollo de la psicopatía y la conducta antisocial en adultos. Ambos instrumentos, el PCL:SV y el PCL:YV, basan la evaluación clínica en una entrevista semiestructurada y en un análisis de información colateral, por lo que, al igual que el PCL-R, constituyen herramientas de evaluación complejas que requieren una formación específica y mucho tiempo para su administración.

Sin embargo, el estudio de la psicopatía en poblaciones no penitenciarias mediante autoinforme ofrece la posibilidad de recabar información sobre rasgos psicopáticos de grandes grupos de

personas de forma rápida. En los últimos años, se han desarrollado herramientas prometedoras en este campo que han mostrado niveles aceptables de fiabilidad y altos niveles de convergencia con instrumentos ampliamente validados para la evaluación de la psicopatía en población penitenciaria (Lilienfeld y Fowler, 2006, para una revisión). Muchas de estas medidas han sido construidas de forma más o menos explícita para evaluar el mismo constructo de psicopatía que mide el PCL-R. Así, dos de las escalas más populares son la *Self-Report Psychopathy Scale: Version III* (SRP-III; Williams, Paulhus y Hare, 2007) —que muestra la misma estructura de dos factores y cuatro facetas del PCL-R, y está compuesto por cuatro escalas de 10 ítems cada una, altamente correlacionadas entre sí, denominadas Manipulación Interpersonal, Tendencias Criminales, Estilo de vida Errático y Crueldad Afectiva (Williams y cols., 2007)— y la *Levenson's Self Report Psychopathy Scale* (LSRP; Levenson, Kiehl y Fitzpatrick, 1995), que fue construida para obtener una medida de los rasgos psicopáticos en muestras no institucionalizadas que fuera paralela a la estructura bifactorial del PCL-R (Harpur y cols., 1989), y consistente con las propuestas teóricas sobre la psicopatía primaria (más ligada a la constelación de rasgos del PCL-R-F1) y secundaria avanzadas por Karpman (1948). Por último, a partir del PCL-R se han desarrollado otros instrumentos para extender el constructo de psicopatía a niños y adolescentes. El instrumento más ampliamente validado es el *Antisocial Process Screening Device* (APSD, en adelante; Frick y Hare, 2001), que constituye una medida de 20 ítems a partir de la cual padres o profesores pueden evaluar a los niños —de 6 a 13 años— con problemas de conducta en características psicopáticas. El análisis estructural de los ítems que componen la escala ha revelado dos factores distintivos: el factor ‘Impulsividad y Problemas de Conducta’ y el factor de ‘Dureza-Insensibilidad emocional’ (*Callous-Unemotional*; CU, en adelante; Frick, O’Brien, Wooten y McBurnett, 1994).

De esta forma, la antes mencionada estructura de dos factores —especialmente— y de cuatro facetas ha sido replicada en otros instrumentos de evaluación de la psicopatía desarrollados a partir del PCL-R, y extendida a poblaciones de niños y adolescentes con problemas de conducta (véanse Frick y Marsee, 2006; Frick, Ray, Thornton y Kahn, 2014; White y Frick, 2010, para revisiones) y de adultos de la población normal (p. ej., Neumann y cols., 2015). Este hecho ha permitido acumular una gran cantidad de evidencia empírica que indica que ambos factores, aun estando moderadamente correlacionados entre sí, muestran relaciones divergentes, y en ocasiones opuestas, con variables criterio externas en diferentes dominios de medida —variables conductuales y fisiológicas en tareas de laboratorio, autoinformes de personalidad normal y patológica, conducta criminal y antisocial—, lo que ha desembocado en la propuesta de **los modelos duales —o teoría de los dos procesos—** de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). Se trata de uno de los modelos etiológicos más influyentes actualmente en el campo de estudio de la psicopatía, y constituye la base teórica sobre la etiología que subyace a los constructos de audacia, maldad y desinhibición del MTP (Patrick y cols., 2009), literatura que se revisará en profundidad en el apartado 1.3.

Finalmente, es importante destacar que, en paralelo a los instrumentos de evaluación anteriormente descritos, se han desarrollado también otros instrumentos fiables y válidos para evaluar la psicopatía siguiendo aproximaciones no explícitamente ligadas a la conceptualización de la psicopatía implícita en el PCL-R, entre los que destaca el *Psychopathic Personality Inventory* (PPI; Lilienfeld y Andrews, 1996) y su edición revisada (PPI-R; Lilienfeld y Widows, 2005). En claro contraste con la forma de abordar la construcción del PCL, el PPI fue desarrollado en muestras de estudiantes universitarios para (a) evaluar la psicopatía en población no penitenciaria mediante autoinforme, por lo que (b) se excluyeron ítems con referencia explícita a conductas criminales y antisociales, intentando así desarrollar una medida consistente con una aproximación al estudio de la psicopatía desde los rasgos de la personalidad (cf. Lilienfeld, 1994). Partiendo de la identificación en la literatura de diversos constructos considerados relevantes para la psicopatía, —incluyendo una amplia representación de los criterios propuestos por Cleckley (cf. Lilienfeld y Andrews, 1996)— se desarrollaron ítems para representarlos, que se fueron revisando y refinando mediante procedimientos psicométricos como el análisis factorial y correlaciones ítem-factor. Así, al contrario que en la construcción del PCL, los ítems no fueron seleccionados por mostrar una alta correlación con la puntuación total del cuestionario (Hare, 1980), sino por ser buenos representantes del constructo objetivo identificado, mediante un procedimiento iterativo de varias revisiones de ítems y de identificación de los constructos coherentes con el contenido de los mismos (Lilienfeld y Andrews, 1996). De esta forma, se extrajeron finalmente ocho factores, indicativos de ocho subescalas de contenido y un total de 167 ítems, que finalmente quedaron reducidos a 154 ítems en la edición revisada (PPI-R; Lilienfeld y Widows, 2005). En la Tabla 1.3 aparece una descripción de las mismas.

Aunque el PPI fue inicialmente construido para evaluar las ocho subescalas de contenido mencionadas y proporcionar una puntuación global de psicopatía, los análisis factoriales han mostrado que siete de las ocho subescalas se agrupan en torno a dos grandes factores denominados **Dominancia/Ausencia de miedo (PPI-R-I)** e **Impulsividad Egocéntrica (PPI-R-II)**; o ‘impulsividad antisocial’ en su denominación original; Benning, Patrick, Blonigen, Hicks y Iacono, 2005a; Benning, Patrick, Hicks, Blonigen y Krueger, 2003; aunque véase Neumann, Malterer y Newman, 2008, para una estructura factorial alternativa). La escala de **Frialdad emocional** no satura apreciablemente en ningún factor y a menudo se considera como un componente o factor independiente, dada la relevancia de ésta en las diferentes conceptualizaciones de la psicopatía (Benning y cols., 2003; Lilienfeld y Widows, 2005; López, 2010; Ross, Benning, Patrick, Thompson y Thurston, 2009; véase la Tabla 1.3). La validación inicial de estos dos grandes factores ha demostrado relaciones ‘paralelas’ a las que muestran los dos factores del PCL-R con una gran variedad de variables criterio externas. De esta forma, el PPI-R-I se asocia con indicadores de estabilidad emocional y dominancia social —baja ansiedad, depresión y neuroticismo, alta asertividad, alta emocionalidad positiva y extraversión— mientras que el PPI-R-II muestra un patrón contrario —asociaciones positivas— en relación

a medidas de ansiedad, depresión y neuroticismo, y parece más fuertemente asociado a medidas de impulsividad, agresividad, conducta antisocial en la infancia y la vida adulta, e ideación suicida (Benning y cols., 2003, 2005; Blonigen, Hicks, Krueger, Patrick y Iacono, 2005; Patrick, Edens, Poythress, Lilienfeld y Benning, 2006; Ross y cols., 2009).

Tabla 1.3. Factores y escalas de contenido del PPI-R (Lilienfeld y Widows, 2005).

Factores	Escalas de contenido
Dominancia/Ausencia de Miedo (PPI-R-I)	Influencia Social (predisposición a ser encantador y habilidoso para influir en los demás; 18 ítems)
	Ausencia de Miedo (ausencia de ansiedad anticipatoria relacionada con amenazas físicas y tendencia a correr riesgos; 14 ítems)
	Inmunidad al Estrés (tendencia a permanecer en calma ante estímulos que provocan ansiedad y a experimentar una falta de nerviosismo bajo presión; 13 ítems)
Impulsividad Egocéntrica (PPI-R-II)	Egocentrismo Maquiavélico (manipulación de los demás con fines egoístas, visión cínica y materialista de la naturaleza humana; 20 ítems)
	Inconformismo Rebelde (actitudes contrarias a la autoridad y tendencia a desafiar las normas sociales; 16 ítems)
	Ausencia Despreocupada de Planes (falta de previsión y renuncia a considerar distintas soluciones alternativas a los problemas; 19 ítems)
Frialdad Emocional (PPI-R-C)	Externalización de la Culpa (no aceptar la culpa por las propias acciones, ver a los demás como la causa de las dificultades propias; 15 ítems)
Frialdad Emocional (ausencia de sentimientos profundos de culpa, empatía y lealtad, así como la ausencia de necesidad de establecer vínculos afectivos duraderos con los demás; 16 ítems)	

El PPI y su edición revisada (PPI-R) han generado un gran volumen de investigación, posiblemente por proponer una medida de psicopatía ‘alternativa’ al PCL-R y otros instrumentos derivados, por lo que es quizás la *medida de autoinforme* de evaluación de la psicopatía más ampliamente empleada en población penitenciaria y no penitenciaria. Recientemente han sido publicados dos meta-análisis destinados a esclarecer la red de asociaciones de los factores de ‘Dominancia/Ausencia de Miedo (PPI-R-I)’ e ‘Impulsividad Egocéntrica (PPI-R-II)’ con diversas variables criterio externas, así como su interrelación y las asociaciones de los mismos con otras escalas de evaluación de la psicopatía (Marcus, Fulton y Edens, 2013; Miller y Lynam, 2012).

Los resultados de ambos meta-análisis han puesto de manifiesto que, al contrario que los factores del PCL-R y sus instrumentos derivados, el PPI-R-I y PPI-R-II son prácticamente ortogonales (r promedio = .05; cf. Miller y Lynam, 2012) o están asociados débilmente (r promedio = .12; cf. Marcus y cols., 2013). Por otro lado, el PPI-R-I muestra, en general, correlaciones débiles con autoinformes y variables criterio que miden la presencia de conducta antisocial, violencia y abuso de sustancias, mientras que presenta correlaciones negativas con medidas de ansiedad, neuroticismo o depresión y positivas con medidas de dominancia social y extraversión. Por contra, el PPI-R-II muestra relaciones más concordantes con medidas de conducta antisocial, agresividad, y abuso de sustancias, además de relaciones positivas con síntomas de trastornos de ansiedad y depresión. Aunque el PPI-R-I en ocasiones también muestra asociaciones con características de personalidad desadaptativas como la baja empatía, el narcisismo o la búsqueda de sensaciones, en general estas asociaciones son débiles comparadas con las que muestra el PPI-R-II con las mismas. Por último, y en relación a otras medidas de psicopatía, el PPI-R-I muestra, en general, relaciones débiles con otras medidas de psicopatía destinadas a evaluar los rasgos de tipo afectivo/interpersonal, incluyendo el PCL-R-F1 (r promedio = .21), y la escala de la psicopatía primaria del LSRP (r promedio = .17), quizás con la excepción del SRP-F1 (r promedio = .53), mientras que presenta relaciones más débiles e incluso nulas con las escalas destinadas a evaluar las características de impulsividad y desviación social de la psicopatía. Por su parte, el PPI-R-II muestra una mayor convergencia con escalas de ‘factor 2’ de la psicopatía, incluyendo el PCL-R-F2 (r promedio = .41), la escala de psicopatía secundaria del LSRP (r promedio = .65), o el SRP-F2 (r promedio = .67), obteniéndose en ocasiones también relaciones altas con escalas de ‘factor 1’ (r promedio = .50 con la psicopatía primaria del LSRP) o en la misma medida que el PPI-R-I (r promedio = .20 con el PCL-R-F1) (Marcus y cols., 2013; Miller y Lynam, 2012).

Este patrón de resultados ha suscitado recientemente un intenso debate en torno a si el factor de ‘Dominancia/Ausencia de Miedo’ del PPI muestra un patrón de validez convergente consistente con otras concepciones de la psicopatía, dado que (a) este factor no muestra correlaciones elevadas —al contrario que el PPI-R-II— con otras medidas de psicopatía; (b) correlaciona de forma nula —o en mucha menor medida que el PPI-R-II— con importantes variables criterio relevantes para la psicopatía, como la conducta antisocial, la violencia, o el uso y abuso de sustancias; y (c) correlaciona de forma muy baja —o nula— con el PPI-R-II (Marcus y cols., 2013; Miller y Lynam, 2012). Por ello se ha propuesto que la presencia de altas puntuaciones en el PPI-R-I, en ausencia de puntuaciones elevadas en el PPI-R-II, es esencialmente adaptativa y la importancia en la red nomológica de la psicopatía debería ser menor o incluso irrelevante (Lynam y Miller, 2012).

A grandes rasgos, las distintas perspectivas históricas —entre las que destaca la propuesta de Cleckley— y los instrumentos de evaluación de la psicopatía revisados en este apartado constituyen

la base para la formulación del MTP (Patrick y cols., 2009), que se describirá en detalle en el siguiente apartado. Además, en torno a las distintas conceptualizaciones y formas de operativizar la psicopatía revisadas en esta sección giran en la actualidad multitud de controversias (véase Skeem, Polaschek, Patrick y Lilienfeld, 2011, para una revisión) relacionadas, por ejemplo, con (a) si determinadas características de ajuste psicológico potencialmente adaptativas —ausencia de miedo y ansiedad, dominancia social, etc. (presentes en el PPI-R-I o en los criterios diagnósticos propuestos por Cleckley)— constituyen elementos necesarios en la definición de la psicopatía (Lilienfeld y cols., 2012; Patrick, Venables y Drislane, 2013) o deben ser consideradas, en el mejor de los casos, como especificadores o incluso como elementos irrelevantes (Lynam y Miller, 2012; Miller y Lynam, 2012), (b) si la conducta antisocial o criminal es una parte integral de la definición del trastorno —representada en la faceta antisocial del PCL-R— (Hare y Neumann, 2008, 2010) o más bien una consecuencia de los demás rasgos definitorios de la psicopatía (Skeem y Cooke, 2010a, 2010b), o incluso si (c) la psicopatía representa un constructo unitario, con una probable etiología única —como podría interpretarse a partir de la estructura de las cuatro facetas altamente correlacionadas entre sí del PCL-R (cf. Neumann y cols., 2015)— (Hare y Neumann, 2008), o si más bien debe ser entendida como un rasgo compuesto por elementos distinguibles entre sí desde un punto de vista etiológico —como sugiere la estructura de dos factores no correlacionados entre sí del PPI-R— (Lilienfeld, 2013).

1.2. EL MODELO TRIÁRQUICO DE LA PSICOPATÍA

En este contexto de controversia, recientemente se ha propuesto el **Modelo Triárquico de la psicopatía** (MTP; Patrick y cols., 2009) como un marco organizador de las distintas —y, en algunas ocasiones, contradictorias— perspectivas sobre la psicopatía. El modelo propone que los distintos esfuerzos históricos y contemporáneos por conceptualizar y medir la psicopatía se pueden organizar en torno a tres componentes sintomatológicos que, aunque relacionados entre sí en distintos grados empíricamente y en términos de sus conexiones mutuas con el fenómeno de la psicopatía, representan entidades fenotípicas distintivas que pueden ser conceptualizadas y medidas de forma separada: los constructos de **desinhibición** (*disinhibition*), **audacia** (*boldness*) y **maldad** (*meanness*) (cf. Patrick y cols., 2009).

Los tres constructos del MTP no se han propuesto como elementos de un constructo unitario de orden superior —la psicopatía— sino, más bien, como ‘bloques de construcción’ alternativos a las distintas conceptualizaciones de la psicopatía, necesarios para comprender la psicopatía en sus distintas manifestaciones: criminal y no criminal (p. ej., Cleckley, 1976; Hare, 1991, 2003; McCord y McCord, 1964), primaria y secundaria (p. ej., Karpman, 1941; Lykken, 1995) o ‘sin éxito’ y ‘con éxito’ (p. ej., Hall y Benning, 2006). De esta forma, los tres constructos propuestos se derivan directamente de la

literatura clásica y contemporánea en el estudio de la psicopatía: todos ellos han sido descritos, propuestos y medidos en diferentes grados en las distintas concepciones de la psicopatía hasta la fecha. Además, otro aspecto esencial del modelo es la consideración de los tres componentes fenotípicos en términos **de distintas vías etiológicas** que contribuyen a su manifestación, de forma que el MTP proporciona una base sobre la que conciliar y acomodar las distintas alternativas descriptivas de la psicopatía, así como un marco para coordinar la investigación sobre los procesos etiológicos y del desarrollo que contribuyen a las distintas manifestaciones del trastorno (cf. Patrick y cols., 2009).

1.2.1. LOS COMPONENTES FENOTÍPICOS DE AUDACIA, MALDAD Y DESINHIBICIÓN

A continuación se definen cada uno de los componentes propuestos desde el MTP, así como los referentes históricos y contemporáneos en la literatura sobre la psicopatía.

1.2.1.1. Desinhibición

El término **desinhibición** describe una propensión hacia problemas relacionados con el control de impulsos, incluyendo la ausencia de planificación y previsión, un deterioro en la regulación de los estados afectivos e impulsos, una insistencia en conductas que comportan una gratificación inmediata y un control de la conducta deficiente. En términos de personalidad, este constructo se relaciona con la baja responsabilidad, la baja amabilidad y altos niveles de neuroticismo o emocionalidad negativa. Las manifestaciones conductuales de este constructo incluyen la irresponsabilidad, la impaciencia, el llevar a cabo acciones de forma impulsiva que resultan en consecuencias negativas, la alienación y la falta de confianza, el comportamiento agresivo, la ausencia de confiabilidad, la implicación en actividades ilícitas y la propensión a sufrir problemas con el consumo de diferentes drogas (Patrick y cols., 2009). Los problemas asociados a estas manifestaciones conductuales han sido caracterizados y descritos por diversos autores de distintas formas —incluyendo la **vulnerabilidad/pro-pensión externalizante** (Achenbach y Edelbrock, 1978; Krueger y cols., 2002), la psicopatología por desinhibición (Gorestein y Newman, 1980) o un débil control inhibitorio (Kochanska, 1997)— y parecen constituir características comunes en distintos tipos de cuadros psicopatológicos del espectro externalizante, como el trastorno disocial en la infancia, la conducta antisocial en adultos, y los trastornos por uso y abuso de sustancias (Krueger, 1999; Krueger y cols., 2002).

Las características relacionadas con esta definición de desinhibición aparecen en las descripciones históricas de la psicopatía que enfatizan la naturaleza explosiva, la impulsividad y la irresponsabilidad, así como el uso y abuso de sustancias (p. ej., Partridge, 1928), así como en la descripción de la variante de psicopatía secundaria o ‘sintomática’, caracterizada por mostrar mayores niveles

de ansiedad y depresión acompañados de manifestaciones de ira, agresividad e impulsividad (p. ej., Karpman, 1941; véase también Lykken, 1957, 1995). Entre los referentes para el constructo de desinhibición en los instrumentos de evaluación de la psicopatía contemporáneos se incluyen el PCL-R-F2 (Hare, 1991; 2003), el factor de Impulsividad Egocéntrica (PPI-R-II) del PPI (Lilienfeld y Widows, 2005), así como el factor de Impulsividad y Problemas de Conducta (I/CP) del APSD (Frick y cols., 1994; Frick y Hare, 2001), entre otros (cf. Patrick y cols., 2009). Corroborando esta idea, recientes estudios han demostrado una estrecha relación entre la dimensión externalizante de la psicopatología en adultos —definido como el factor común subyacente a síntomas del trastorno disocial en la infancia, TPA, abuso y dependencia al alcohol y otras drogas, además de rasgos de personalidad como la impulsividad, la búsqueda de sensaciones y la inconformidad social (cf. Krueger y cols., 2002)— y la varianza única en las puntuaciones del PCL-R-F2 (Patrick, Hicks, Krueger, y Lang, 2005), así como con las puntuaciones estimadas del PPI-II, evidenciando además que gran parte de dicha covarianza es atribuible a factores genéticos, de modo que las influencias hereditarias de estos rasgos psicopáticos pueden aumentar la vulnerabilidad a sufrir trastornos del espectro externalizante (Blonigen y cols., 2005).

A pesar de la clara conexión de este componente de la psicopatía con el espectro externalizante de la psicopatología, y como se ha revisado en secciones anteriores, las distintas definiciones de la psicopatía incluyen diversos elementos que son discordantes con algunos aspectos característicos de los trastornos del espectro externalizante, de forma que la presencia de las características de desinhibición por sí mismas no pueden considerarse como equivalentes a la psicopatía. Por ejemplo, los trastornos del espectro externalizante se asocian también a una mayor incidencia de problemas de ansiedad o depresión (Achenbach y Edelbrock, 1978; Krueger, 1999), más que a una ausencia de ansiedad o miedo características de algunas descripciones clásicas del psicópata o de la psicopatía ‘primaria’ (p. ej., Cleckley, 1976; Karpman, 1941; Lykken, 1957, 1995). Por tanto, en la formulación del MTP se sugiere que únicamente se puede garantizar un diagnóstico de psicopatía en los casos en que las características de desinhibición de la psicopatía se manifiestan junto a las de audacia y/o maldad (cf. Patrick y cols., 2009).

1.2.1.2. Audacia

El término **audacia** describe una propensión a permanecer en calma y concentrado bajo presión o en situaciones amenazantes, la habilidad para recuperarse de forma rápida de situaciones estresantes, la confianza en uno mismo y la eficacia social, así como la tolerancia ante lo desconocido y el peligro. En términos de personalidad, el constructo de audacia representa el nexo de unión entre la dominancia social, la baja reactividad al estrés y la búsqueda de sensaciones y riesgos (Benning y cols., 2003, 2005). Las manifestaciones conductuales más prominentes de este constructo incluyen

la imperturbabilidad, la serenidad y el equilibrio social, la asertividad y la capacidad de persuasión, la valentía y el atrevimiento (Patrick y cols., 2009).

Algunas características relacionadas con el constructo de audacia han sido resaltadas en las descripciones clásicas de ‘personalidades psicopáticas’ marcadas por atributos como la elocuencia y el encanto (*swindlers*; Kraepelin, 1904) o el mostrarse agradable y afable, pero fundamentalmente egoísta (*self-seeking*; Schneider, 1934), que utilizaban dichas características para actividades relacionadas con el engaño o la estafa. En los criterios propuestos por Cleckley (1976) aparecen varios atributos claramente asociados al constructo de audacia, como el encanto superficial, la ausencia de ansiedad y manifestaciones neuróticas, las dificultades para aprender de las experiencias negativas, la escasez de reacciones afectivas o la baja incidencia de suicidio. Por otro lado, la ausencia de miedo y la falta de respuestas a castigos y a la estimulación aversiva demostrada en estudios psicofisiológicos clásicos sobre la psicopatía en población penitenciaria (p. ej., Hare, 1965a; Lykken, 1957) han servido como base para establecer influyentes teorías sobre la psicopatía ‘primaria’, como el modelo de Fowles (1980), que caracteriza la psicopatía ‘primaria’ por una hipoactividad del sistema de inhibición conductual que resulta en una menor evitación de situaciones peligrosas, novedosas y otros eventos aversivos, o la hipótesis del bajo miedo de Lykken (1995).

En este sentido, el concepto de ‘**temperamento de bajo miedo**’, descrito en la psicología del desarrollo (Kochanska, 1997) o en influyentes propuestas teóricas sobre la etiología de la psicopatía (Lykken, 1995), aparece relacionado con el constructo de audacia, pero no es considerado como sinónimo. La audacia es propuesta en este modelo como una expresión fenotípica a la que probablemente subyace una disposición temperamental de bajo miedo, que implica una reducida sensibilidad del sistema motivacional defensivo a señales de amenaza o castigo (Fowles y Dindo, 2006; Patrick y Bernat, 2009), pero que también puede expresarse de otras formas (Patrick y cols., 2009).

Por último, en los instrumentos actuales de evaluación de la psicopatía, el constructo de audacia aparece directamente representado en el factor de Dominancia/Ausencia de Miedo del PPI, mientras que en otros instrumentos de evaluación de la psicopatía, como el PCL-R, el constructo de audacia aparece representado en menor medida y de una forma menos distintiva que en el PPI, sobre todo a través de la faceta interpersonal (cf. Patrick y cols., 2009).

1.2.1.3. Maldad

El término **maldad** describe una constelación de atributos fenotípicos que incluyen la falta de empatía, el desprecio por y la ausencia de estrechas relaciones con los demás, la rebeldía, la búsqueda de sensaciones, la tendencia a explotar a otros y la crueldad. En términos de personalidad, este constructo refleja el nexo entre la alta dominancia, la baja afiliación y el bajo neuroticismo. Desde

esta perspectiva, el constructo de maldad puede entenderse como un estilo motivacional en el que el placer y la satisfacción personal se alcanza sin considerar a los demás o a expensas de ellos. Las manifestaciones conductuales características del constructo incluyen la arrogancia, el desafío a la autoridad, la ausencia de vínculos estrechos con los demás, la competitividad agresiva, la crueldad física hacia los demás, la agresión predatoria (proactiva, premeditada) y la explotación estratégica de los demás para obtener ganancias personales (Patrick y cols., 2009).

Los conceptos relacionados con el constructo de maldad han sido ampliamente resaltados en la literatura sobre la psicopatía, en especial en las conceptualizaciones del trastorno centradas en el estudio de casos y la investigación en poblaciones dentro del sistema de justicia criminal (p. ej., McCord y McCord, 1964). Por ejemplo, en el subtipo de personalidad psicopática denominado como 'los desalmados' (*Affectionless*) por Schneider (1923), se describe a personas insensibles, despiadadas y opacas emocionalmente. También en la propuesta de McCord y McCord (1964) se enfatizan características como la incapacidad para amar o sentir culpa acompañadas de tendencias agresivas que son ampliamente consistentes con las características del constructo de maldad.

Gran parte de los instrumentos actuales de evaluación de la psicopatía miden de forma directa características definitorias del constructo de maldad, en especial el PCL-R (Hare, 2003), a través de la faceta afectiva e ítems como el afecto superficial y poco profundo, la insensibilidad afectiva y la ausencia de empatía, la ausencia de remordimientos o sentimientos de culpa y la incapacidad para aceptar la responsabilidad por las propias acciones. De forma relacionada, los instrumentos modelados a partir del PCL-R para evaluar la psicopatía en otras poblaciones enfatizan en los ítems de las facetas afectivo/interpersonales de la psicopatía características relacionadas con el desapego social y emocional y la explotación de los demás, como el factor de Dureza-Insensibilidad Emocional (CU) del APSD (Frick y cols., 1994; Frick y Hare, 2001), la escala de Frialdad Emocional del PPI (Lilienfeld y Andrews, 1996), y el alto antagonismo, propuesto como característica central de la psicopatía desde la aproximación centrada en rasgos de la personalidad (Lynam y Derefinko, 2006; Lynam y Miller, 2015), entre otros (Patrick y cols., 2009).

1.2.2. DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE MEDIDAS PARA OPERATIVIZAR LOS CONSTRUCTOS DEL MODELO TRIARQUICO DE LA PSICOPATÍA

1.2.2.1. Desarrollo de la *Triarchic Psychopathy Measure* (TriPM)

Además de la propuesta teórica del MTP, recientemente se ha desarrollado una medida de autoinforme, la *Triarchic Psychopathy Measure* (TriPM, en adelante; Patrick, 2010, no publicado) con el objetivo de proporcionar una medida de los tres constructos del modelo **de forma diferenciada**.

El conjunto de ítems que conforman las escalas de desinhibición y maldad del TriPM provienen del *Externalizing Spectrum Inventory* (ESI; Krueger, Markon, Patrick, Benning y Kramer, 2007), una medida de autoinforme desarrollada para medir distintos atributos relacionados con diversos trastornos y rasgos de personalidad asociados al factor general externalizante de la psicopatología (Krueger, 1999; Krueger y cols., 2002). El ESI contiene 23 subescalas de contenido que evalúan dominios como la impulsividad y la búsqueda de sensaciones, la irresponsabilidad y la externalización de la culpa, diversas formas de agresión, engaño y deshonestidad, así como problemas con el uso y abuso de sustancias (Krueger y cols., 2007). Las 23 subescalas que conforman el ESI muestran una estructura jerárquica en las que todas saturan de forma apreciable en un factor general (factor externalizante) además de en dos factores residuales que reflejan de forma más específica tendencias hacia la crueldad y agresividad (*Callous-Aggressive factor*) y el excesivo uso y abuso de sustancias (*Substance Abuse factor*) (Krueger y cols., 2007; véanse también Patrick, Kramer, Krueger y Markon, 2013; Venables y Patrick, 2012). Los 20 ítems que componen **la escala de Desinhibición del TriPM** (Desinhibición-TriPM, en adelante) provienen de forma específica de las subescalas que constituyen indicadores más ‘puros’ del factor general externalizante —que, a su vez, muestran también menores saturaciones en los factores residuales de Crueldad-Agresividad y Abuso de sustancias—, concretamente de las escalas de Irresponsabilidad, Impulsividad problemática, Robo, Alienación, Propensión al Aburrimiento, Impaciencia, Fraudulencia, Dependencia (en sentido inverso) y Control Planificado (en sentido inverso) (Patrick, 2010, no publicado). La **escala de Maldad del TriPM** (Maldad-TriPM, en adelante) está compuesta por 19 ítems pertenecientes a las escalas que contribuyen especialmente al factor de Crueldad-Agresividad y, en menor medida, al factor general externalizante, en particular de las escalas de Agresión relacional y Empatía (en sentido inverso) (cf. Patrick, 2010, no publicado).

Por último, los 19 ítems que componen **la escala de Audacia del TriPM** (Audacia-TriPM, en adelante) provienen de un conjunto desarrollado para evaluar el miedo/la ausencia de miedo en distintas áreas distintivas que abarcan la conducta interpersonal (persuasión, seguridad y dominancia social), la experiencia emocional (capacidad de adaptación a situaciones estresantes, optimismo, confianza en uno mismo) y el atrevimiento (coraje, intrepidez y tolerancia a la incertidumbre) (Patrick, Vaidyanathan, Benning, Hicks y Kramer, 2010; cf. Patrick, 2010, no publicado). Estas áreas reflejan fielmente varios dominios de expresión de características de miedo/ausencia de miedo identificadas mediante análisis estructurales de medidas de este tipo, incluyendo las escalas de Influencia Social, Inmunidad al Estrés y Ausencia de Miedo del PPI-R, además de otras medidas de autoinforme como el *Fear Survey Schedule – III* (Arrindell, Emmelkamp y van der Ende, 1984), la escala de Miedo del *Emotionality-Activity-Sociability Temperament Survey* (EAS-Fearfulness; Buss y Plomin, 1984), la escala de Evitación del daño del *Tridimensional Personality Questionnaire* (TPQ-Harm Avoidance; Cloninger, 1987) y la escala Búsqueda de emociones intensas y aventura del *Sensation Seeking Scales* (SSS-Thrill and Adventure Seeking; Zuckerman, 1994). Así, Kramer, Patrick, Krueger y Gasperi (2012) han

demostrado que estas escalas se agrupan formando un factor general bipolar de miedo/ausencia de miedo, en la que todas saturan de forma apreciable, y tres factores que reflejan dominios distintivos de expresión del miedo: Angustia (experiencia percibida de emociones negativas en relación a estímulos amenazantes o situaciones estresantes), Búsqueda de Estimulación (preferencia por actividades que entrañan peligro, riesgo o novedad) y Sociabilidad (estilo interpersonal audaz y dominante vs. tímido y evitativo) (cf. Kramer y cols., 2012).

En resumen, las escalas de contenido del TriPM se construyeron con referencia a modelos estructurales de evaluación de la psicopatología externalizante (Krueger y cols., 2007) y de diferencias individuales en el rasgo de miedo/ausencia de miedo (Kramer y cols., 2012). Dichos modelos, además, se han propuesto como puntos de referencia hacia los que dirigir la investigación sobre las bases neurobiológicas de la psicopatología (Kramer y cols., 2012; Krueger y cols., 2007), dada su relevancia como procesos básicos subyacentes a distintos cuadros psicopatológicos (véanse Patrick y Bernat, 2010; Patrick, Durbin y Moser, 2012; Vaidyanathan, Patrick y Cuthbert, 2009; Vaidyanathan, Nelson y Patrick, 2012). Por tanto, la formulación y la forma de operativizar los constructos propuestos desde el MTP supone un importante avance para situar las diferentes manifestaciones sintomáticas de la psicopatía propuestas desde el MTP en el contexto de algunos modelos dimensionales de la psicopatología y la comprensión de sus bases neurobiológicas (Patrick y Drislane, 2015; Patrick, Drislane y Strickland, 2012).

1.2.2.2. Soporte empírico del modelo triárquico de la psicopatía

Desde su introducción en la literatura, diversos estudios han empleado el TriPM para operativizar los constructos de desinhibición, audacia y maldad y proporcionar respaldo empírico a la propuesta teórica del modelo (Patrick y Drislane, 2015, para una revisión). Hasta el momento, la mayoría de la investigación se ha centrado en dos áreas: (1) la representación de los constructos del MTP —medidos mediante el TriPM— en otros instrumentos de evaluación de la psicopatía y (2) sus relaciones con modelos estructurales y rasgos de personalidad normal y patológica.

Respecto a las **asociaciones con otras medidas de psicopatía**, estudios recientes han demostrado una adecuada convergencia, en la línea de las relaciones hipotéticas propuestas desde el MTP (Patrick y cols., 2009), entre las escalas de Desinhibición, Audacia y Maldad del TriPM con otros instrumentos de evaluación de la psicopatía tanto en población normal como en población penitenciaria. Así, las puntuaciones en Desinhibición-TriPM se asocian de forma directa y selectiva principalmente con otras medidas de psicopatía que evalúan las características de desviación social del trastorno, incluyendo el PPI-II, la escala de psicopatía secundaria del LSRP, la escala de estilo de vida errático y tendencias criminales del SRP-III, el factor de desinhibición del *Elemental Psychopathy*

Assessment (EPA; Lynam y cols., 2011) y con el PCL-R-F2 y las facetas de estilo de vida impulsivo e irresponsable y antisocial. Las puntuaciones en la escala de Maldad-TriPM muestran asociaciones más altas y selectivas con la escala de frialdad emocional y de egocentrismo maquiavélico del PPI, la escala de psicopatía primaria del LSRP, las facetas de crueldad afectiva (principalmente) y manipulación interpersonal del SRP-III, y con el PCL-R-F1, en particular con la faceta afectiva. Por último, las puntuaciones de la escala Audacia-TriPM se asocian de forma directa y en mayor medida con el PPI-I, aunque también con el PCL-R-F1, en particular con la faceta interpersonal, al tiempo que muestra también contribuciones únicas —en ocasiones en menor medida que las escalas de Maldad-TriPM y Desinhibición-TriPM— con las escalas de manipulación interpersonal, crueldad afectiva y estilo de vida errático del SRP-III, y no contribuye de forma única en la predicción de las puntuaciones en ninguna escala del LSRP (Crego y Widiger, 2014; Drislane, Patrick y Arsal, 2014; Lilienfeld y cols., 2016; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley, Wygant y Sellbom, 2013; Venables, Hall y Patrick, 2014; Wall, Wygant y Sellbom, 2015).

Por otro lado, respecto a las **asociaciones del TriPM con modelos estructurales y rasgos de personalidad normal y patológica**, recientemente, un estudio de nuestro laboratorio ha proporcionado una descripción de los constructos triárquicos en términos de los dominios y facetas del modelo de los cinco factores de la personalidad (FFM, en adelante; McCrae y Costa, 1990), ampliamente consistente con la descripción teórica de los mismos propuesta desde el MTP (Patrick y cols., 2009). De esta forma, empleando la adaptación española de las escalas del TriPM, Poy, Segarra, Esteller, López y Moltó (2014) han demostrado que la escala de Audacia-TriPM se asocia de forma inversa con puntuaciones en todas las facetas del Neuroticismo —salvo con puntuaciones en la faceta de Impulsividad—, de forma directa con puntuaciones en todas las facetas de Extraversión y de Apertura a la Experiencia, además de mostrar relaciones inversas con puntuaciones en las facetas de Modestia y Franqueza del dominio de Amabilidad, y elevadas en la faceta de Competencia de Responsabilidad. Por su parte, las puntuaciones elevadas en la escala de Maldad-TriPM se relacionan fundamentalmente con la baja Amabilidad y, en menor medida, la baja Responsabilidad, así como con la baja Cordialidad del dominio de Extraversión, y con elevadas puntuaciones en la faceta de Hostilidad del Neuroticismo. Por último, las puntuaciones en la escala Desinhibición-TriPM se asocian de forma inversa con todas las facetas de Responsabilidad y, en menor medida, con la baja Amabilidad, y muestra asociaciones directas y elevadas con todas las facetas del Neuroticismo. Por último, en este estudio también se demostró la convergencia de las tres escalas del TriPM con el *Psychopathy Resemblance Index* (PRI, en adelante) —desarrollado para ofrecer una medida global prototípica de la psicopatía a partir de los juicios de expertos en el marco del modelo de los cinco factores de la personalidad (Miller, Lynam, Widiger y Leukefeld., 2001)—, lo que pone de manifiesto que todas ellas son necesarias para capturar la constelación de rasgos definitoria de la psicopatía en términos del FFM (Poy y cols., 2014). El perfil expuesto en este estudio es ampliamente consistente con los

obtenidos a nivel de los dominios en población penitenciaria (Stanley y cols., 2013) y ha sido replicado en estudios posteriores en población normal de otros países (Donnellan y Burt, 2016; Miller, Lamkin, Maples-Keller y Lynam, 2016).

Otros estudios han demostrado patrones consistentes de relaciones de las escalas del TriPM con otros modelos estructurales de personalidad, como el *Multidimensional Personality Questionnaire* (MPQ, Tellegen, 1982) (Drislane y cols., 2014; Stanley y cols., 2013; Brislin, Drislane, Smith, Edens y Patrick, 2015), así como con otras medidas de personalidad normal y patológica. De esta forma, se ha confirmado la conceptualización de la desinhibición como un componente que representa la baja responsabilidad y restricción, la alta impulsividad y búsqueda de sensaciones (tendencia al aburrimiento) y la alta emocionalidad negativa (ansiedad, depresión, ira y hostilidad), que se relaciona de forma directa con tendencias de comportamiento asociadas a actos antisociales, y con trastornos del espectro externalizante, como el TPA. La maldad, por su parte, refleja el alto antagonismo, la crueldad, la falta de empatía, la explotación de los demás, la agresión, la baja cordialidad y conexión social con los demás y en menor medida la ausencia de ansiedad y miedo. Por último, la audacia refleja un patrón de asociaciones indicativo de un buen ajuste psicológico, caracterizado por bajos niveles de ansiedad, depresión, miedo y reactividad al estrés, así como altos niveles de dominancia y competencia social, bienestar, y logro, aunque este patrón de características se ha asociado también de forma única a la delincuencia autoinformada, la baja evitación de situaciones peligrosas, a distintas tendencias narcisistas (superioridad, autoridad), a la baja modestia y franqueza, así como a algunas facetas de la baja empatía (Almeida y cols., 2015; Brislin y cols., 2015; Drislane y cols., 2014; Donnellan y Burt, 2016; Poy y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Sica y cols., 2015; Stanley y cols., 2013; Strickland, Drislane, Lucy, Krueger y Patrick, 2013).

A modo de conclusión, los estudios psicométricos revisados han demostrado de forma empírica que los tres constructos propuestos desde el modelo triárquico aparecen representados en diferentes grados en varios instrumentos de evaluación de la psicopatía, y presentan una red de asociaciones con distintas variables criterio externas consistentes con las hipótesis formuladas desde el MTP (véase también Patrick y Drislane, 2015, para una revisión). Por último, algunos estudios recientes han examinado las asociaciones de las escalas del TriPM con distintos indicadores psicofisiológicos y conductuales en tareas de laboratorio. Así, en un reciente estudio de nuestro laboratorio, Esteller, Poy y Moltó (2016) han demostrado que elevadas puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM se asocian a una menor potenciación del reflejo de sobresalto durante la visión de imágenes de amenaza. Este resultado sugiere un déficit en la activación del sistema motivacional defensivo ante estímulos amenazantes asociados de forma específica a las características de bajo miedo, ausencia de ansiedad y dominancia social de la psicopatía. Por otro lado, y de forma relevante para la presente tesis doctoral, Pasion, Cruz y Barbosa (2016) han demostrado recientemente una reducida amplitud del componente

error-related negativity (ERN) asociada de forma selectiva a las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM en una tarea Simon, en la misma línea de resultados preliminares de nuestro laboratorio empleando una tarea Go/NoGo para medir el ERN en una muestra de mujeres de la población normal (Fonfría y cols., 2013). Finalmente, la escala de Maldad-TriPM parece asociarse de forma específica a una mayor tolerancia al dolor (Brislin, Buchman-Schmith, Joiner y Patrick, 2016), así como a un peor reconocimiento de expresiones faciales de miedo y una menor amplitud de los componentes P2 y N170 durante el procesamiento de las mismas (Brislin y cols., 2017).

Estos resultados son importantes para comprender las bases neurobiológicas que subyacen a los fenotipos de audacia, maldad y desinhibición del MTP. En el siguiente apartado se proporciona una descripción más detallada de las bases neurobiológicas y los marcadores psicofisiológicos de los constructos de **ausencia de miedo** y **vulnerabilidad externalizante** propuestos desde los **modelos duales** o **—teoría de los dos procesos—** de la psicopatía— (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick, 2007b; Patrick y Bernat, 2009), que constituye el modelo teórico de referencia para comprender la etiología y neurobiología de los constructos propuestos en el MTP (véanse Patrick y Drislane, 2015; Skeem y cols., 2011).

1.3. EL MODELO DEL PROCESO DUAL DE LA PSICOPATÍA

Existen varios modelos que establecen hipótesis explicativas de la psicopatía entendida como un constructo unitario, apelando a diversos tipos de déficits relacionados con el procesamiento de la estimulación emocional (p. ej., Blair, 1995, 2001; Cleckley, 1976; Fowles, 1980; Hare, 1978; Lykken, 1957, 1995) o centrados en aspectos más bien cognitivos del procesamiento de la información (Hiatt y Newman, 2006; Newman, 1998; Patterson y Newman, 1993). De forma diferente a estos modelos, que hacen referencia a un único mecanismo explicativo como base subyacente a todas las manifestaciones sintomáticas del trastorno, los **modelos duales** de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick, 2007b; Patrick y Bernat, 2009) proponen que la psicopatía —y sus mecanismos explicativos— puede ser entendida mejor a través de distintos procesos etiológicos que reflejan déficits en el funcionamiento de sistemas neurobiológicos distintivos (cf. Patrick y Bernat, 2009). Así, Patrick y Bernat (2009) han propuesto recientemente la descripción de dos constructos disposicionales —**rasgo de ausencia de miedo** (*trait fearlessness*) y **vulnerabilidad externalizante** (*externalizing vulnerability*)— en términos de sus bases neurobiológicas, sus marcadores conductuales y psicofisiológicos en distintas tareas de laboratorio, y su contribución diferencial en la manifestación de las características afectivo/interpersonales y de desviación social del trastorno, respectivamente.

La base para formular el **modelo del proceso de dual** de la psicopatía procede de la investigación sobre las asociaciones divergentes —incluso opuestas— que muestran los dos factores

del PCL-R, así como los dos factores del PPI, en relación a diversas variables criterio en distintos dominios de medida. Como se ha visto, tanto el PCL-R-F1 —en particular la *varianza única* de este factor— como el PPI-I se asocian de forma *negativa* con medidas de ansiedad, miedo y depresión y de forma *positiva* con medidas de dominancia social, extraversión y emocionalidad positiva, así como con otras medidas relacionadas con tendencias narcisistas y la baja empatía. Por el contrario, el PCL-R-F2, así como el PPI-II, se asocian *de forma directa* con medidas de ansiedad y afecto negativo, medidas de agresión, impulsividad y búsqueda de sensaciones, síntomas del TPA y problemas de conducta en la infancia, y con problemas con el uso y abuso de sustancias (Benning y cols., 2003, 2005; Blonigen y cols., 2005; Hare, 1991, 2003; Harpur y cols., 1989; Hicks y Patrick, 2006; Lilienfeld y Widows, 2005; Patrick y cols., 2005; López, 2010; Ross y cols., 2009; Verona y cols., 2001).

Estas asociaciones diferenciales de los dos grandes factores del PCL-R y el PPI también se han establecido de forma clara con síntomas de distintos trastornos del espectro internalizante y externalizante, así como con los factores latentes que explican sus relaciones. Así, Patrick y cols. (2005) han demostrado que el PCL-R-F2 correlaciona de forma muy elevada ($r = .74$) con el factor general externalizante, mientras que el PCL-R-F1 se asocia de forma nula con el mismo tras controlar la varianza compartida con el PCL-R-F2. De forma similar, Blonigen y cols. (2005) han evidenciado patrones similares de asociaciones entre los factores estimados del PPI a partir del MPQ en relación a diversos síntomas de trastornos del espectro internalizante (depresión mayor, fobia simple y fobia social) y externalizante (conducta antisocial adulta, trastorno disocial, dependencia a la nicotina, al alcohol y a otras drogas). De esta forma, el PPI-I se asocia de forma negativa ($r = -.26$) con indicadores de psicopatología internalizante y se asocia de forma nula con indicadores de psicopatología externalizante, mientras que el PPI-II se asocia de forma positiva con éstos indicadores ($r = .40$), asociación ampliamente atribuible a factores genéticos (Blonigen y cols., 2005).

A pesar de las diferencias en la forma de construcción del PCL-R y del PPI, la población objeto de estudio en las que se desarrollaron (población penitenciaria vs. población normal) y la concepción *a priori* de la psicopatía que pretenden medir (constructo unitario vs. constructos relacionados con la psicopatía sin asunciones *a priori* respecto a sus interrelaciones), el patrón de asociaciones que los dos grandes factores de estos instrumentos muestran con distintas variables criterio externas sugieren que ambos constituyen distintas manifestaciones fenotípicas de procesos etiológicos subyacentes similares (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009).

El primer ‘proceso’ propuesto desde el modelo del proceso dual es el rasgo de **ausencia de miedo** (*trait fearlessness*), que en términos neurobiológicos refleja una reducida actividad del sistema motivacional defensivo ante señales de castigo o amenazantes, que implica a la amígdala y otras estructuras asociadas (Patrick y Bernat, 2009). Este mecanismo es ampliamente similar a la *hipótesis del bajo miedo* propuesta por Lykken (1957, 1995) pero, al contrario que en ésta, en el modelo dual cons-

tituye únicamente un primer ‘proceso’ de importancia para explicar las características de tipo afectivo/interpersonal de la psicopatía. La principal fuente de evidencia en tareas de laboratorio a favor de la implicación de este primer proceso en la psicopatía proviene de la **deficitaria potenciación de la respuesta de parpadeo del reflejo de sobresalto**^{1.1} en muestras de psicópatas encarcelados (Patrick, Bradley y Lang, 1993). Aplicando esta metodología, Patrick y cols. (1993) demostraron por primera vez que los psicópatas no muestran el patrón lineal característico de modulación afectiva de la respuesta de sobresalto (desagradables > neutras > agradables). En concreto, los psicópatas mostraron una adecuada inhibición del reflejo de sobresalto durante la visión de la estimulación agradable, pero no mostraron una adecuada potenciación durante la visión de imágenes desagradables, lo que sugiere una activación deficitaria del sistema motivacional defensivo durante el procesamiento de estimulación aversiva. Este resultado constituye uno de los fenómenos más ampliamente replicados en la investigación sobre la psicopatía (Herpetz y cols., 2001; Levenston, Patrick, Bradley y Lang, 2000; Pastor, Moltó, Vila y Lang, 2003; Vanman, Mejia, Dawson, Schell y Raine, 2003). Quizás el aspecto más importante de estos resultados para los modelos duales es que dicho déficit en la potenciación del reflejo de sobresalto se ha asociado específicamente a las características de tipo afectivo/interpersonal del PCL-R en poblaciones penitenciarias (Patrick y cols., 1993; Vaidyanathan, Hall, Patrick y Bernat, 2011) y poblaciones no penitenciarias (Vanman y cols., 2003), así como a elevadas puntuaciones en el factor de Dominancia/Ausencia de Miedo del PPI en muestras de participantes de la población general (Benning, Patrick y Iacono, 2005).

En esta misma línea, otros estudios recientes han corroborado la idea de que las características afectivo/interpersonales de la psicopatía se asocian a déficits en el condicionamiento de respuestas de miedo. Así, los déficits en la adquisición y extinción de respuestas condicionadas de miedo expuestos en los estudios pioneros de laboratorio sobre la psicopatía (Hare, 1965a; Lykken, 1957), y

^{1.1} Mediante el empleo de imágenes de distintos contenidos aversivos (p. ej., escenas de amenazas directas, víctimas y mutilaciones), neutros (p. ej., utensilios de cocina) y apetitivos (imágenes eróticas, de bebés), para generar distintos estados emocionales, se ha observado de forma fiable que el reflejo de parpadeo (medido a través de la actividad electromiográfica del músculo orbicularis oculi) en respuesta a un ruido blanco intenso, es de mayor amplitud cuando éste se presenta durante el procesamiento de imágenes aversivas —**potenciación**— que cuando se presenta durante el procesamiento de imágenes apetitivas —**inhibición**— respecto a imágenes neutras (Lang, 1995; Lang, Bradley y Cuthbert, 1990). Este fenómeno ha sido explicado en términos de la *hipótesis del priming motivacional* (Lang y cols., 1990). Dado que el reflejo de sobresalto constituye una respuesta incondicionada defensiva (de protección), el estado motivacional defensivo provocado mediante la exposición a estimulación aversiva prima la aparición de respuestas incondicionadas defensivas —la respuesta de parpadeo del reflejo de sobresalto— de forma más potente que en contextos motivacionales neutros. Este efecto de *priming* motivacional —potenciación o inhibición de la respuesta incondicionada— es mayor o menor dependiendo del nivel de activación afectiva, o *arousal* (Lang, 1995). Por tanto, las variaciones en la magnitud del reflejo de sobresalto —medido a través de la respuesta de parpadeo en humanos durante el procesamiento de estimulación emocional— constituyen un indicador fiable de la disposición motivacional —defensiva o apetitiva— en la que se encuentra un organismo cuando se provoca dicha respuesta incondicionada.

en otros más recientes asociados a puntuaciones totales en el PCL-R (Birbaumer y cols., 2005; Flor, Birbaumer, Hermann, Ziegler y Patrick, 2002), han sido recientemente replicados y extendidos, al demostrar que la peor adquisición de respuestas fisiológicas condicionadas de miedo —medido a través de respuestas electrodérmicas— estaba asociada específicamente a elevadas puntuaciones en el PPI-R-I en población no penitenciaria (López, Poy, Patrick y Moltó, 2013) o al PCL-R-F1 en población penitenciaria (Veit y cols., 2013). Por otro lado, y de forma consistente con la observación de un menor gradiente temporal de *arousal* autonómico anticipatorio a señales de castigo en paradigmas de ‘cuenta atrás’ (Hare, 1965b), Dindo y Fowles (2011) han demostrado una menor activación electrodérmica durante la anticipación de la presentación de un ruido aversivo asociada específicamente a elevadas puntuaciones en el PPI-I (Dindo y Fowles, 2011).

El segundo ‘proceso’ propuesto desde el modelo del proceso dual es el rasgo de **vulnerabilidad externalizante** (*externalizing vulnerability*), que en términos neurobiológicos refleja déficits en el funcionamiento de estructuras cerebrales anteriores (corteza prefrontal, corteza cingulada anterior) que median el control, la planificación y la adecuada regulación de respuestas conductuales y afectivas (Patrick y Bernat, 2009), y que se propone como rasgo subyacente a las características de desviación social del trastorno representadas en el PCL-R-F2 o el PPI-R-II (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009)

Distintos estudios han aportado evidencia de déficits en tareas y baterías de pruebas neuropsicológicas destinadas a evaluar el correcto ‘funcionamiento ejecutivo’ —que incluye procesos relacionados con la planificación y organización de la conducta, la atención selectiva y la inhibición de respuestas— en poblaciones de niños y adultos con tendencias antisociales (Morgan y Lilienfeld, 2000, para una revisión y meta-análisis). Por otro lado, recientemente se ha demostrado una estrecha relación entre algunos trastornos del espectro externalizante —uso de sustancias, trastorno disocial y trastorno por déficit de atención— y déficits en tareas que evalúan la adecuada inhibición de respuestas predominantes/automáticas —inhibición de movimientos sacádicos, inhibición en tareas *Stop-Signal*, interferencia en tareas Stroop— (Young y cols., 2009). Además, otro fenómeno ampliamente replicado en la literatura es la reducida amplitud del componente P300 de los potenciales evocados durante tareas *oddball* asociada a diversos síntomas de trastornos del espectro externalizante (Hicks y cols., 2007; Iacono, Carlson, Malone y McGue, 2002; Patrick y cols., 2006). De forma importante para la presente tesis doctoral (véase el Capítulo 2), estudios recientes en los que se han empleado las puntuaciones totales del ESI para evaluar rasgos de psicopatología externalizante (Krueger y cols., 2007), han propuesto la reducida amplitud del componente *error-related negativity* (ERN, en adelante; Falkenstein, Hohnsbein, Hoorman y Blanke, 1990; Gehring, Goss, Coles, Meyer y Donchin, 1993) como un marcador de la dimensión de vulnerabilidad externalizante de la psicopatología (Hall, Bernat y Patrick, 2007).

De acuerdo con la propuesta de los modelos duales, las elevadas puntuaciones en el PCL-R-F2 se han asociado de forma única a la perseveración de respuestas no adaptativa en una tarea donde los participantes deben suspender una tendencia dominante de respuesta hacia la recompensa a medida que dicha tendencia de respuesta comienza a ser más castigada que recompensada, acompañada además de una falta de reflexión general tras el *feedback* —menores tiempos de reflexión tras el *feedback* de recompensa y castigo— consistente con un estilo de respuesta impulsivo (Moltó, Poy, Segarra, Pastor y Montañés, 2007). Por otro lado, elevadas puntuaciones en el PPI-R-II, pero no en el PPI-R-I, se han asociado de forma específica con distintos déficits en baterías de pruebas neuropsicológicas destinadas a evaluar el correcto funcionamiento ejecutivo, como un mayor número de errores a estímulos *NoGo* o una mayor interferencia en tareas de flancos (Sellbom y Verona, 2007), y con una peor inhibición en una tarea de decisión léxica con estímulos ‘Stop’ (Heritage y Benning, 2013). En relación al componente P300, recientemente se ha confirmado la asociación selectiva entre una reducida amplitud de este componente —medido en tareas *oddball*— y elevadas puntuaciones en el PPI-R-II en muestras de la población general (Carlson, Thai y McLarnon, 2009), así como a elevadas puntuaciones en el PCL-R-F2 en muestras penitenciarias (Venables y Patrick, 2014). En esta línea, estudios recientes de nuestro laboratorio han proporcionado evidencia de una reducida amplitud del P300 en una tarea *oddball* asociada a elevadas puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM (Ribes y cols., 2013). Por último, se ha encontrado relación entre las reducidas amplitudes del ERN y puntuaciones elevadas en el PPI-II (Esteller y cols., 2012; Heritage y Benning, 2013) y en la escala de Desinhibición-TriPM (Fonfría y cols., 2013; Pasion y cols., 2016) en muestras de la población general.

Dado este conjunto de evidencia, surge una cuestión directa respecto a cómo contribuyen **las dos dimensiones etiológicas propuestas desde los modelos duales a la manifestación de los tres constructos propuestos desde el MTP**. Esta pregunta es particularmente interesante dada la división en el MTP de las características afectivo/interpersonales de la psicopatía en los constructos de audacia y maldad. Recientes propuestas teóricas han sugerido la mayor correspondencia del constructo de audacia con el genotipo de *ausencia de miedo* descrito en este apartado (Patrick y Drislane, 2015; Patrick, Drislane y cols., 2012; Skeem y cols., 2011). Corroborando esta idea, recientemente Esteller y cols. (2016) han demostrado la asociación específica entre las elevadas puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM y la menor potenciación del reflejo de sobresalto durante la visión de imágenes de contenido amenazante. Estos resultados sugieren que, al menos en muestras de la población normal, los déficits en la activación del sistema motivacional defensivo ante estimulación amenazante subyacen de forma más directa a las características de audacia de la psicopatía y no a las de maldad (como también propone el MTP), por lo que surge directamente la cuestión de cómo conceptualizar las características fenotípicas de la maldad en términos de los sistemas neurobiológicos implicados.

Recientemente, Brislin y cols. (2016) han aportado evidencia de una mayor tolerancia a estímulos dolorosos —proporcionados mediante un algómetro de presión— asociada de forma específica a elevadas puntuaciones en la escala de Maldad-TriPM. De forma interesante —y congruente con la propuesta de que la ausencia de miedo subyace a ambas manifestaciones fenotípicas— tanto la audacia como la maldad se asociaron de forma negativa con medidas de autoinforme sobre el miedo al dolor. Sin embargo, la capacidad de soportar una mayor presión durante más tiempo proporcionada por el algómetro se asoció de forma específica a elevadas puntuaciones en Maldad-TriPM. Estos resultados apuntan a un déficit en los sistemas de percepción del dolor asociados de forma específica a las características de maldad de la psicopatía, y se ha propuesto que las características de bajo miedo asociadas a la audacia reflejan más bien una reducida sensibilidad del sistema motivacional defensivo en respuesta a estímulos amenazantes discretos (Brislin y cols., 2016). Por otro lado, otro estudio reciente ha demostrado una asociación específica de las características de maldad —pero no de audacia— de la psicopatía con un peor reconocimiento de expresiones emocionales de miedo y una reducida amplitud de los componentes N170 y P200 relacionados con el procesamiento de caras y expresiones emocionales (Brislin y cols., 2017). En términos neurobiológicos, aunque estructuras cerebrales como la amígdala parecen estar implicadas tanto en la potenciación del reflejo de sobresalto (p. ej., Lang, 1995) como en el procesamiento de expresiones emocionales de miedo (p. ej., Marsh y cols., 2008), estos resultados sugieren que a las características de audacia probablemente subyace una deficiente activación de esta estructura en respuesta a señales directas de amenaza, mientras que las características de maldad representan de forma más clara una deficiente activación de dicha estructura en respuesta a señales de angustia y miedo en los otros, más relacionado con la baja empatía y la baja capacidad de conexión emocional con los demás (Brislin y cols., 2017; véase Blair, 2001).

Por último, el mecanismo de **vulnerabilidad externalizante** ha sido propuesto como más relevante para comprender las características de desinhibición del MTP (Patrick y Drislane, 2015; Patrick, Drislane y cols., 2012; Skeem y cols., 2011). De forma importante para esta tesis doctoral, la reducida amplitud del ERN —componente propuesto como un marcador fisiológico del factor externalizante de la psicopatología (Hall y cols., 2007)— se ha asociado, como se ha visto, a las características de desinhibición de la psicopatía (Esteller y cols., 2012; Fonfría y cols., 2013; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016). Sin embargo, la literatura sobre las relaciones entre esta dimensión de la psicopatía y el procesamiento de errores durante la realización de tareas cognitivas no ha aportado resultados plenamente consistentes (Schulreich, 2016, para una revisión). En este trabajo se pretende avanzar en la comprensión de los posibles déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía, dentro del marco del MTP, mediante el examen del ERN y otros componentes relacionados con el procesamiento de errores y de los estímulos en tareas cognitivas de tiempo de reacción. En el capítulo siguiente se presenta una descripción detallada del significado funcional de dichos componentes, así como de los trabajos que han estudiado las asociaciones entre éstos y la psicopatía.

Capítulo 2

Procesamiento de errores y monitorización de la conducta: evidencia electrofisiológica

Los déficits en el control conductual han sido considerados como una de las características definitorias de la psicopatía desde las primeras descripciones clásicas del trastorno. Por ejemplo, características como un pobre juicio sobre las acciones y la dificultad para aprender de la experiencia aparecen como criterios diagnósticos del trastorno desde la descripción clásica del psicópata propuesta por Cleckley (1941/1976). De forma similar, casi todos los instrumentos de medida del trastorno en la actualidad incorporan ítems o constructos de orden inferior que hacen referencia a la impulsividad, la irresponsabilidad y el deficitario control conductual (Hare, 2003; Lilienfeld y Widows, 2005). Desde un punto de vista empírico, la psicopatía se ha asociado de forma consistente a déficits en la inhibición de respuestas que resultan en castigo (Lykken, 1957), como la comisión de un mayor número de errores de evitación pasiva (Newman y Kosson, 1986), la perseveración de respuestas no adaptativas (Moltó y cols., 2007; Newman, Patterson y Kosson, 1987), o una menor supresión de la conducta en función de la probabilidad de castigo (Siegel, 1978). Asimismo, existe evidencia de una peor ejecución de los psicópatas en tareas destinadas a evaluar el correcto funcionamiento ejecutivo, como las tareas de inhibición de respuesta —por ejemplo, tareas ‘Go/NoGo’ o ‘Stop-signal’ (Heritage y Benning, 2013; Krakowski y cols., 2015; Lapierre, Braun y Hodgins, 1995; Roussy y Toupin, 2000; Sellbom y Verona, 2007)— o las tareas de toma de decisiones —como la *Iowa gambling task* (Mahmut, Homewood y Stevenson, 2008; Mitchell, Colledge, Leonard y Blair, 2002). De forma general, estos resultados sugieren la posibilidad de que determinados rasgos psicopáticos se asocien a déficits en la monitorización y la evaluación de los resultados de las propias acciones y/o a dificultades en la implementación de procesos reguladores que permitan una adecuada adaptación conductual tras los errores o las acciones inapropiadas.

Situaciones como la comisión de errores proporcionan evidencia inequívoca de que los mecanismos de control cognitivo empleados para realizar correctamente una tarea no han sido adecuados. Por tanto, la capacidad para detectar la comisión de un error y la posterior implementación de mecanismos de control cognitivo son cruciales para un rendimiento adecuado en las tareas a las que nos enfrentamos. Dado que los procesos que subyacen a la comisión de errores y su detección no pueden ser observados de forma directa, los primeros estudios sobre procesamiento de errores se centraron en describir las consecuencias conductuales de los mismos, identificando interesantes fenómenos como la corrección inmediata de las respuestas erróneas y tiempos de reacción más lentos en las respuestas correctas tras los errores (Rabbitt, 1966a, 1966b). El estudio del procesamiento de errores y la monitorización de la conducta progresó considerablemente con el posterior desarrollo y aplicación de técnicas electrofisiológicas y de neuroimagen funcional, lo que permitió identificar

los sustratos neurales responsables de la detección de errores y otros problemas de ejecución y los de la posterior implementación de mecanismos de control cognitivo para corregir y adaptar nuestra conducta de forma óptima (véase, para una revisión, Ullsperger, Danielmeier y Jocham, 2014). Así, diversas metodologías como la electrofisiología invasiva en animales, el análisis de los generadores neurales de los potenciales evocados obtenidos mediante electroencefalografía (EEG) en humanos, y la neuroimagen funcional, convergen en señalar una extensa porción de la corteza prefrontal medial posterior (*posterior medial frontal cortex*; pMFC, en adelante), en particular la corteza cingulada anterior (*anterior cingulate cortex*; ACC, en adelante) como una importante área neural implicada en la monitorización de nuestras acciones en curso y sus resultados (Ridderinkhof, Ullsperger, Crone y Nieuwenhuis, 2004; Ullsperger y cols., 2014). A través de las metodologías mencionadas, se han encontrado activaciones de la pMFC durante la recepción de *feedback* negativo sobre los resultados de nuestras acciones, la comisión de errores, o situaciones de conflicto antes de ejecutar una respuesta (Ridderinkhof y cols., 2004). Todos estos resultados apuntan a un rol primordial de la pMFC en la detección de situaciones donde aumenta la probabilidad de que la conducta en curso se aleje de las metas establecidas, señalando la necesidad de incrementar el control cognitivo para un ajuste conductual óptimo (Botvinick, Braver, Barch, Carter y Cohen, 2001; Shackman y cols., 2011; Shenhav, Botvinick y Cohen, 2013).

La aplicación de técnicas electrofisiológicas, como los potenciales evocados obtenidos mediante electroencefalografía (EEG) en humanos, permite obtener información sobre procesos neurofisiológicos con una resolución temporal del orden de milisegundos, lo que proporciona una valiosa información sobre el curso temporal de los procesos neurales implicados en el procesamiento de errores y la monitorización de nuestras acciones. Como se describirá en detalle a lo largo del presente capítulo, se han identificado varios potenciales evocados que ocurren en distintas fases del proceso de monitorización de la conducta, cuya fuente generadora parece situarse en la pMFC, en particular en la ACC (Ullsperger y cols., 2014, para una revisión).

Los paradigmas experimentales más ampliamente empleados en el estudio del procesamiento de errores y la monitorización de nuestras acciones recurren a diferentes condiciones que generan conflicto entre tendencias de respuesta incompatibles en las que la comisión de errores es más probable. Por ejemplo, en uno de los paradigmas más empleados, la tarea de flancos de Eriksen (*Eriksen Flanker Task*; Eriksen y Eriksen, 1974), los participantes deben indicar la dirección hacia la que señala la punta de flecha que aparece en el centro de un conjunto formado por cinco puntas. En algunos ensayos, las flechas que acompañan a la flecha central —los flancos— son congruentes con la dirección de la misma (p. ej., <<<<<< o >>>>>>). Sin embargo, en otro tipo de ensayos los flancos son incongruentes con la dirección hacia la que apunta la flecha central (>><>> o <<<><<). Así, en los ensayos incongruentes, los flancos están asociados a una respuesta distinta a la que debe darse según

la dirección del estímulo objetivo, lo que genera una mayor interferencia —mayor conflicto de respuesta— que se manifiesta conductualmente en tiempos de reacción más lentos en las respuestas correctas y un mayor número de errores en los ensayos incongruentes respecto a los congruentes. De forma similar, en la tarea Simon (*Simon Task*; Simon, 1969) se manipula el conflicto de respuesta en la dimensión espacial, de forma que dos estímulos relevantes se asocian a distintas respuestas (p. ej., un círculo de color rojo se asocia a la respuesta izquierda y uno azul a la derecha). Los participantes deben ejecutar la respuesta asociada a cada estímulo independientemente de la localización espacial en que éstos aparezcan, de forma que manipulando la localización espacial se induce un mayor conflicto de respuesta en los ensayos incongruentes, donde la localización del estímulo es incompatible con la respuesta asociada (p. ej., el círculo rojo presentado a la derecha de una señal de fijación) que en los congruentes (p. ej., el círculo rojo a la izquierda de la señal de fijación). Por otro lado, en la tarea Stroop (*Stroop Task*; Stroop, 1935), los participantes deben indicar el color en el que están escritas diferentes palabras, que a su vez representan nombres de distintos colores. En esta tarea se produce un mayor conflicto de respuesta cuando el color y el nombre de la palabra son incongruentes (p. ej., palabra VERDE escrita en color rojo) que en los ensayos congruentes (p. ej., palabra VERDE escrita en color verde) debido a que el proceso automático de la lectura de la palabra genera una tendencia de respuesta que es incompatible con la respuesta requerida (indicar el color en el que está escrita la palabra). En el estudio del procesamiento de errores también se emplean comúnmente paradigmas de inhibición de respuesta, como tareas ‘Go/NoGo’ o ‘Stop signal’. En la versión más simple de este tipo de tareas, los sujetos deben responder a un tipo de estímulo que se presenta con una mayor frecuencia, generando así una tendencia dominante de respuesta, mientras que no deben responder a un segundo tipo de estímulo. La principal diferencia entre estos paradigmas es que en la tarea Go/NoGo en cada ensayo se presenta únicamente un estímulo, mientras que en la Stop signal siempre se presenta el estímulo *Go*, pero en algunos ensayos este estímulo va acompañado de una señal de *Stop*, que indica la necesidad de inhibir la respuesta *Go* iniciada. Dado que los estímulos *NoGo* o *Stop* se presentan con menor frecuencia que los *Go*, los participantes tienen dificultades en inhibir la tendencia de respuesta dominante a los estímulos *Go* y se producen errores de comisión indicativos de una inhibición de respuesta deficitaria. Así, además de ser ampliamente utilizados en el estudio del procesamiento de errores, este tipo de paradigmas permiten estudiar también los procesos que subyacen a la correcta inhibición de respuestas.

Mediante el empleo de este tipo de paradigmas y el registro de la actividad EEG, se ha podido caracterizar el curso temporal e identificar las fuentes neurales implicadas en diferentes estadios de la monitorización de nuestras acciones, desde la selección de cursos de acción hasta el procesamiento de errores. Así, mediante el promediado de la actividad EEG asociada a las respuestas erróneas, se puede observar un componente de polaridad negativa en torno a los 50-100 milisegundos (ms) tras la respuesta y que presenta una distribución topográfica que alcanza su máxima amplitud en senso-

res fronto-centrales, denominado *error Negativity* (Ne) o —según la denominación más extendida— *error-related negativity* (ERN) (Falkenstein y cols., 1990; Gehring y cols., 1993). Al ERN le sigue otro componente, denominado *error Positivity* (Pe; Falkenstein y cols., 1990), que se puede observar entre los 200-500 ms tras los errores y que presenta una distribución topográfica máxima en sensores centro-parietales. Si bien ambos componentes son claramente identificables tras las respuestas erróneas, y actualmente existe una tendencia a estudiarlos de forma conjunta, el ERN ha recibido un mayor volumen de investigación y existen diversas teorías explicativas de su significado funcional (véase, para una revisión, Gehring, Liu, Orr y Carp, 2012). Por el contrario, el Pe recibió inicialmente un volumen de investigación mucho menor y su significado funcional se ha ido esclareciendo a partir de las disociaciones observadas respecto al ERN en relación a varios fenómenos relacionados con el procesamiento de errores (Overbeek, Nieuwenhuis y Ridderinkhof, 2005).

Dado que la presente tesis doctoral tiene como objetivo principal examinar el procesamiento de errores mediante potenciales evocados en el marco del modelo triárquico de la psicopatía (Patrick y cols., 2009), se dedicará la primera parte de este capítulo a describir las diferentes propuestas teóricas sobre el significado funcional de los componentes ERN y Pe, al tiempo que se revisarán los estudios que han tratado de relacionar ambos índices electrofisiológicos del procesamiento de errores con rasgos psicopáticos y otros rasgos de personalidad normal y patológica asociados a la psicopatía.

Los errores en las tareas de tiempo de reacción descritas anteriormente ocurren normalmente en condiciones en las que se genera un alto conflicto de respuesta (p. ej., interferencia ante los estímulos incongruentes en una tarea de flancos o la dificultad de inhibir una respuesta predominante *Go* ante un estímulo *NoGo* que se presenta con mucha menos frecuencia). Así, atendiendo al procesamiento de los estímulos en este tipo de tareas, se han identificado otros potenciales evocados cuya amplitud varía según los requerimientos de respuesta de los distintos estímulos empleados. Durante la selección de respuestas se observa un componente de polaridad negativa que alcanza su amplitud máxima en torno a los 200-350 ms tras la presentación de un estímulo con una distribución fronto-central, denominado N200 (Folstein y van Petten, 2008, para una revisión), que parece ser de mayor amplitud en situaciones de conflicto generado por la coactivación de tendencias de respuesta incompatibles (p. ej., durante los ensayos incongruentes en una tarea de flancos) o durante la inhibición de respuestas predominantes (p. ej., tras la inhibición correcta de una respuesta predominante en una tarea *Go/NoGo*). Siguiendo a este componente, durante los 300-600 ms posteriores a la presentación del estímulo y con una distribución centroparietal máxima, se puede observar una onda de polaridad positiva, el componente P300, que constituye un índice neural relacionado con procesos atencionales y de actualización de representaciones en la memoria de trabajo de estímulos objetivo en tareas de tiempo de reacción (Polich, 2007, para una revisión). Cabe comentar, sin embargo, que dichos componentes se observan en una gran variedad de tareas distintas a las empleadas en el

estudio del procesamiento de errores. En el presente trabajo, se describirá el significado funcional propuesto para ambos componentes en los paradigmas experimentales utilizados en el estudio del procesamiento de errores, fundamentalmente paradigmas de interferencia (p. ej., tareas de flancos) y de inhibición de respuesta (p. ej., tareas Go/NoGo o Stop signal). El objetivo del estudio de estos componentes en la presente tesis doctoral es poder caracterizar de una forma más precisa el curso temporal del procesamiento de los estímulos en las tareas de tiempo de reacción que suelen utilizarse para el estudio del procesamiento de errores, lo que aportará una información detallada —unido al estudio de los componentes ERN y Pe— sobre los procesos que pueden ser deficitarios en la psicopatía durante la monitorización conductual y el procesamiento de errores.

2.1. COMPONENTES DE LOS POTENCIALES EVOCADOS RELACIONADOS CON EL PROCESAMIENTO DE ERRORES

2.1.1. EL COMPONENTE 'ERROR-RELATED NEGATIVITY' (ERN)

Como se ha descrito anteriormente, mediante el promediado de la actividad EEG asociada temporalmente a las respuestas erróneas se pueden observar dos componentes de los potenciales evocados, uno temprano, de polaridad negativa, que alcanza su máxima amplitud en sensores frontocentrales entre los 50-100 ms tras las respuestas erróneas (ERN) y un componente posterior, de polaridad positiva, que alcanza su máxima amplitud en sensores centroparietales entre los 200-500 ms tras la comisión de errores (Pe) (Falkenstein y cols., 1991; Gehring y cols., 1993).

El ERN ha sido descrito en una gran variedad de paradigmas experimentales, y su ocurrencia parece ser independiente de la modalidad de estímulos o respuestas utilizada, ya se trate de estímulos visuales (Falkenstein y cols., 1991; Gehring y cols., 1993), auditivos (Falkenstein y cols., 1991) o táctiles (Forster y Pavone, 2008), o de respuestas ejecutadas mediante movimientos manuales (Falkenstein y cols., 1991; Gehring y cols., 1993), de los pies (Gehring y Fencsik, 2001), oculares (Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band y Kok, 2001), o vocales (Masaki, Tanaka, Takasawa y Yamazaki, 2001), lo que sugiere que el ERN es generado por un sistema sensible a diversas fuentes de información sobre los errores. Los estudios de localización de fuentes generadoras de la actividad electrocortical han demostrado que uno de los posibles generadores neurales primarios del ERN parece situarse en la corteza cingulada anterior (ACC) y áreas adyacentes, incluyendo el área pre-suplementaria motora (pre-SMA) (Dehaene, Posner y Tucker, 1994; Herrmann, Rommler, Ehlis, Heidrich y Fallgatter, 2004; Holroyd, Die y Coles, 1998; Van Veen y Carter, 2002a). Numerosos trabajos han propuesto que la ACC desempeña un rol importante en funciones de control cognitivo que permiten adaptar nuestra conducta a las demandas de las tareas a las que nos enfrentamos y que incluyen procesos de evaluación de la necesidad de un mayor control y de regulación e implementación de control —en

concierto con otros sistemas cerebrales (Botvinick y cols., 2001; Shackman y cols., 2011; Shenhav y cols., 2013). Dado que los errores de ejecución —en relación a los cuales se mide el ERN— evidencian claramente que nuestra conducta se ha desviado de las metas establecidas, y teniendo en cuenta la localización del ERN en la ACC, diferentes modelos explicativos del ERN sugieren que su amplitud refleja la actividad de la ACC en la evaluación de la necesidad y/o la implementación de mecanismos de control cognitivo que resulten en ajustes conductuales tras los errores. Consecuentemente, numerosos estudios se han dedicado a examinar cómo las manipulaciones en el contexto en el que se producen los errores afectan a la amplitud del ERN, así como en la investigación de las asociaciones existentes entre las consecuencias conductuales y/o afectivas de los errores y la amplitud del ERN. Dichos estudios han ayudado a la formulación de diferentes teorías sobre el significado funcional del ERN, que se describirán a continuación.

Conviene reseñar aquí que se ha descubierto también un componente similar en polaridad y latencia al ERN —aunque de menor amplitud— ligado a las respuestas correctas (*Correct-Related Negativity*; CRN, en adelante; Coles, Scheffers y Holroyd, 2001; Vidal, Burle, Bonnet, Grapperon y Hasbroucq, 2003; Vidal, Hasbroucq, Grapperon y Bonnet, 2000). La similitud entre el ERN y el CRN en términos de polaridad y distribución topográfica, así como de localización de fuentes generadoras (Roger, Bénar, Vidal, Hasbroucq y Burle, 2010) ha supuesto un reto interpretativo para diversas teorías que postulan la especificidad de actividad de polaridad negativa asociada únicamente a las respuestas erróneas (ERN). El CRN ha sido mucho menos estudiado que el ERN, y se ha propuesto como un índice que refleja la actividad del sistema de monitorización de nuestras respuestas durante los ensayos correctos donde existe incertidumbre sobre el resultado de nuestras acciones (Coles y cols., 2001; Pailing y Segalowitz, 2004a; Scheffers y Coles, 2000), lo que liga su ocurrencia al procesamiento de errores durante los ensayos correctos. Otros autores, por el contrario, han sugerido que dicho componente, al igual que el ERN, puede reflejar el proceso de monitorización de la ejecución más que el resultado, que es de mayor actividad durante los errores (Falkenstein, Hoormann, Christ y Hohnsbein 2000; Vidal y cols., 2000, 2003).

2.1.2. SIGNIFICADO FUNCIONAL DEL ERN

El ERN fue inicialmente interpretado como reflejo de la actividad de un sistema encargado de la detección de errores mediante la supervisión de la exactitud de las respuestas que ejecutamos basada en la representación interna de las mismas e implicado en la posterior compensación de los mismos (Falkenstein y cols., 1991; Gehring y cols., 1993). Así, multitud de estudios han examinado cómo las manipulaciones en el contexto en el que se producen los errores afectan a la amplitud del componente, por un lado, y también las relaciones entre éste y distintos ajustes conductuales tras los errores (Gehring y cols., 2012, para una revisión).

De esta forma, algunos estudios han demostrado que el ERN es de mayor amplitud cuando los sujetos son instruidos a **responder de forma precisa** que cuando se enfatiza responder de forma rápida (Falkenstein y cols., 1990; Gehring y cols., 1993; Themanson, Pontifex, Hillman y McAuley, 2011). Otros estudios han encontrado asociaciones entre la amplitud del ERN y **diferencias individuales en el rendimiento general en distintas tareas**, de forma que los participantes que menos errores comenten —o con un mayor porcentaje de aciertos— muestran una mayor amplitud del ERN, relación que se ha observado en tareas de flancos (Gehring y cols., 1993; Themanson, Rosen, Pontifex, Hillman y McAuley, 2012), tareas Stroop (Carp y Compton, 2009; Hajcak, McDonald y Simons, 2003) o tareas Go/No-Go (Amodio, Master, Yee y Taylor, 2008; Torpey, Hajcak, Kim, Kujawa y Klein, 2011) —aunque véase Falkenstein y cols. (2000) y Pailing, Segalowitz, Dywan y Davies (2002) para fracasos en la replicación de estas asociaciones. Por último, otro grupo de estudios se ha centrado en **manipular de forma más directa el contexto motivacional en que se producen los errores**. Por ejemplo, la amplitud del ERN es mayor cuando los errores resultan en castigos que implican pérdidas monetarias (Gehring y cols., 1993; Potts, 2011; Maruo, Schacht, Sommer y Masaki, 2016), o implican dejar de ganar mayores cantidades de dinero (Hajcak, Moser, Yeung y Simons, 2005; Maruo y cols., 2016), así como cuando los participantes son informados de que su ejecución está siendo evaluada y comparada con la de otros participantes (Hajcak y cols., 2005; Boksem, Meijman y Lorist, 2006). De forma similar, el ERN parece ser de mayor amplitud en condiciones donde los errores son castigados mediante la administración de un ruido aversivo (100 dB) que cuando no son castigados de esta forma (Riesel, Weinberg, Endrass, Kathmann y Hajcak, 2012). De forma colectiva, estos resultados sugieren que el sistema encargado de la generación del ERN es sensible a aspectos que determinan diferentes estilos de respuestas (p. ej., mostrando una mayor actividad en situaciones en las que responder de forma precisa es importante) y que afectan al significado motivacional de los errores.

Por otro lado, en las tareas de tiempo de reacción se han observado diversos **ajustes conductuales tras los errores**, como correcciones inmediatas de las respuestas erróneas, tiempos de reacción más lentos en los ensayos que siguen a los erróneos (Rabbitt, 1966a, 1966b) y reducciones en la probabilidad de cometer otro error en ensayos posteriores a los erróneos (Laming, 1979; Rabbitt, 1967).

Tras la comisión de un error, a menudo los participantes corrigen sus errores dando la respuesta que debería haber sido ejecutada de forma rápida, incluso si no han sido instruidos para ello (Rabbitt, 1966b, 1967; Fiehler, Ullsperger y von Crammon, 2005). Algunos estudios han demostrado que la amplitud del ERN está asociada a algunos fenómenos relacionados con la **corrección de los errores**. Así, se ha demostrado que los errores que son posteriormente corregidos presentan una mayor amplitud del ERN que los que no lo son (Gehring y cols., 1993; Rodríguez-Fornells, Kurz-

buch y Münte, 2002). La amplitud del ERN se ha asociado, además, a la velocidad de dichas respuestas correctivas, demostrando algunos estudios mayores amplitudes del ERN en los errores que se corrigen de forma rápida que en los que se corrigen de forma lenta (Gentsch, Ullsperger y Ullsperger, 2009; Navarro-Cebrian, Knight y Kayser, 2016; Rodríguez-Fornells y cols., 2002). En otros estudios, sin embargo, estos efectos no se encuentran asociados con la amplitud del componente, sino con su latencia, siendo más temprana en los errores que preceden a las correcciones rápidas vs. lentas y ante los errores corregidos vs. no corregidos (Fiehler y cols., 2005). Sin embargo, la cuestión de si dichas respuestas correctivas reflejan acciones compensatorias resultantes del procesamiento de errores es fuente de debate. Dado que la latencia de dichas correcciones respecto a la comisión de un error puede llegar a ser muy corta, se ha propuesto que las correcciones inmediatas de los errores pueden reflejar ‘respuestas correctas tardías’ que son ejecutadas tras las respuestas erróneas y que su ocurrencia no depende necesariamente de la detección de los errores (Rabbitt, 2002; Ullsperger y von Cramon, 2006). En este sentido, la detección de los errores —en el sentido de reconocimiento consciente de los mismos— sólo se puede estudiar de forma fiable haciendo que los sujetos ejecuten otras respuestas específicas para señalar la ocurrencia de los errores (Rabbitt, 2002).

La literatura hasta la fecha ha sido inconsistente respecto a las asociaciones entre el ERN y la **detección consciente de los errores** (véase, Wessel, 2012, para una revisión). En este sentido, existe mucho mayor acuerdo respecto a las asociaciones encontradas entre el componente Pe y la experiencia consciente sobre la comisión de errores (p. ej., Nieuwenhuis y cols., 2001), literatura que se revisará en el apartado destinado al significado funcional del Pe. Respecto al ERN, algunos estudios han encontrado que su amplitud covaría con la (in)seguridad percibida de los sujetos sobre la precisión de sus respuestas, siendo el ERN y el CRN —ligado a las respuestas correctas— menos distinguibles según los sujetos juzgan sus respuestas correctas como inseguras o erróneas (Pailing y Segalowitz, 2004a; Scheffers y Coles, 2000). De forma relacionada, otros trabajos parecen indicar que las inconsistencias encontradas respecto al ERN se relacionan con el grado de certeza subjetiva de los sujetos —y, por tanto, la capacidad de evaluarla en los distintos paradigmas (Wessel, 2012)— cuando emiten juicios sobre si sus respuestas constituyen errores o no. Por ejemplo, el ERN es de mayor amplitud en los errores percibidos que en los no percibidos cuando los juicios se realizan de forma rápida, pero no cuando se realizan de forma lenta (Wessel, Danielmeier y Ullsperger, 2011) o cuando los sujetos están dispuestos a apostar mayores cantidades de dinero sobre la exactitud de los juicios que emiten respecto a sus respuestas (Shalgi y Deouell, 2012). De esta forma, se ha propuesto que aunque la relación entre el reconocimiento consciente de los errores y la amplitud del ERN pueda no ser del todo directa, su influencia no puede ser descartada, constituyendo el ERN una señal de entrada a los sistemas responsables de la consciencia de los errores, cuyo resultado final depende de la acumulación de evidencia a través de diferentes fuentes de información sobre la comisión de errores (Wessel, 2012).

Por último, tras los errores se observan otros ajustes conductuales más estratégicos, dado que constituyen cambios en la ejecución de los ensayos posteriores a los erróneos. Los dos fenómenos más estudiados son el **aumento en el tiempo de reacción en los ensayos correctos tras los errores** (*Post-Error Slowing*; PES, en adelante; Rabbitt, 1966a, 1966b) y el **aumento en la exactitud de las respuestas tras los errores** (*Post-error Improvements in Accuracy*; PIA, en adelante; Laming, 1979; Rabbitt, 1967). Ambos fenómenos, el PES y el PIA, parecen constituir diferentes procesos con diferentes cursos temporales (Danielmeier y Ullsperger, 2011, para una revisión). Por ejemplo, el PES y el PIA no siempre aparecen correlacionados entre sí (p. ej., Carp y Compton, 2009), y distintas manipulaciones experimentales, como el tiempo entre la respuesta y el siguiente estímulo, afectan de forma diferencial a los mismos, demostrándose que a menor tiempo entre la respuesta y el siguiente estímulo, mayor es el efecto de PES y menor el de PIA, lo que indica que el efecto de mejorar la precisión tras los errores aparece de forma más clara cuando existe un mayor tiempo para evaluar el error y atender al siguiente estímulo (Dudschig y Jentzsch, 2009). Los factores y parámetros de las tareas que afectan al PES han sido bastante estudiados. Así, parece que el PES es mayor (a) cuanto menor es el intervalo entre las respuestas del sujeto y el comienzo del siguiente estímulo, (b) tras los errores que son percibidos de forma consciente que tras los que no, (c) cuando los errores son infrecuentes, y (d) cuando se pone énfasis en responder de forma precisa más que cuando se enfatiza responder de forma rápida (Danielmeier y Ullsperger, 2011, para una revisión).

Existen varias teorías sobre el significado funcional del PES. Por un lado, se ha propuesto que el enlentecimiento en las respuestas correctas tras los ensayos erróneos refleja la implementación de mecanismos de control cognitivo tras los errores, que promueve un estilo de respuesta más cauto y controlado para mejorar la ejecución en los siguientes ensayos (Botvinick y cols., 2001). Por otro lado, se sugiere que el PES simplemente constituye una respuesta de orientación ante un evento inesperado —como son los errores en tareas de tiempo de reacción—, que es independiente de la implementación de procesos de control cognitivo tras los errores (Notebaert y cols., 2009).

La literatura acerca de la relación entre el ERN y el PES ha aportado resultados contradictorios hasta la fecha (Danielmeier y Ullsperger, 2011, para una revisión). Una distinción que parece fundamental a la hora de evaluar la solidez de dicha relación es la forma en que se ha examinado. Así, los estudios que evalúan las variaciones en el ERN ensayo a ensayo y el tiempo de reacción de las respuestas correctas tras los errores de forma intraindividual han demostrado de forma consistente que mayores amplitudes del ERN predicen tiempos de reacción más largos en los ensayos tras los errores (Debener y cols., 2005; Fischer Danielmeier, Villringer, Klein y Ullsperger., 2016; Gehring y cols., 1993). En cambio, cuando dichas relaciones se examinan entre sujetos, la amplitud del ERN no parece asociarse de forma tan clara con el PES (p. ej., Fischer y cols., 2016), aunque un reciente meta-análisis sí encontró un efecto significativo del ERN en el PES medido de forma interindividual

(Cavanagh y Shackman, 2015). Parte de las inconsistencias entre dichos resultados pueden deberse a diferencias individuales en personalidad que afectan a la amplitud del ERN, pero no a los ajustes conductuales tras los errores (Weinberg, Riesel y Hajcak, 2012, para una revisión). Por otro lado, las relaciones entre el ERN y el PIA han sido muy poco estudiadas y los resultados también son inconsistentes, habiéndose encontrado mayores amplitudes del ERN asociadas a menores porcentajes de error en los ensayos siguientes (Carp y Compton, 2009; Themanson y cols., 2012) o relaciones no significativas (Schroder, Moran, Donnellan y Moser, 2014).

Hasta aquí se han descrito algunos fenómenos empíricos de interés a los que se ha asociado la amplitud del ERN y que son importantes para comprender el significado funcional del mismo. Sin embargo, en la actualidad no existe un consenso claro sobre el significado funcional exacto del ERN, y existen varias teorías explicativas del componente. A continuación se ofrece una breve descripción de los modelos teóricos más influyentes.

2.1.2.1. La teoría de la detección de errores (**‘Comparator/Mismatch Theory’**)

El ERN fue inicialmente interpretado como reflejo de la actividad de un sistema de detección de errores sobre la base de representaciones internas de las respuestas correctas e incorrectas (Falkenstein y cols., 1990, 1991; Gehring y cols., 1993). Concretamente, el sistema encargado de generar el ERN fue conceptualizado como un sistema de monitorización que compara —*comparator*— la representación de la respuesta correcta con la representación de la respuesta ejecutada. La representación de la respuesta ejecutada constituye una ‘copia de eferencia’ (*efference copy*) del comando motor activado que llega al sistema encargado de comparar dicha representación con la respuesta correcta o apropiada, cuya identificación deriva del continuado procesamiento del estímulo. De esta forma, la teoría propone que los errores son detectados cuando el sistema detecta una falta de coincidencia —*mismatch*, en adelante— entre ambas representaciones, generándose una señal de error. Dado que la latencia del ERN es muy corta y prácticamente invariable respecto a la ejecución de la respuesta, parece que el proceso de comparación se inicia con la llegada de la representación de la respuesta ejecutada (‘copia de eferencia’) que se compara con el estado actual de la información disponible sobre la respuesta apropiada. Así, se ha propuesto que el ERN representa la llegada de la señal de error —resultado del proceso de comparación— a un segundo sistema —*remedial action system*— encargado de iniciar acciones compensatorias tras los errores (véase Coles y cols., 2001, para un resumen de la teoría y representación esquemática del modelo teórico propuesto). La llegada de la señal de error a dicho sistema promueve la inhibición o la corrección rápida de las respuestas erróneas (p. ej., Gehring y cols., 1993), así como la ocurrencia de posteriores ajustes estratégicos compensatorios como el enlentecimiento de las respuestas tras los errores (PES) (p. ej., Gehring y cols., 1993).

El concepto de ‘mismatch’ al que apela este modelo teórico implica que la mayor amplitud del ERN debería observarse cuanta mayor diferencia exista entre las representaciones de la respuesta correcta y la ejecutada (p. ej., responder con el dedo incorrecto de la mano incorrecta vs. con el dedo incorrecto de la mano correcta; Bernstein, Scheffers y Coles, 1995). Además, dado que el ERN en esta teoría resulta del proceso de detección de errores, los resultados respecto a la covariación de su amplitud con la seguridad percibida de los participantes sobre la comisión de un error (mayor ERN a mayor seguridad) son también consistentes con este modelo (Pailing y Segalowitz, 2004a; Scheffers y Coles, 2000). Sin embargo, otros estudios han demostrado menores amplitudes del ERN cuando la modalidad efectora de las respuestas correctas e incorrectas es diferente que cuando es similar (p. ej., responder con el pie a un estímulo al que se debería responder con la mano; Gehring y Fencsik, 2001). También la inconsistencia en los resultados que relacionan la amplitud del ERN con la detección consciente de los errores (Wessel, 2012, para una revisión) plantea ciertas dudas respecto a si el ERN representa una señal de detección de errores —consciente— resultado de la comparación de representaciones de respuestas correctas e incorrectas o más bien un proceso automático de comparación de respuestas, necesario pero no suficiente para la detección consciente de los errores, que antecede a la experiencia subjetiva de la comisión de un error (Wessel, 2012).

Por último, un resultado particularmente desafiante para la teoría de la detección de errores es la presencia de actividad similar al ERN durante las respuestas correctas (CRN, descrito anteriormente). Para explicar este fenómeno se ha propuesto que la presencia del CRN puede representar actividad cerebral relacionada con el procesamiento de errores en situaciones en las que las representaciones internas de la respuesta correcta e incorrecta pueden verse afectadas, como (1) cuando las respuestas correctas son tardías y no cumplen con la regla de responder de forma rápida, (2) cuando existe una activación parcial de la respuesta errónea —aunque ésta no resulte en la ejecución completa de la misma— que puede provocar el deterioro de la representación interna de la respuesta ejecutada, y (3) cuando se dan problemas en la identificación de la respuesta correcta —que afectan a la representación interna de la misma—, por ejemplo manipulando lo identificables que resultan los estímulos objetivo (cf. Coles y cols., 2001). Sin embargo, cabe comentar que el CRN se ha documentado tanto tras respuestas correctas que no son tardías, como en ausencia de activación parcial de las respuestas erróneas. (Vidal y cols., 2000, 2003). Así, se ha sugerido que el ERN y el CRN pueden representar el proceso de comparación de respuestas —más que el resultado de la comparación que sólo debería generar el ERN en los ensayos erróneos— y que el ERN señala dicho proceso de comparación más una señal específica de error únicamente presente en los ensayos erróneos (Falkenstein y cols., 2000).

2.1.2.2. La teoría de la monitorización del conflicto ('Conflict monitoring theory')

La teoría de la monitorización del conflicto está basada en el rol adscrito a la ACC en la evaluación de la necesidad de implementar procesos de control cognitivo cuando se detectan conflictos durante el procesamiento de la información, como durante la coactivación de tendencias de respuesta incompatibles (véanse Botvinick y cols., 2001; Carter y van Veen, 2007; Larson, Clayson y Clawson, 2014, para revisiones). En concreto, se ha propuesto que la ACC cumple con la función evaluativa —detectar conflictos de respuesta—, a partir de la cual se pueden implementar procesos regulativos de control por parte de otras estructuras cerebrales, como áreas de la corteza prefrontal dorsolateral (Botvinick y cols., 2001; Carter y cols., 1998; Carter y van Veen, 2007; Kerns y cols., 2004; van Veen y Carter, 2002b). En el marco de esta teoría, Yeung, Botvinick y Cohen (2004) han propuesto que el ERN constituye un marcador del conflicto de respuesta que ocurre durante la comisión de errores.

La teoría de la monitorización del conflicto propone que el ERN se genera durante los errores a partir del procesamiento del estímulo objetivo, que en este caso provoca la activación de la respuesta correcta que entra en conflicto con la respuesta incorrecta ejecutada. Para la teoría de monitorización del conflicto, el ERN representa el grado de conflicto —definido como la activación conjunta de tendencias de respuesta incompatibles— existente entre ambas opciones de respuesta, la cual puede constituir la base para la detección de los errores si supera cierto umbral, pero que no representa la detección de un error *per se* (Yeung y cols., 2004).

Otro aspecto importante de esta teoría es que proporciona una explicación del conflicto de respuesta que ocurre en los ensayos donde se responde de forma correcta. Así, se ha propuesto que el mayor conflicto de respuesta en los ensayos correctos ocurre antes de la ejecución de las respuestas '*preresponse conflict*'. En situaciones de interferencia inducida por estímulos distractores o cuando debido a la (baja) frecuencia relativa de aparición de un estímulo se prima la activación de respuestas incorrectas que finalmente son reprimidas mediante la ejecución de la respuesta correcta, el mayor conflicto de respuesta se da durante la selección de respuestas y se manifiesta en la actividad del componente N200. Así, este modelo teórico propone una explicación unificada en términos de la actividad de la ACC en la detección del conflicto de respuesta *previo* a la ejecución de las mismas cuando se responde de forma correcta —que se manifiesta en la actividad del componente N200— y *posterior* (*postresponse conflict*) a la ejecución de una respuesta durante los errores —que se manifiesta en el componente ERN (Yeung y cols., 2004). Dicha noción ha sido respaldada por datos empíricos que demuestran una gran similitud entre ambos componentes en términos de distribución topográfica y localización de fuentes generadoras en la ACC (Nieuwenhuis, Yeung, van den Wildenberg y Ridderinkhof, 2003; van Veen y Carter, 2002a; Yeung y cols., 2004). En el apartado destinado al significado funcional del N200 se describirá más en detalle esta propuesta.

La conceptualización del ERN propuesta en este modelo puede explicar algunos fenómenos empíricos asociados a la amplitud del componente mediante manipulaciones que afectan a los niveles de atención a los estímulos objetivo y al grado de activación y solapamiento de las respuestas que entran en conflicto. Por ejemplo, la mayor amplitud del ERN en condiciones que enfatizan la precisión vs. velocidad (p. ej., Gehring y cols., 1993) se explicaría si dicha instrucción provoca que los participantes adopten un criterio de respuesta más restrictivo y centren más la atención en el estímulo objetivo, lo que provocaría una mayor activación de la respuesta correcta tras los errores y generaría un ERN de mayor amplitud. Por otro lado, la mayor amplitud del ERN previo a las correcciones de los errores que ocurren de forma rápida vs. lenta (Gentsch y cols., 2009; Navarro-Cebrián y cols., 2016; Rodríguez-Fornells y cols., 2002) sería debida a que el nivel de activación de las respuestas correctivas es mayor cuando éstas ocurren de forma rápida, y por tanto existe un mayor conflicto con la respuesta errónea ejecutada. Otros estudios han manipulado la distancia de los flancos respecto al estímulo objetivo, demostrando mayores amplitudes del ERN en los errores donde los flancos se encuentran a una mayor distancia —y por tanto el procesamiento del estímulo objetivo es mayor— lo que permite una mayor activación de la respuesta correcta que entra en conflicto con la errónea ejecutada (Danielmeier, Wessel, Steinhauser y Ullsperger, 2009).

Finalmente, de acuerdo con la formulación original de este modelo, durante los ensayos correctos el conflicto de respuesta ocurre previo a la ejecución de la respuesta —actividad que se manifiesta en el componente N200—, por lo que esta teoría no puede acomodar el componente CRN como un índice de conflicto de respuesta durante los ensayos correctos (Yeung y cols., 2004).

2.1.2.3. La teoría del aprendizaje por reforzamiento ('Reinforcement Learning Theory')

La teoría del aprendizaje por reforzamiento (*Reinforcement Learning Theory*; RL-ERN, en adelante; Holroyd y Coles, 2002) propone que el ERN depende de las propiedades del aprendizaje por reforzamiento del sistema dopaminérgico mesencefálico y de la ACC. Durante el aprendizaje por reforzamiento, los ganglios basales modulan la actividad del sistema dopaminérgico mesencefálico, provocando aumentos o disminuciones fásicos de su actividad, según los resultados de las acciones sean mejores (error de predicción positivo) o peores (error de predicción negativo) de lo esperado, respectivamente. La modulación de las respuestas de las neuronas dopaminérgicas puede servir como señales de error que ajustan la fuerza asociativa entre estímulos y respuestas en áreas cerebrales que reciben *inputs* del sistema dopaminérgico mesencefálico (Schultz, 2002). Este modelo asume que los ganglios basales actúan controlando la información sobre los eventos externos y las acciones internas generadas, y evaluando los eventos en curso de acuerdo a la historia previa de reforzamiento. De esta forma, cuando los ganglios basales evalúan que el resultado de una acción —o de la ejecución de un plan motor— es desfavorable (o peor de lo esperado), como ocurre durante

la comisión de un error, se generan decrementos fásicos en la actividad del sistema dopaminérgico mesencefálico que provocan la desinhibición de la actividad de las neuronas de la ACC, y de ahí el ERN. De esta forma, esta teoría propone que el ERN refleja la transmisión de una señal de error del sistema mesencefálico dopaminérgico a la ACC y que esta señal sirve para que las áreas motoras de la ACC optimicen la ejecución de la tarea en curso (Holroyd y Coles, 2002). Así, este modelo propone que la ACC actúa como un ‘filtro de control motor’ (*motor control filter*; Holroyd y Coles, 2002) que evalúa la mejor opción para mejorar la ejecución de la tarea en curso, modificando la accesibilidad de diversas estructuras (corteza prefrontal dorsolateral, corteza orbitofrontal, amígdala, etc.) al control del sistema motor para mejorar el rendimiento.

Una reciente extensión de este modelo, la teoría de la predicción del resultado de la respuesta (*Prediction of Response Outcome theory*; PRO; Alexander y Brown, 2012), sugiere que la pMFC predice los resultados de una acción basándose en la experiencia previa y compara dichas predicciones con los resultados que ocurren. La diferencia fundamental entre ambos modelos para explicar el ERN es que mientras la teoría RL-ERN propone que la señal de predicción de error que genera el ERN tiene en cuenta la valencia del resultado de las acciones —el ERN se genera cuando los resultados de las acciones son *peor* de lo esperado— (Holroyd y Coles, 2002), el modelo PRO no realiza dicha distinción, sino que propone que el ERN se genera debido a que los errores son el resultado de las acciones menos esperado o probable, sin tener en cuenta si el resultado es peor o mejor de lo esperado (Alexander & Brown, 2012). Así, la ocurrencia del ERN en una tarea de tiempo de reacción en la que se conoce la correspondencia entre estímulos y respuestas se explicaría en términos de que los errores violan la expectativa establecida de responder de forma correcta. Este modelo se ha aplicado para explicar otros componentes (como el FRN, N200 o ERN), considerando que reflejan desviaciones en la expectativa establecida sobre los resultados más probables de nuestras acciones respecto a los obtenidos en diversas situaciones y que estas señales se utilizan para señalar a otras estructuras cerebrales la necesidad de motivar cambios en las estrategias de respuesta (Alexander & Brown, 2012; véase Ullsperger, Fischer, Nigbur y Endrass, 2014, para una comparación de ambas teorías y la interpretación desde las mismas de varios componentes de los potenciales evocados).

2.1.2.4 Teorías centradas en el significado motivacional/afectivo de los errores

Hasta el momento se han revisado los modelos más influyentes sobre el significado funcional del ERN. Dichos modelos explicativos difieren fundamentalmente en los mecanismos a partir de los cuales la ACC —y, consecuentemente, el ERN— parece implicada en la detección de errores o situaciones de alto conflicto de respuesta, coincidiendo en que su activación señala la necesidad de establecer procesos de control que permitan adaptar la conducta de forma óptima (Larson y cols., 2014; Ridderinkhof y cols., 2004; Shackman y cols., 2011). Así, existe cierto consenso en cuanto a

que el ERN representa una señal que influye en la selección de estrategias de compensación de la conducta tras la comisión de un error, ya sea ésta conceptualizada como una señal resultado de (a) la detección de una falta de coincidencia entre las representaciones internas de la respuesta ejecutada y la apropiada (Coles y cols., 2001); (b) el conflicto generado por la co-activación de tendencias de respuesta incompatibles tras los errores (Yeung y cols., 2004); (c) la llegada de una señal de aprendizaje por refuerzo del sistema dopaminérgico mesencefálico a la ACC cuando los resultados de las acciones son peor de lo esperado (Holroyd y Coles, 2002) o (d) la desviación del resultado de una acción respecto al esperado en contextos donde la comisión de errores constituyen situaciones infrecuentes (Alexander & Brown, 2012).

Los modelos anteriormente descritos se centran en aspectos más bien cognitivos del procesamiento de errores, pero otras líneas de evidencia sugieren que la amplitud del ERN varía de forma consistente con el contexto motivacional en el que cometen errores, siendo de mayor amplitud cuando lo hacen en contextos más aversivos o amenazantes (Boksem y cols., 2006; Gehring y cols., 1993; Hajcak y cols., 2005; Maruo y cols., 2016; Potts, 2011; Riesel y cols., 2012). Además, mayores amplitudes del ERN se asocian con una mayor potenciación del reflejo de sobresalto tras los errores (Hajcak y Foti, 2008), una respuesta cuya amplitud varía de forma directa con la cualidad aversiva de la estimulación (Lang, 1995). Por otro lado, algunos estudios han mostrado que el contexto motivacional en que se producen los errores parece afectar de forma diferencial a la amplitud del ERN en función de ciertos rasgos de personalidad: por ejemplo, las bajas puntuaciones en el rasgo de socialización (Dickman y Allen, 2000) y las elevadas puntuaciones en impulsividad (Potts, George, Martin y Barratt, 2006) se asocian a menores amplitudes del ERN únicamente en condiciones en las que los errores son castigados mediante pérdidas monetarias.

De acuerdo a esta evidencia, se han encontrado patrones de asociaciones diferenciales entre la amplitud del ERN y distintos cuadros psicopatológicos y variables de personalidad indicativos, en general, de mayores amplitudes del ERN asociadas a algunos cuadros internalizantes y menores amplitudes asociadas a algunos cuadros externalizantes (véanse, para revisiones, Olvet y Hajcak, 2008; van Noordt y Segalowitz, 2012; Weinberg, Dieterich y Riesel, 2016). En muchos de estos estudios, las diferencias en la amplitud del ERN entre grupos no se acompañan de diferencias en adaptaciones conductuales tras los errores. Estas propuestas, por tanto, señalan que una significativa proporción de la varianza en la amplitud del ERN puede estar determinada por otras variables disposicionales (Weinberg y cols., 2012). En concreto, desde esta perspectiva se ha propuesto que la amplitud del ERN también refleja, en parte, la evaluación inicial del significado motivacional de un error para un individuo, en un proceso dinámico que moviliza sistemas afectivos y cognitivos, y señala la necesidad de responder de forma adaptativa (Weinberg y cols., 2012).

En esta misma línea, Weinberg, Meyer y cols. (2016) han propuesto que la *amplitud* del ERN constituye una señal temprana de *evaluación* de los errores que puede estar influida por variables contextuales o diferencias individuales que modulan la evaluación/valoración de los errores como situaciones amenazantes, y que el grado en que dicha evaluación resulte en ajustes conductuales de diversos tipos depende de procesos intermedios —activaciones en la corteza prefrontal dorsolateral, la amígdala y áreas sensoriales y motoras relacionadas con la tarea—, por lo que mayores amplitudes del ERN no tienen por qué asociarse estrictamente a la implementación de un mejor control (Weinberg, Meyer y cols., 2016).

2.1.4. EL COMPONENTE ERROR POSITIVITY (Pe)

Como se ha comentado anteriormente, tras el ERN se observa una onda de polaridad positiva que alcanza su máxima amplitud entre los 200-400 ms tras la comisión de un error en áreas centroparietales, denominada *Error Positivity* (Pe; Falkenstein y cols., 1990, 2000). Dicho componente despertó inicialmente mucho menos interés que el ERN y, al contrario que éste, existen muchas menos teorías y modelos explicativos sobre su significado funcional. Así, gran parte de la comprensión que existe en la actualidad de dicho componente y del desarrollo de teorías sobre su significado funcional se ha establecido mediante las disociaciones observadas respecto al ERN (Falkenstein, 2004). En una influyente revisión, Overbeek y cols. (2005) recogen, sobre la base de dichas disociaciones, diversas hipótesis explicativas sobre el significado del Pe propuestas por Falkenstein (2004). Sin ser necesariamente excluyentes entre sí, las tres hipótesis dominantes sobre el significado funcional del Pe proponen que dicho componente refleja (a) la evaluación emocional de los errores o sus consecuencias, (b) el reconocimiento consciente de la comisión de un error, y/o (c) la adaptación de las estrategias de respuesta tras la percepción de la comisión de un error (Falkenstein, 2004; Overbeek y cols., 2005). Aunque posteriormente se revisará la evidencia empírica que respalda dichas hipótesis, actualmente existen cierto debate acerca de si el Pe —que puede ser observado en todos los sensores de la línea media— refleja un proceso unitario o puede ser subdividido en dos componentes: uno más temprano y ligado al ERN (*early-Pe*) con una distribución frontocentral máxima, y otro posterior y más sostenido en el tiempo (*late-Pe*) con una distribución centroparietal máxima (Arbel y Donchin, 2009; van Veen y Carter, 2002a).

Una de las primeras líneas de evidencia que sugieren que el ERN y el Pe constituyen dos componentes disociables del procesamiento de errores proviene de estudios de localización de fuentes de la actividad electrocortical. Así, mientras que los generadores neurales del ERN parecen situarse en la parte dorsal de la ACC o en áreas adyacentes de la corteza motora suplementaria, el Pe ha sido localizado en zonas más rostrales de la ACC y en la corteza parietal (Herrman y cols., 2004; O'Connell y cols., 2007; van Veen y Carter, 2002a). Es relevante para la subdivisión del componente Pe

en la parte ‘temprana’ y ‘tardía’ el hecho de que algunos estudios de localización de fuentes hayan mostrado que la parte temprana del Pe que sigue al ERN en áreas frontocentrales parece explicada por los mismos generadores situados en la parte dorsal de la ACC, mientras que los generadores neurales propuestos para el componente Pe ‘tardío’ en sensores centroparietales parecen situarse en las áreas rostrales de la ACC y de la corteza parietal comentadas anteriormente (O’Connell y cols., 2007; van Veen y Carter, 2002a). Sin embargo, esta división del componente Pe no ha predominado en la literatura hasta la fecha, y sólo recientemente se han empezado a aplicar otras técnicas de análisis, como el análisis de componentes principales temporo-espacial, para subdividir el componente Pe (Arbel y Donchin, 2009; Endrass, Klawohn, Preuss y Kathmann, 2012). Mediante la aplicación de estas técnicas se han identificado dos componentes que son consistentes con la distinción entre el Pe ‘temprano’ y ‘tardío’: (1) un componente con una distribución centroparietal y latencia tardía, máximo a partir de los 300 ms tras la comisión de un error, que parece consistentemente asociado a la consciencia de los errores (Endrass y cols., 2012) y también a manipulaciones que afectan a la importancia de responder de forma precisa (Arbel y Donchin, 2009); y (2) otro componente que comparte la distribución topográfica máxima del ERN en áreas frontocentrales y latencia más temprana que no es sensible a dichas manipulaciones.

Dado que la tendencia a distinguir entre el Pe ‘temprano’ y ‘tardío’ es creciente pero no ha sido siempre estudiada, y que el Pe ha sido examinado en distintas áreas de sensores y ventanas temporales (cf. Overbeek y cols., 2005), en la revisión de la literatura que se presenta a continuación sólo se distinguirán los resultados asociados a la división temprana o tardía del componente en aquellos estudios que la hayan examinado de forma explícita y diferencial respecto a variables criterio relevantes (p. ej., Arbel y Donchin, 2009; Endrass y cols., 2012).

2.1.5. SIGNIFICADO FUNCIONAL DEL Pe

Quizás el resultado más ampliamente replicado en la literatura es que el **Pe** varía de forma consistente, en contra del patrón encontrado para el ERN, con la **consciencia sobre la comisión de un error** (Wessel, 2012, para una revisión). Así, el componente Pe es de mayor amplitud tras los errores que se identifican y señalan como errores que tras los que no, en varios paradigmas experimentales (por ejemplo, Endrass, Reuter y Kathman, 2007; Endrass y cols., 2012; Hewig, Coles, Trippe, Hecht y Miltner, 2011; Hughes y Yeung, 2011; Nieuwenhuis y cols., 2001; O’Connell y cols., 2007; Shalgi, Barkan y Deouell, 2009; Wessel y cols., 2011). El efecto de la consciencia sobre la comisión de un error en el componente Pe no parece representar de forma estricta un fenómeno de ‘todo o nada’. Así, algunos estudios que han utilizado escalas de varios puntos —que también permiten indicar la inseguridad sobre las respuestas correctas o erróneas— han demostrado que el Pe —y, en ocasiones también el ERN— covaría con el grado de seguridad percibida sobre la comisión de un

error (Boldt y Yeung, 2015; Hewig y cols., 2011; Steinhauser y Yeung, 2010; Wessel y cols., 2011). Así, el Pe es de mayor amplitud tras los errores que son identificados que tras los que no, pero está presente también en condiciones de inseguridad sobre las respuestas, mostrando un patrón gradual de amplitud en función de la seguridad percibida sobre la comisión de un error, de forma que es de mayor amplitud cuanto más seguros están los participantes de haber cometido un error.

El componente Pe también ha sido comparado con el componente P300 (Arbel y Donchin, 2009; Overbeek y cols., 2005; Ridderinkhof, Ramautar y Wijnen, 2009). Dicho componente parece reflejar procesos atencionales y de actualización de representaciones en la memoria de trabajo de estímulos motivacionalmente relevantes, como los estímulos objetivo en tareas de tiempo de reacción (Donchin y Coles., 1988; Nieuwenhuis, Aston-Jones y Cohen, 2005; Polich, 2007; este componente se describirá en mayor detalle en el apartado 2.4.2). De forma consistente con esta propuesta, el componente Pe tras la comisión de un error presenta una actividad temporal y espacial máxima muy similar al componente P300 tras la presentación de un estímulo (Leuthold y Sommer, 1999), y la amplitud de ambos componentes correlaciona de forma alta entre sujetos (Davies, Segalowitz, Dywan y Pailing, 2001). En esta línea, se han observado correlaciones moderadas y altas entre la amplitud del componente Pe en tareas Go/NoGo y de flancos con variantes del componente P300 en tareas *oddball*, Go/NoGo y de flancos (r s de .33 a .70; Burwell, Malone y Iacono, 2016). De forma interesante, las manipulaciones experimentales que afectan a la amplitud del P300 (como la variación en los intervalos entre estímulos objetivo en tareas *oddball*) correlaciona de forma positiva entre sujetos con la amplitud del componente Pe medido en otra tarea (Ridderinkhof y cols., 2009). Colectivamente, estos resultados apoyan la noción de que **el Pe** constituye un componente similar al P300, pudiendo reflejar **aspectos relacionados con asignación de recursos atencionales y de actualización de representaciones en la memoria de eventos motivacionalmente significativos, como la detección de un error** (Ridderinkhof y cols., 2009).

De forma coherente con la idea de que los errores constituyen eventos motivacionalmente relevantes, algunos estudios han encontrado que tras los errores se producen respuestas fisiológicas que reflejan una actividad del sistema nervioso autónomo consistente con la respuesta de orientación hacia estímulos motivacionalmente relevantes (Sokolov, 1963) —como el aumento en las respuestas de conductancia de la piel (Hajcak y cols., 2003; Hajcak, McDonald y Simons, 2004; O’Connell y cols., 2007), la deceleración de la tasa cardíaca (Hajcak y cols., 2003; Wessel y cols., 2011), la dilatación de las pupilas (Wessel y cols., 2011) o la activación del músculo corrugador (Elkins-Brown, Saunders y Inzlicht, 2016). Algunas de estas respuestas parecen encontrarse únicamente asociadas a errores que son percibidos de forma consciente (O’Connell y cols., 2007; Wessel y cols., 2011), y algunos estudios han encontrado que la amplitud del Pe covaría con la de dichas señales fisiológicas (Elkins-Brown y cols., 2016; Hajcak y cols., 2003; O’Connell y cols., 2007; Wessel y cols., 2011).

Estos resultados son consistentes con la propuesta de que la experiencia subjetiva sobre la comisión de un error surge cuando distintas señales relacionadas con los errores se acumulan hasta que supera cierto umbral. Así, la hipótesis de la **evidencia acumulada sobre la percepción consciente de los errores** (Ullsperger, Harsay, Wessel y Ridderinkhof, 2010) sugiere que varios factores en diferentes estadios del procesamiento de la información sobre un error influyen en si éste será posteriormente reconocido conscientemente como tal o no. Así, el ERN parece constituir una señal temprana de entrada a los sistemas responsables de la detección consciente de un error (cf. Wessel, 2012). Posteriormente o en paralelo a la información proporcionada por el ERN, otras fuentes de evidencia, como el *feedback* visual, auditivo o propioceptivo, así como la consciencia interoceptiva —la experiencia consciente de las señales corporales del sistema nervioso autónomo— pueden acumularse hasta que un error se percibe de forma consciente si dicha evidencia supera cierto umbral, evidencia que parece estar representada en la actividad del componente Pe (Ullsperger y cols., 2010; Wessel, 2012).

Dadas las conexiones establecidas entre el componente Pe y la detección consciente de los errores o la evaluación del significado motivacional de los mismos, se ha sugerido que la amplitud de dicho componente debería relacionarse con posteriores **ajustes conductuales**. En este sentido, algunos estudios han encontrado asociaciones entre el Pe y el PES (Hajcak y cols., 2003; Schroder y cols., 2014). Por otro lado, algunos estudios sobre el reconocimiento consciente de los errores han observado que el PES sólo se observa tras los errores que son percibidos de forma consciente (Endrass y cols., 2007; Hewig y cols., 2011; Nieuwenhuis y cols., 2001; Wessel y cols., 2011). En esta línea, otros estudios han encontrado que el PES ocurre tras los errores que son percibidos de forma consciente o tras las respuestas correctas que no son percibidas como tal, lo que sugiere que dicho fenómeno depende de la experiencia subjetiva sobre la inexactitud de las respuestas (Endrass y cols., 2012). Sin embargo, las posibles asociaciones con el Pe no han sido claramente establecidas incluso dentro de los paradigmas donde se ha encontrado efecto de PES sólo tras los errores que son percibidos conscientemente, dado que dicho efecto se ha asociado tanto al Pe (p. ej., Nieuwenhuis y cols., 2001) como al ERN (Hewig y cols., 2011). Así, las relaciones entre el Pe y el PES no están claramente establecidas, aunque existe evidencia de que determinados ajustes conductuales —como el PES— aparecen con mayor prominencia cuando los errores son percibidos de forma consciente (Danielmeier y cols., 2011, para una discusión). Como se ha visto anteriormente, distintas variaciones en los paradigmas experimentales (p. ej., intervalo entre la respuesta y la aparición del siguiente estímulo) pueden afectar a la medida de los ajustes conductuales tras los errores, lo que es especialmente relevante en paradigmas de reconocimiento consciente de los errores —donde entre ensayos se debe emitir un juicio acerca de la comisión o no de un error— por lo que, como ocurre respecto al ERN, las relaciones entre el Pe y los ajustes conductuales tras los errores pueden variar ampliamente en función de los parámetros empleados en las distintas tareas (Danielmeier y Ullsperger, 2011).

2.2. PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LOS COMPONENTES ERN Y Pe

Dado el gran interés en el estudio de las variaciones en la amplitud de los componentes ERN y Pe asociadas a distintos cuadros psicopatológicos (Olvet y Hajcak, 2008; Weinberg, Dietrich y cols., 2016, para revisiones), existe una tendencia creciente a examinar las propiedades psicométricas de ambos componentes. Así, recientemente se han publicado estudios destinados a examinar la **consistencia interna** y la **estabilidad temporal** del ERN y el Pe. Una cuestión relacionada con la fiabilidad es la **estabilidad** de la amplitud de los componentes ERN y Pe en función del número de ensayos incluidos en los promedios. Normalmente, la estabilidad se estima comparando las diferencias en la amplitud entre promedios de 2, 4, 6, 8 ... n ensayos con los grandes promedios, lo que proporciona una medida de a partir de cuantos ensayos de error se puede obtener un ERN o un Pe de amplitud similar al que se obtiene en los promedios que incluyen todos los ensayos. Así, fundamentalmente en tareas de flancos, se ha demostrado que entre cinco y catorce ensayos de error son necesarios para una adecuada estabilidad de los componentes ERN y Pe (Baldwin, Larson y Clayson, 2015; Larson, Baldwin, Good y Fair, 2010; Meyer, Riesel y Hajcak, 2013; Olvet y Hajcak, 2009a; Pontifex y cols., 2010; Rietdijk, Franken y Thurik, 2014). Sin embargo, algunos estudios han encontrado diferencias entre tareas en el número de ensayos necesarios para obtener un ERN estable (12 ensayos en tareas Go/NoGo; 18 en tareas Stroop; 6 en tareas de flancos; cf. Meyer y cols., 2013).

Respecto a la **fiabilidad**, se han obtenido niveles adecuados de consistencia interna (α de Cronbach = .70), tanto para el ERN como para el Pe, a partir de seis a catorce ensayos (Baldwin y cols., 2015; Meyer y cols., 2013; Olvet y Hajcak, 2009a; Pontifex y cols., 2010; Rietdijk y cols., 2014) en tareas de flancos y Go/NoGo (Meyer y cols., 2013), y a partir de veinte ensayos en tareas Stroop (Meyer y cols., 2013). Otros estudios, empleando el método de las dos mitades para calcular la fiabilidad —correlaciones entre los promedios de los ensayos pares e impares (cf. Olvet y Hajcak, 2009b)— han encontrado igualmente buenas propiedades psicométricas de los componentes ERN y Pe en distintas tareas (r_s de .58 a .91; Cassidy, Robertson y O'Connell, 2012; Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel, Weinberg, Endrass, Meyer y Hajcak, 2013). Por otro lado, la **estabilidad temporal** de ambos componentes es adecuada, como indican los coeficientes de fiabilidad test-retest encontrados en distintos periodos que varían desde dos a seis semanas (rangos de .40 a .82; véanse Cassidy y cols., 2012; Larson y cols., 2010; Olvet y Hajcak, 2009b; Segalowitz y cols., 2010) hasta dos años y medio (rangos de .56 a .67; véase Weinberg y Hajcak, 2011).

De forma colectiva, estos resultados sugieren que tanto el ERN como el Pe presentan una adecuada consistencia interna y estabilidad temporal. Sin embargo, algunos estudios han encontrado diferencias en las propiedades psicométricas de ambos componentes entre tareas (Meyer y cols., 2013; Riesel y cols., 2013). Este hecho plantea la cuestión de si el ERN y el Pe constituyen fenómenos unitarios y genéricos relacionados con el procesamiento de errores o si más bien su amplitud y

variabilidad pueden estar determinadas por procesos únicos y específicos relacionados con el tipo de error y las demandas cognitivas de los distintos paradigmas comúnmente utilizados para medirlos.

Esta cuestión tiene claras implicaciones para la propia conceptualización del ERN y el Pe, y en especial para los estudios destinados a examinar las asociaciones existentes entre ambos componentes con distintos cuadros psicopatológicos y medidas de diferencias individuales (Weinberg, Dietrich y cols., 2016). En este sentido, un reciente estudio ha examinado la fiabilidad y validez convergente y discriminante del ERN y el Pe entre tareas de flancos, Go/NoGo y Stroop (Riesel y cols., 2013). Así, Riesel y cols. (2013) encontraron niveles moderados-altos de fiabilidad (mediante el método de las dos mitades) tanto para el ERN — r s de .81 en la tarea de flancos, .69 en la tarea Stroop, .60 en la tarea Go/NoGo— como para el Pe — r s de .87 en la tarea de flancos, .58 en la tarea Stroop, .73 en la tarea Go/NoGo—, así como un patrón consistente de validez convergente y discriminante entre el ERN y el Pe —rango de correlaciones de .33 a .43 para los distintos ERN medidos en FCz y de .37 a .49 para el componente Pe medido en Pz—, en el que cada componente correlacionó de forma más elevada con su homólogo entre tareas que entre ambos (el ERN con el Pe) medido en la misma o en otras tareas (Riesel y cols., 2013). En esta misma línea, otros estudios han encontrado correlaciones moderadas o altas para el ERN (rangos de .47 a .55; véanse Burwell y cols., 2016; Segalowitz y cols., 2010) y para el Pe (.58 en Burwell y cols., 2016) entre tareas Go/NoGo y de flancos.

A pesar de que estos datos sobre la convergencia entre componentes son prometedores, el hecho que el rango de correlaciones entre los ERN y los Pe a través de distintas tareas sea menor que las correlaciones en la misma tarea obtenidos para cada componente a través del cómputo de la fiabilidad mediante el método de las dos mitades (p. ej., Riesel y cols., 2013), corrobora la idea de que una importante proporción de la varianza en los componentes ERN y Pe está ligada al paradigma experimental empleado para medirlos. Estos resultados sugieren que puede haber diferencias importantes en la varianza del ERN y del Pe medidos en diferentes tareas, lo que puede influir en la posibilidad de detectar —y generalizar— asociaciones entre ambos componentes con variables de diferencias individuales que empleen tareas distintas para medirlos. La elección de dos tareas para medir los componentes ERN y Pe en esta investigación, por tanto, permitirá poner a prueba la posible existencia de disociaciones dependientes del paradigma experimental en las asociaciones entre los rasgos psicopáticos y los componentes ERN y Pe.

2.3. DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y LOS COMPONENTES ERN y PE: PSICOPATÍA Y RASGOS ASOCIADOS

La literatura sobre las relaciones entre los componentes ERN y Pe y la psicopatía ha aportado resultados contradictorios hasta la fecha (Schulreich, 2016, para una revisión). Contribuyendo

a este patrón inconsistente, los estudios publicados han empleado diferentes conceptualizaciones de la psicopatía (enfoque multidimensional vs. perspectiva unitaria), en muestras de distinta naturaleza (penitenciarias vs. de la población general), así como diversos paradigmas experimentales. A continuación se ofrece una revisión de dichos estudios, que se organizará de acuerdo a las distintas conceptualizaciones de la psicopatía empleadas, atendiendo también a la distinción entre distintos tipos de muestras y tareas empleadas.

Tres estudios han examinado la amplitud del ERN y el Pe en muestras de delincuentes encarcelados, evaluados en psicopatía mediante el PCL-R (Hare, 2003) desde una perspectiva unitaria. El primer estudio publicado examinó la amplitud de los componentes ERN y Pe en una muestra de delincuentes violentos residentes en un hospital psiquiátrico ($n = 15$) comparándola con una muestra de controles compuesta por el personal del centro (Munro y cols., 2007a). Los participantes realizaron dos versiones de una tarea de flancos, una de letras (SSHSS, SSSSS) y otra de caras en la que debían identificar la expresión emocional de una cara —que expresaba miedo o ira— que aparecía entre dos imágenes que podían ser congruentes o incongruentes con la del centro. El grupo de delincuentes violentos cometió más errores y mostró menores amplitudes del ERN en la tarea de flancos de caras, pero no en la de letras, respecto a los controles. Se observó también una tendencia estadística indicativa de una reducción del Pe en el grupo de delincuentes respecto a los controles en ambas versiones de la tarea. Los análisis en el grupo de delincuentes revelaron asimismo que las puntuaciones totales en el PCL-R correlacionaban de forma positiva con la amplitud del ERN —a mayor puntuación en el PCL-R, menor negatividad del ERN— únicamente en la tarea de flancos de caras, lo que sugiere que los déficits en la detección temprana de los errores de los psicópatas se observan únicamente cuando éstos implican discriminar entre información basada en aspectos afectivos (Munro y cols., 2007a).

Utilizando una aproximación similar, Brazil y cols. (2009) compararon la ejecución en una tarea de flancos de letras durante dos condiciones, señalar y no señalar los errores, entre delincuentes violentos clasificados como psicópatas a partir del PCL-R ($n = 16$) y controles ($n = 18$ miembros del personal de un hospital psiquiátrico). De forma consistente con los resultados reportados por Munro y cols. (2007a) para la tarea de flancos de letras, la amplitud del ERN fue comparable entre psicópatas y controles, aunque los psicópatas mostraron una reducida amplitud del Pe comparados con los controles —de forma similar a la tendencia encontrada en el estudio de Munro y cols. (2007a)— en la condición de no señalar los errores. Este resultado fue interpretado en términos de una reducida consciencia sobre la comisión de errores y/o la evaluación afectiva sobre la comisión de un error, interpretación que fue respaldada por los datos conductuales de la condición de señalar los errores, donde los psicópatas señalaron significativamente un menor número de errores que los controles (Brazil y cols., 2009).

Por último, utilizando un grupo similar de psicópatas ($n = 13$) y controles ($n = 18$) del mismo centro, von Borries y cols. (2010) examinaron la amplitud del ERN y el *Feedback-Related Negativity* (FRN; Miltner, Braun y Coles, 1997) —que responde al *feedback* sobre los resultados de las acciones— en una tarea de aprendizaje probabilístico en la que los sujetos debían aprender la correspondencia entre 6 estímulos imperativos diferentes (imágenes de animales) y dos posibles respuestas (izquierda o derecha) en diferentes condiciones donde se variaba el grado en que una determinada respuesta a un determinado estímulo predecía una recompensa (ganar dinero) o un castigo (perder dinero) —50% (no existe una regla de aprendizaje), 80% (un estímulo asociado a una determinada respuesta resulta en recompensa el 80% de las veces) y 100 % (siempre se gana dinero cuando se da una respuesta determinada a un estímulo). Los psicópatas demostraron una peor ejecución en la condición del 100% de correspondencia, particularmente en la primera mitad del bloque. De forma consistente con los datos conductuales, los psicópatas demostraron únicamente menores amplitudes del ERN en la condición del 100%. Este resultado fue interpretado en términos de un déficit en la propagación del aprendizaje de las reglas (en la condición del 100%), donde la información del *feedback* —similar en ambos grupos— no se utiliza de forma adecuada para mejorar la ejecución en los ensayos siguientes —peor ejecución de los psicópatas en el bloque del 100%—, lo que se manifiesta en un déficit en interiorizar la regla que permita, en el momento de la respuesta, poder determinar si la misma es adecuada o no (menor amplitud del ERN).

En suma, los resultados publicados hasta la fecha en muestras penitenciarias desde una concepción unitaria de la psicopatía han mostrado que, comparados con controles no institucionalizados, los psicópatas parecen demostrar déficits en los estadios iniciales del procesamiento de errores, medidos a través del ERN, en contextos donde se cometen errores de discriminación de información afectiva (Munro y cols., 2007a) o donde se debe llevar a cabo un aprendizaje sobre la correspondencia entre estímulos y respuestas ensayo a ensayo (von Borries y cols., 2010), pero no en tareas de tiempo de reacción cognitivas —tareas de flancos de letras, en concreto; Brazil y cols., 2009; Munro y cols., 2007a). En tareas de flancos parece que las diferencias entre grupos se observan en estadios más tardíos del procesamiento de errores —reducciones del Pe— indicativos de posibles déficits en la detección consciente y/o en la evaluación del significado motivacional de los mismos (Brazil y cols., 2009). Sin embargo, estos tres estudios se caracterizan por tamaños de muestra muy reducidos —16 participantes con diagnóstico de psicopatía como máximo en el estudio de Brazil y cols. (2009)— y la comparación entre grupos de pacientes institucionalizados y controles no institucionalizados, que, unido a una conceptualización unitaria del trastorno, hace difícil establecer hipótesis acerca de la posible contribución diferencial de las distintas dimensiones de la psicopatía en los déficits observados, que se propone desde los modelos duales de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009) y que constituye el marco teórico de partida en la conceptualización del trastorno en la presente tesis doctoral.

Recientemente han sido publicados tres estudios que, empleando una aproximación dimensional, han examinado la contribución diferencial de las características afectivo-interpersonales y de desviación social de la psicopatía en las variaciones en la amplitud del ERN y del Pe en muestras penitenciarias evaluadas mediante el PCL-R —o su variante para poblaciones de jóvenes y adolescentes (PCL:YV; Forth y cols., 2003). Un aspecto interesante de este grupo de estudios es que han empleado la misma tarea —Go/NoGo (84% Go)—, y procedimientos de análisis de componentes principales (PCA, en adelante) para descomponer el ERN y el Pe en subcomponentes con diferentes características temporales, en grandes muestras de adultos varones ($n = 93$; Steele, Maurer, Bernat, Calhoun y Kiehl, 2016), mujeres ($n = 121$; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016) y adolescentes varones encarcelados ($n = 100$; Maurer, Steele, Cope y cols., 2016). A pesar del empleo de la misma tarea y estrategia de análisis, el patrón de resultados no fue consistente: las elevadas puntuaciones totales en psicopatía se vieron asociadas a disminuciones del Pe —particularmente en ventanas temporales medias y tardías entre 300-600 ms tras la comisión de un error— en mujeres (Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016) y adolescentes encarcelados (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016), pero a una mayor amplitud del Pe en varones encarcelados (Steele y cols., 2016). El patrón de asociaciones encontrado entre el Pe y las distintas dimensiones de la psicopatía tampoco resultó consistente, con disminuciones del componente asociadas a las características afectivas del trastorno —crueldad, ausencia de remordimientos o culpa, afecto superficial, etc.— en mujeres encarceladas (Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016) y a las características antisociales y de historia criminal en adolescentes varones (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016), mientras que los aumentos en la amplitud del Pe en varones adultos encarcelados estaban asociados a sus características afectivo/interpersonales (Factor 1 del PCL-R) y al estilo de vida impulsivo e irresponsable (Faceta 3; Steele y cols., 2016). En este grupo de estudios no se encontraron asociaciones significativas entre la amplitud del ERN y los rasgos psicopáticos.

Por último, un cuarto estudio (Bresin, Finy, Sprague y Verona, 2014; Estudio 3) ha examinado la amplitud del ERN en una tarea de flancos de letras en relación con la psicopatía en una muestra de hombres y mujeres adultos con características antisociales, compuesta por delincuentes en libertad condicional, de centros de tratamiento por abuso de sustancias, cárceles locales y participantes de la población general (42.26%) evaluados en psicopatía mediante una versión de *screening* del PCL (PCL:SV; Hart y cols., 1999). Los resultados mostraron que las características afectivo/interpersonales (Factor 1) se asociaron a una mayor diferenciación ERN-CRN (utilizando las puntuaciones del Factor 2 y su interacción con el Factor 1 como covariables), y se observó una tendencia estadística hacia una menor diferenciación asociada a altas puntuaciones en las características de desviación social (Factor 2). Las altas puntuaciones en el Factor 1 se asociaron con una mayor amplitud del ERN ($r(55) = -.27, p < .035$), mientras que la correlación entre las puntuaciones en el Factor 2 y la amplitud del ERN no fue significativa ($r = .04, p = .71$). En cambio, la correlación parcial de las puntuaciones

en la Faceta 3 (relativa al estilo de vida impulsivo e irresponsable) con la amplitud del ERN fue significativa (r parcial = .32, $p < .02$), indicando que la varianza única en esta faceta se asocia a menores amplitudes del ERN. El componente Pe no fue examinado en este estudio (Bresin y cols., 2014).

La inconsistencia de los resultados publicados hasta la fecha respecto a las relaciones entre la psicopatía —evaluada mediante el PCL-R o sus variantes— y las amplitudes de los componentes ERN y Pe contrasta con diversos estudios llevados a cabo en población normal evaluada mediante otras medidas de la psicopatía. En este sentido, hasta la fecha, dos estudios han puesto de manifiesto la existencia de déficits en el procesamiento de errores en muestras de la población general evaluadas en psicopatía mediante el PPI (Heritage y Benning, 2013) —en concreto, mediante puntuaciones estimadas del PPI a partir del MPQ (cf. Benning, Patrick, Blonigen y cols., 2005)— o el TriPM (Pasion, Cruz y Barbosa, 2016). Así, Heritage y Benning (2013) demostraron una asociación selectiva entre la reducida amplitud del ERN —y del CRN— y las altas puntuaciones en el factor de impulsividad egocéntrica del PPI —PPI-F2— en una muestra de participantes de la población general durante la realización de una tarea de decisión léxica con estímulos *Stop*, ante los cuales los participantes tenían que inhibir sus respuestas. Las altas puntuaciones en el PPI-F2 se asociaron a un mayor número de errores de decisión léxica —donde los participantes debían decidir si el estímulo presentado constituía una palabra (75% de los estímulos) o no (25% de los estímulos)— así como a errores de inhibición ante la señal de *Stop*. De forma congruente con los resultados conductuales, las altas puntuaciones en el PPI-F2 se vieron asociadas a menores amplitudes del ERN tanto tras los errores de decisión léxica como tras los errores de inhibición, y, además, con menores amplitudes del CRN (Heritage y Benning, 2013). De forma consistente con este resultado, recientemente Pasion y cols. (2016) han encontrado reducidas amplitudes del ERN asociadas a altas puntuaciones en la escala de Desinhibición del TriPM durante la realización de una tarea Simon, en una reducida muestra ($n = 32$) de varones de la población general. Los análisis de regresión múltiple también revelaron una asociación entre las mayores amplitudes del ERN y las altas puntuaciones en la escala de Audacia, de forma similar a los resultados encontrados por Bresin y cols. (2014). Por tanto, el patrón de resultados obtenido en los dos estudios que han empleado instrumentos de autoinforme para la evaluación de la psicopatía en la población general, son consistentes con estudios previos en muestras de la población general que demuestran reducidas amplitudes del ERN asociadas a elevadas puntuaciones en rasgos externalizantes —medidos mediante el ESI— (Hall y cols., 2007), y dan soporte empírico a la propuesta de los modelos duales de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009).

Globalmente, los resultados publicados hasta la fecha sugieren que las relaciones entre los componentes ERN y Pe y la psicopatía son complejas e inconsistentes. **Respecto al ERN**, los estudios basados en análisis comparativos entre grupos de psicópatas encarcelados —evaluados mediante el PCL-R— y controles no encarcelados han aportado relaciones inconsistentes, habiéndose

demostrado únicamente disminuciones del ERN asociadas a la psicopatía en tareas que implican la discriminación de información afectiva o que requieren aprender la correspondencia entre estímulos y respuestas ensayo a ensayo (Munro y cols., 2007a; von Borries y cols., 2010), pero no en tareas de tiempo de reacción puramente cognitivas (tareas de flancos de letras, en concreto; Brazil y cols., 2009; Munro y cols., 2007a). Sin embargo, estos estudios se caracterizan por el empleo de muestras muy reducidas de pacientes encarcelados y una conceptualización unitaria del trastorno que no ha permitido examinar el posible rol diferencial que pueden jugar los distintos componentes del trastorno en la reducción del ERN en este tipo de tareas. La aplicación de una perspectiva dimensional puede aportar una mayor sensibilidad respecto a la potencial contribución diferencial de las características afectivo/interpersonales y de desviación social de la psicopatía en los déficits en el procesamiento de errores, de acuerdo con los diferentes procesos etiológicos que parecen subyacer a las mismas según los modelos duales de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). De forma importante, la reducida amplitud del componente ERN ha sido asociada a altas puntuaciones en rasgos externalizantes (Hall y cols., 2007), lo que sugiere que los posibles déficits en la detección temprana de los errores deberían relacionarse de forma específica con las características de desviación social de la psicopatía (Patrick y Bernat, 2009). Sin embargo, estudios en amplias muestras de participantes encarcelados evaluados en psicopatía mediante el PCL-R que han aplicado una perspectiva dimensional no han encontrado evidencia clara de una disminución del ERN asociadas a las características de desinhibición de la psicopatía (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016).

En este sentido, la evidencia a favor de la propuesta de los modelos duales proviene especialmente de estudios llevados a cabo en población normal en los que se ha encontrado que la reducida amplitud del ERN se asocia de forma específica con las características de desinhibición de la psicopatía evaluada a través de medidas de autoinforme (PPI y TriPM) (Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016). En esta misma línea, estudios preliminares de nuestro laboratorio han confirmado la asociación entre las elevadas puntuaciones en el PPI-R-F2 o en la escala de Desinhibición del TriPM y una reducida amplitud del componente ERN medido en una tarea Go/NoGo (Esteller y cols., 2012; Fonfría y cols., 2013). Esta propuesta también ha sido respaldada en otro estudio que utilizó el PCL:SV para evaluar la psicopatía en una muestra mixta formada por delincuentes en libertad condicional y pacientes de centros de adicción, encontrando reducidas amplitudes del ERN asociadas a la varianza única en las puntuaciones de la faceta de estilo de vida impulsivo e irresponsable de la psicopatía (Bresin y cols., 2014). De forma interesante, algunos estudios han revelado una disociación entre las características afectivo/interpersonales y de desviación social de la psicopatía, con las menores amplitudes del ERN asociadas a las características de desinhibición y desviación social de la psicopatía, pero con las mayores amplitudes asociadas a las características afectivo/interpersonales y de audacia (Bresin y cols., 2014; Pasion y cols., 2016).

Respecto al Pe, parece existir evidencia de una reducción del componente en muestras de psicópatas encarcelados respecto a controles de la población general, donde los primeros parecen caracterizarse también por un peor reconocimiento consciente sobre la comisión de errores (Brazil y cols., 2009). En cambio, los estudios que han examinado variaciones en la amplitud del componente Pe en función de rasgos psicopáticos *entre* personas residentes en centros penitenciarios han encontrado resultados contradictorios, indicativas de posibles diferencias de género entre hombres y mujeres adultos en las asociaciones entre rasgos psicopáticos y la amplitud del Pe (Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016), así como diferentes contribuciones de los rasgos afectivo/interpersonales y de desviación social del trastorno en la amplitud del Pe en adolescentes varones encarcelados (reducida amplitud del Pe asociada a características de conducta antisocial; Maurer, Steele, Cope y cols., 2016), adultos varones encarcelados (mayor amplitud del Pe asociado a características afectivo/interpersonales y de estilo de vida impulsivo e irresponsable; Steele y cols., 2016) y mujeres encarceladas (menor amplitud del Pe asociado a las características de afecto superficial, crueldad, etc.; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016). Cabe destacar que los estudios publicados hasta la fecha en población normal no han examinado las asociaciones entre el Pe y las distintas dimensiones de la psicopatía (Hall y cols., 2007; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016).

Por tanto, de acuerdo con la literatura publicada hasta la fecha y tomando como referencia el marco teórico del MTP (Patrick y cols., 2009) que se empleará en la presente tesis doctoral, existe cierta evidencia de menores amplitudes del ERN asociadas a las características de desinhibición de la psicopatía (Hall y cols., 2007; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016), particularmente en muestras no penitenciarias y empleando instrumentos de autoinforme que permiten una evaluación más clara y diferenciada de los rasgos a los que subyacen las dimensiones de ‘ausencia de miedo’ y de ‘vulnerabilidad externalizante’ propuestas desde los modelos duales de la psicopatía (Fowles y Dindo; 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). La muestra de estudio empleada en la presente tesis doctoral es claramente comparable a las de dichos estudios, por características demográficas e instrumentos de evaluación de la psicopatía empleados (véase Capítulo 3: Planteamiento experimental). Por tanto, en la presente tesis doctoral se espera encontrar una asociación entre las características de desinhibición de la psicopatía y el ERN —menores amplitudes del ERN asociadas a altas puntuaciones en Desinhibición— en las tareas empleadas (Go/NoGo y de flancos). Por otra parte, aunque existe evidencia de una reducida amplitud del componente Pe asociada a rasgos psicopáticos en muestras penitenciarias (Brazil y cols., 2009; Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016), hasta el momento no se ha encontrado un patrón consistente de asociaciones entre las distintas dimensiones de la psicopatía y el componente Pe (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016), lo que dificulta establecer hipótesis claras respecto a la posible contribución diferencial de los diferentes componentes del MTP en la amplitud del Pe. Por tanto, el presente estudio es el primero que pondrá a prueba la contribución de las dimensiones

de audacia, maldad y desinhibición en posibles déficits en la consciencia y/o la valoración motivacional sobre la comisión de errores, medido a través del componente Pe, en muestras no penitenciarias.

2.4. POTENCIALES EVOCADOS ANCLADOS AL ESTÍMULO EN PARADIGMAS DE INHIBICIÓN DE RESPUESTA E INTERFERENCIA

Anteriormente se han descrito diferentes paradigmas experimentales ampliamente utilizados en el estudio del procesamiento de errores. Dichos paradigmas presentan distintas manipulaciones que provocan conflictos en el procesamiento de la información: por ejemplo, interferencia provocada por estímulos distractores que priman una respuesta contraria a la que indica el estímulo objetivo, como en las tareas de flancos, o dificultades para no emitir respuestas predominantes ante estímulos de baja frecuencia que requieren la inhibición de las mismas, como en las tareas Go/NoGo. Así, entre los 200-350 ms tras la presentación de un estímulo en una tarea de flancos se puede observar un componente de polaridad negativa (N200) y distribución frontocentral que es de mayor amplitud en los ensayos incongruentes que en los congruentes, seguido de una onda de polaridad positiva en torno a los 350-550 ms que alcanza su máxima amplitud en áreas centroparietales (P300). Por otro lado, en las tareas Go/NoGo, se han identificado dos componentes cuya amplitud es claramente mayor en los ensayos *NoGo* que en los Go: el primero de ellos (NoGo-N2) es de polaridad negativa y distribución frontocentral máxima entre los 200-350 ms tras la presentación del estímulo *NoGo*, y va seguido de una onda de polaridad positiva que alcanza su máxima amplitud entre los 300-600 ms tras la presentación del estímulo *NoGo* (NoGo-P3).

Ambos componentes, el N200 y el P300, pueden ser observados en una gran cantidad de paradigmas distintos a los empleados en el estudio del procesamiento de errores. Dado que el estudio de los potenciales anclados al estímulo en la presente tesis doctoral tiene como objetivo identificar procesos que pueden ser deficitarios en la psicopatía durante el procesamiento de los estímulos en tareas de tiempo de reacción comúnmente empleadas en el estudio del procesamiento de errores, la revisión de ambos componentes que se presentará a continuación se centrará únicamente en el significado funcional propuesto para ambos componentes en tareas de interferencia (p. ej., tareas de flancos) y de inhibición de respuesta (p. ej., Go/NoGo).

2.4.1. EL COMPONENTE N200

En una influyente revisión, Folstein y van Petten (2008) propusieron un esquema de clasificación para lo que consideran múltiples componentes de polaridad negativa con amplitud máxima entre los 200-350 ms (N200's) tras la presentación de estímulos en varios paradigmas experimentales. Así, se ha propuesto que el N200 puede ser subdividido en tres componentes: (1) un componente

N200 con una distribución frontocentral relacionado con la atención a estímulos novedosos o que representan una desviación respecto a un modelo perceptivo relacionado con la tarea —p. ej., patrones de colores presentados de forma infrecuente en el contexto de estímulos simples como un número que debe ser ignorado y otro número diferente que debe ser contado (Courchesne, Hilliard y Galambos, 1975)—; (2) otro componente N200 con una distribución frontocentral sensible a aspectos relacionados con procesos de control cognitivo, como la inhibición de respuestas o la monitorización de conflictos; y (3) diferentes componentes N200 con una distribución posterior relacionados con la atención visual (Folstein y van Petten, 2008).

De acuerdo con esta clasificación, en la presente tesis doctoral se describirá el significado funcional propuesto para el componente N200 relacionado con procesos de control cognitivo en paradigmas de interferencia e inhibición de respuesta. Concretamente, se revisarán de forma selectiva estudios que empleen tareas de flancos y tareas Go/NoGo.

2.4.1.1. Significado funcional del N200 en tareas de flancos y Go/NoGo

Como se ha revisado anteriormente, la teoría de la monitorización del conflicto propone que el ERN representa la detección del conflicto de respuesta generado por la coactivación de tendencias de respuesta incompatibles durante los ensayos donde se responde de forma errónea (Yeung y cols., 2004). De acuerdo con esta teoría, la ACC también interviene en la detección de conflictos en situaciones de interferencia donde finalmente se responde de forma correcta, por ejemplo, durante los ensayos incongruentes en una tarea de flancos. Así, durante el proceso de selección de respuestas, el momento de mayor conflicto de respuesta ocurre previamente a la ejecución de la misma (*preresponse conflict*) y se genera por la activación simultánea de tendencias de respuesta incompatibles activadas por la información que proporcionan los flancos y el estímulo objetivo —en el ejemplo concreto de una tarea de flancos—, actividad que se manifiesta en el componente N200 (Yeung y cols., 2004). Así, esta teoría proporciona una explicación integradora para ambos componentes en términos de una mayor actividad de la ACC en condiciones de alto conflicto de respuesta generado *tras* la ejecución de una respuesta errónea —que se manifiesta en la amplitud del ERN— y *previo* a la ejecución de una respuesta correcta —que se manifiesta en la amplitud del componente N200— durante los ensayos incongruentes en una tarea de flancos (Yeung y cols., 2004). Dando respaldo a esta interpretación, existe evidencia que indica que la principal fuente generadora de ambos componentes parece situarse en la ACC durante la realización de tareas de flancos (Yeung y cols., 2004; van Veen y Carter, 2002a), así como en tareas Go/NoGo (Nieuwenhuis y cols., 2003).

Algunos estudios han demostrado que diferentes situaciones o manipulaciones experimentales afectan de forma diferencial a ambos componentes en tareas de flancos (Larson y cols., 2014; Yeung

y Cohen, 2006, para revisiones) y son especialmente informativas respecto al **significado funcional del N200 en tareas de flancos** que ocupa el presente apartado. Así, parece que la amplitud del N200 se ve principalmente modulada por el procesamiento de estímulos que no son relevantes para la tarea (p. ej., los flancos), que determinan el grado de activación de la respuesta incorrecta *previo* a la ejecución de la respuesta correcta, mientras que el ERN se ve principalmente modulado por el grado de procesamiento del estímulo objetivo *tras* la ejecución de una respuesta incorrecta, lo que determina el grado de activación de la respuesta correcta que entra en conflicto con la ejecutada incorrectamente (Yeung y Cohen, 2006). Por ejemplo, (1) el consumo de alcohol —que deteriora especialmente el procesamiento del estímulo objetivo (cf. Yeung y Cohen, 2006)— parece afectar a la amplitud del ERN pero no al N200 (Ridderinkhof y cols., 2002); (2) la proximidad de los flancos respecto al estímulo objetivo provoca un aumento de la amplitud del N200 durante los ensayos donde se responde de forma correcta, así como una disminución del ERN durante los errores (Danielmeier y cols., 2009); y (3) los aumentos en el brillo de los estímulos objetivo en una tarea de flancos aumentan la amplitud del ERN pero no afectan a la amplitud del N200 (Yeung, Ralph y Nieuwenhuis, 2007). De esta forma, el N200 parece reflejar el **conflicto generado por la activación conjunta de tendencias de respuesta incompatibles durante las tareas de flancos**, siendo su amplitud mayor cuanto mayor es el procesamiento de los estímulos irrelevantes asociados a una respuesta incompatible con la asignada al estímulo objetivo (Danielmeier y cols., 2009; Van ven y Carter, 2002a; Yeung y cols., 2004, 2007). De forma consistente, el N200 es de mayor amplitud en los ensayos incongruentes (< < > < <) que en los congruentes (< < < < <) (van Veen y Carter, 2002a; Yeung y cols., 2004), y su amplitud es especialmente mayor cuando los flancos se asocian a una *respuesta incompatible* a la que indica el estímulo objetivo (p. ej., > > < > >) que cuando los flancos se asocian a una respuesta neutra o a no responder (p. ej., + + > + +, sin una respuesta asociada al signo '+'; Kopp, Rist y Mattlet, 1996), o cuando se asocian a la misma respuesta pero son diferentes al estímulo objetivo (p. ej., S S X S S, teniendo que dar la misma respuesta al estímulo X que al S; Van Veen y Carter, 2002a).

Por otro lado, durante tareas Go/NoGo, el componente N200 (NoGo-N2) parece representar la primera diferencia fiable entre condiciones que requieren ejecutar (Go) o inhibir (NoGo) una respuesta predominante (véase Huster, Enriquez-Geppert, Lavalée, Falkenstein y Herrman, 2013, para una revisión sobre los componentes N200 y P300 en tareas de inhibición de respuesta). En este sentido, el componente **NoGo-N2** fue inicialmente interpretado como **un índice que refleja el propio proceso de inhibición de una respuesta predominante**, demostrado, por ejemplo, en mayores amplitudes del NoGo-N2 en condiciones que requieren responder de forma rápida (Jodo y Kayama, 1992) o menores amplitudes del componente en sujetos con mayores tasas de errores de comisión a los estímulos NoGo, lo que indica una asociación entre su amplitud y la adecuada inhibición de respuestas (Falkenstein, Hoormann y Hohnsbein, 1999). Esta interpretación del NoGo-N2 ha sido cuestionada en estudios posteriores sugiriendo que el componente **NoGo-N2**, más que representar

el proceso de inhibición en sí mismo, **refleja el conflicto de respuesta generado entre la ejecución e inhibición de una misma respuesta.** Esta interpretación liga el significado funcional del componente NoGo-N2 a la teoría de la monitorización del conflicto y, en el contexto de paradigmas de inhibición de respuesta, sugiere que el conflicto de respuesta se produce por el hecho de que la frecuencia de los estímulos *Go* suele ser mayor que las de los *NoGo*, lo que provoca en este último tipo de ensayos un mayor conflicto entre la tendencia de respuesta predominante y el requerimiento de inhibir la misma. Dando soporte a esta interpretación, se ha demostrado que la amplitud del componente NoGo-N2 disminuye a medida que aumenta la frecuencia de estímulos *NoGo*, de forma que incluso se puede observar un ‘Go-N2’ de mayor amplitud que el NoGo-N2 cuando los estímulos *Go* son mucho menos frecuentes (20%) que los *NoGo* (80%) (Nieuwehnhuis y cols., 2003), lo que es difícilmente explicable en términos de que la amplitud de este componente refleja el proceso de inhibición de respuestas. Desde esta interpretación, por tanto, el componente N2 en tareas Go/NoGo parece ampliamente sensible al requerimiento de no responder —o incluso responder— a estímulos de baja frecuencia (véase, también, Donkers y van Boxel, 2004; Enriquez-Geppert, Konrad, Pantev y Huster, 2010).

Dado que en las tareas Go/NoGo comúnmente utilizadas se emplean estímulos *NoGo* de baja frecuencia, los procesos de inhibición de respuesta son difícilmente distinguibles de los relacionados con el procesamiento de estímulos de baja frecuencia. En este sentido, las tareas Go/NoGo de tres estímulos permiten diferenciar de forma fiable ambos procesos. En este tipo de tarea, un estímulo se asocia a una condición *Go* de alta frecuencia, mientras que los otros dos, presentados con menos frecuencia —pero igual entre sí— se asocian a una condición *Go* de baja frecuencia y a otra *NoGo*. Empleando este paradigma, se ha demostrado que el componente N200 parece covariar con la frecuencia relativa de presentación de los estímulos y no con la inhibición de respuestas, de forma que es de igual amplitud ante los estímulos *Go* de baja frecuencia y los estímulos *NoGo*, siendo en ambos casos de mayor amplitud que ante los estímulos *Go* de alta frecuencia (Albert, López-Martín, Hinojosa y Carretié, 2013). De forma conjunta, estos resultados respaldan la interpretación de este componente en términos del (mayor) conflicto generado por la (baja) frecuencia relativa de ocurrencia de los estímulos y sus respuestas asociadas (Carter y van Veen, 2007; Huster y cols., 2013).

Otro tipo de interpretaciones se centra, más que en aspectos relacionados con procesos de control cognitivo, en procesos relacionados con la detección automática de estímulos novedosos o infrecuentes —en especial el NoGo-N2 en tareas de inhibición de respuestas— que representan una desviación —*mismatch*— respecto a un modelo perceptivo en el que predominan los estímulos *Go* (Folstein y van Petten, 2008, para una revisión).

2.4.2. EL COMPONENTE P300

El componente P300 ha sido asociado a procesos atencionales y/o de actualización de representaciones en la memoria de trabajo relacionados con el procesamiento de estímulos motivacionalmente relevantes en el contexto de diversas tareas (Donchin y Coles, 1988; Nieuwenhuis y cols., 2005; Polich, 2007, para revisiones). Por ejemplo, en el contexto de una tarea *oddball* simple, los sujetos deben responder o atender a un estímulo objetivo que se presenta en el contexto de estímulos frecuentes irrelevantes (estímulos estándar). Tras la presentación del estímulo objetivo, se puede observar el componente P300 con una distribución parietal máxima. La teoría de la actualización del contexto (*Context-updating theory*; Donchin y Coles, 1988) propone que el componente P300 refleja la operación de un proceso atencional que compara la representación del estímulo actual con la representación del estímulo previo en la memoria. Si el estímulo actual es un estímulo objetivo atendido por el sujeto y no es el mismo que el anterior, la representación neural en la memoria del mismo es actualizada, generando un componente P300 de mayor amplitud.

Otros modelos se centran, más que en procesos estratégicos relacionados con la actualización de esquemas cognitivos sobre una tarea, en procesos relacionados con la puesta en marcha de acciones en respuesta a eventos motivacionalmente significativos (Nieuwenhuis y cols., 2005). Esta propuesta describe el mecanismo neurofisiológico que subyace al componente P300, exponiendo que el componente refleja la respuesta del sistema noradrenérgico del locus coeruleus (LC-NE; Nieuwenhuis y cols., 2005) en el resultado de la evaluación de estímulos y toma de decisiones respecto a su relevancia para las tareas en curso, sirviendo este proceso para organizar y potenciar respuestas a eventos motivacionalmente relevantes (Nieuwenhuis y cols., 2005; véase también Nieuwenhuis, de Geus y Aston-Jones, 2011).

Por otro lado, a través del empleo de variantes del paradigma *oddball* que incluyen tres estímulos, se ha propuesto que el componente P300 está formado, al menos, por dos subcomponentes: P3a y P3b (Polich, 2007, para una revisión). Por ejemplo, mediante la inserción de un estímulo infrecuente distractor en una secuencia de estímulos estándar y objetivo (como la descrita anteriormente) al que, al igual que el estándar, no hay que responder o atender, se ha podido observar que tanto el estímulo objetivo como el distractor generan un componente P300 de mayor amplitud que el estímulo estándar. Sin embargo, el P300 relacionado con el estímulo distractor presenta una latencia más corta, mayor amplitud y una distribución topográfica máxima en sensores frontocentrales, en contraste con la distribución máxima centroparietal del estímulo objetivo. El componente P300 relacionado con el estímulo distractor recibe el nombre de P3a, para diferenciarlo del P300 al estímulo objetivo (P3b). Dado el contexto en el que se genera el componente P3a, éste ha sido conceptualizado como una respuesta atencional mediada por estructuras de la corteza frontal guiada por estímulos que representan un cambio inesperado en el ambiente (Polich, 2007). Así, el modelo teórico pro-

puesto por Polich (2007) respecto al significado funcional del P300 —y los subcomponentes P3a y P3b— enfatiza el rol de la asignación de recursos atencionales a representaciones de los estímulos en la memoria de trabajo, además de establecer hipótesis sobre las diferentes estructuras cerebrales y procesos neurofisiológicos que intervienen en su generación (Polich, 2007). En este modelo, ciertas áreas de la corteza prefrontal promueven la asignación de recursos atencionales a representaciones de los estímulos en la memoria de trabajo cuando éstos son novedosos o distractores —que atraen recursos atencionales de forma automática— o relevantes para una tarea —a los que se asignan recursos atencionales de acuerdo a las demandas de las tareas— que posteriormente se propaga a estructuras temporo-parietales implicadas en operaciones relacionadas con el almacenamiento en la memoria de los estímulos objetivo. En este sentido, el componente P300 ha sido propuesto como un reflejo de la activación de un sistema de inhibición —iniciado en la corteza prefrontal— de la actividad cerebral concomitante que pueda interferir en el procesamiento de estímulos relevantes a los que se dirigen procesos atencionales (responsables de la generación del P3a) que dan soporte a actualizaciones de sus representaciones y almacenamiento en memoria (generando el P3b) por parte de estructuras temporo-parietales (Polich, 2007). Como se ha comentado a lo largo del presente capítulo, el componente P300 no se ha estudiado únicamente en el contexto de tareas *oddball*, sino que se observa en una gran cantidad de tareas cognitivas, como paradigmas de interferencia y de inhibición de respuesta. De forma similar a la revisión que se ha hecho sobre el componente N200, en el apartado siguiente se describirá el significado funcional del P300 en tareas de flancos y Go/NoGo.

2.4.2.1. Significado funcional del componente P300 en tareas de flancos y Go/NoGo

El componente P300 en tareas de flancos ha sido relativamente poco estudiado, y la interpretación sobre su significado funcional se centra en aspectos relacionados con **la asignación de recursos atencionales para el procesamiento de los estímulos objetivo** (p. ej., Clayson y Larson, 2011; Schroder y cols., 2014). Aunque el componente se observa tanto durante los ensayos congruentes como los incongruentes, la amplitud del mismo parece ser mayor durante los ensayos incongruentes (Clayson y Larson, 2011; Groom y Cragg, 2016), lo que refuerza la idea de que dichos estímulos requieren de una mayor evaluación para responder de forma adecuada, encontrándose también mayores latencias del componente en los ensayos incongruentes (Rueda, Posner, Rothbart y Davis-Stober, 2004). Esta idea ha sido reforzada mediante el examen de la amplitud del P300 en secuencias de varios ensayos congruentes (cccC) o incongruentes (iiiI) seguidos, demostrando que el P300 disminuye en ensayos incongruentes precedidos por varios ensayos incongruentes iiiI, pero no tras varios ensayos congruentes cccC. Al contrario que en las secuencias cccC, en las secuencias iiiI se espera que se hayan implementado procesos de control cognitivo previamente —resultado del mayor conflicto de respuesta en los ensayos incongruentes— que resulten en un mayor control atencional (p. ej., Botvinick y cols., 2001) por lo que disminuciones en el componente P300 en los

ensayos *iiiI* —pero no en los *cccC*— sugieren que el componente es sensible a los niveles de control atencional movilizados previamente (Clayson y Larson, 2011).

Otros estudios han empleado paradigmas híbridos de flancos y NoGo, en los que el estímulo objetivo, en algunos ensayos, está asociado a la opción de no responder. El empleo de este tipo de paradigmas permite comparar la similitud entre el P300 suscitado ante los ensayos *Go* —en este caso de flancos— y *NoGo*, donde el estímulo objetivo está asociado a no responder y puede estar, o no, acompañado de flancos asociados a alguna respuesta (p. ej., Kopp, Mattler, Goertz y Rist, 1996; Groom y Cragg, 2016). Comparando el P300 a los estímulos *Go* (67%) y *NoGo* (33%), Kopp, Mattler y cols. (1996) encontraron que el P300 a los estímulos *Go* mostraba una distribución topográfica más posterior (mayor en sensores parietales) que los *NoGo* (mayor en sensores centrales). Este resultado ha sido recientemente replicado en un estudio con un diseño más complejo, en el que la proporción de ensayos *Go* y *NoGo* de flancos era del 50%, lo que sugiere que el componente P300 en condiciones de inhibición de respuesta presenta una topografía anterior, quizás reflejando la mayor implicación de áreas frontales —como la corteza premotora suplementaria o la corteza cingulada— en dichas condiciones (Groom y Cragg, 2016). De forma interesante para la revisión del componente N200 realizada anteriormente, en este estudio se observó que el N200 no mostró diferencias entre ensayos *Go* y *NoGo* de flancos en condiciones de congruencia, sino que de forma general fue mayor durante los ensayos incongruentes, lo que refuerza la interpretación de este componente en términos de la teoría de la monitorización de conflictos (Groom y Cragg, 2016).

Para la distribución anterior del componente P300 en tareas inhibición de respuestas (p. ej., Fallgatter y Strik, 1999) se ha propuesto la implicación de estructuras frontales, incluyendo la corteza cingulada, la corteza frontal inferior y la corteza premotora suplementaria, área implicada en procesos de control inhibitorio (Huster y cols., 2013, para una revisión). En cuanto a su significado funcional, la visión predominante en la literatura que emplea paradigmas de inhibición de respuesta es que, al contrario que el componente NoGo-N2 —que parece más asociado a la monitorización de conflictos—, **el componente NoGo-P3 está directamente relacionado con el proceso de inhibición de respuestas** (Huster y cols., 2013). Por ejemplo, Donkers y van Boxtel (2004) emplearon una tarea *Go/NoGo* —inhibir respuestas al *NoGo*— y otra *go/GO* en la que los participantes debían responder con mayor fuerza al estímulo *GO*. En ambas tareas se emplearon dos condiciones en las que variaban la proporción de ensayos *Go* (50% y 80%). El componente P300 fue mayor en los ensayos *NoGo* que en los *GO* y no se observaron efectos de la probabilidad de presentación de estímulos *Go*. En cambio, el componente N200 fue de mayor amplitud tanto en los ensayos *NoGo* como en los *GO* de baja frecuencia (en la condición de 80% *Go*, donde existe un mayor conflicto de respuesta inducido por la probabilidad relativa de presentación de los estímulos *NoGo* o *Go*), lo que sugiere que el componente NoGo-P3, y no el NoGo-N2, es especialmente sensible a las con-

diciones que requieren de la inhibición de respuestas. De forma similar, Enriquez-Geppert y cols. (2010) emplearon un paradigma híbrido Go/NoGo y ‘Stop signal’ en el que variaron la proporción de ensayos *Go* en diferentes condiciones (25% y 75%). Los resultados mostraron que el componente P300 fue de mayor amplitud en condiciones de inhibición de respuesta —tanto el NoGo-P3 como el ‘Stop-P3’— respecto a los ensayos *Go*, particularmente en la condición de 75% Go. El componente N200, por el contrario, fue más sensible a la frecuencia relativa de presentación de los estímulos *Go*, de forma que los ensayos más infrecuentes generaron componentes N200 de mayor amplitud. Estos resultados refuerzan la idea de que el componente P300 es particularmente sensible a condiciones que requieren la inhibición de respuestas en este tipo de paradigmas. En esta misma línea, empleando paradigmas Go/NoGo de tres estímulos como el descrito anteriormente, se ha demostrado que el componente P300 en áreas frontocentrales es de mayor amplitud en los ensayos *NoGo* que en los *Go* de baja frecuencia, lo que de nuevo apunta a que la actividad del componente NoGo-P3 se ve principalmente modulada por el requerimiento de inhibir una respuesta, ya que estos dos tipos de ensayo tienen la misma frecuencia de presentación (Albert y cols., 2013). En suma, la amplitud del componente P300 en paradigmas de inhibición de respuesta parece claramente ligada al proceso de inhibición de respuestas. Complementando esta afirmación, parece que el P300 es de mayor amplitud cuanto más difícil resulta la inhibición de respuestas, de forma que los participantes que responden de forma más rápida a los estímulos *Go*, presentan mayor actividad del componente P300 cuando inhiben de forma correcta dicha respuesta predominante ante los estímulos *NoGo* (Albert y cols., 2013; Smith, Johnstone y Barry, 2006).

Finalmente, aunque el componente NoGo-P3 parece claramente ligado al proceso de inhibición de respuestas, existe cierto debate en torno a si el componente refleja el propio proceso de inhibición de respuestas, dado que el componente NoGo-P3 normalmente presenta una latencia más tardía que el tiempo de reacción medio a los estímulos *Go*, o que el tiempo estimado necesario para inhibir una respuesta previamente iniciada en tareas ‘Stop signal’. En este sentido, se ha propuesto que, más que representar el propio proceso de inhibición de respuestas, la actividad del componente NoGo-P3 puede reflejar más bien la evaluación del resultado del proceso de inhibición. Esta interpretación puede ser integrada en el contexto del significado funcional propuesto para el componente P3 en otras tareas que asocia su amplitud a procesos atencionales para la evaluación de estímulos relevantes para la tarea o distractores. Por ello, el componente P300 en paradigmas de inhibición de respuesta podría representar la evaluación del proceso de inhibición o su resultado (Huster y cols., 2013, para una discusión).

En suma, la actividad de los componentes N200 y P300 parece ser mayor tanto en condiciones que requieren la inhibición de respuestas predominantes (p. ej., en tareas Go/NoGo) como en situaciones de interferencia (p. ej., en tareas de flancos). Sin embargo, ambos componentes parecen

ser reflejo de distintos procesos inducidos en este tipo de paradigmas. El componente N200 parece más claramente asociado a aspectos relacionados con la detección del conflicto de respuesta que se genera en ambos paradigmas: en el caso de las tareas de flancos, parece reflejar el grado de procesamiento de la información irrelevante —los flancos—, y en tareas Go/NoGo parece ser sensible al conflicto generado debido a la baja frecuencia de ocurrencia de los estímulos y sus respuestas asociadas. El componente P300, por su parte, parece ser más bien sensible a aspectos evaluativos sobre (a) la relevancia de los estímulos objetivo —que también se ve afectada por el conflicto de respuesta que generan los mismos—, de forma que es mayor cuanto más recursos atencionales son requeridos para responder de forma adecuada a los mismos (P300 en tareas de flancos), y (b) el proceso de inhibición de respuestas o su resultado (NoGo-P3) (Folstein y van Petten, 2008; Huster y cols., 2013; Larson y cols., 2014; Nieuwenhuis y cols., 2005; Polich, 2007, para revisiones).

2.5. DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y LOS COMPONENTES N200 y P300: PSICOPATÍA Y RASGOS ASOCIADOS

Existen pocos estudios que hayan examinado las relaciones entre los componentes N200 y P300 en tareas de flancos y de inhibición de respuesta (Go/NoGo) y los rasgos psicopáticos. Antes de entrar en la revisión de estos estudios, cabe comentar que existe un amplio cuerpo de literatura que ha demostrado relaciones consistentes entre una reducida amplitud del componente P300 y diferentes trastornos del espectro externalizante (Krueger y cols., 2002). En este sentido, un reciente meta-análisis encontró evidencia de una reducida amplitud y latencia del componente P300 a través de diferentes tareas en poblaciones con diversos cuadros psicopatológicos caracterizados por la conducta antisocial (Gao y Raine, 2009). De forma interesante, este meta-análisis concluyó que la reducción del P300 en psicópatas encarcelados era específica para estudios que empleaban tareas *oddball*, no en el caso de otros paradigmas (Gao y Raine, 2009). Sin embargo, todos los estudios incluidos en el meta-análisis utilizaron puntuaciones totales de psicopatía, por lo que no fue posible examinar la contribución relativa de las características afectivo/interpersonales y de desviación social del trastorno.

La consistencia en los resultados sobre la reducción de la amplitud del componente P300 en grupos psicopatológicos del espectro externalizante sugiere la existencia de una vulnerabilidad neurobiológica compartida por los mismos, de la cual el componente P300 parece ser un indicador fiable. Esta hipótesis fue puesta a prueba por Patrick y cols. (2006) en una amplia muestra de adolescentes varones ($n = 969$) de la población general evaluados en síntomas diagnósticos de algunos cuadros psicopatológicos del espectro externalizante, como síntomas de dependencia al alcohol y otras drogas, trastorno disocial, y trastorno antisocial de la personalidad. Las puntuaciones en los síntomas fueron sometidas a un análisis de componentes principales donde todas saturaron en un

componente principal explicando el 60% de la varianza en las puntuaciones obtenidas por los participantes en los cinco trastornos. La amplitud del P300 fue medida en una tarea *oddball* de rotación de cabezas, y mostró asociaciones negativas y significativas con las puntuaciones en los síntomas de los cinco trastornos evaluados. De forma interesante, se observó también una asociación negativa y significativa ($r = -.25$) entre las puntuaciones del factor general externalizante obtenidas del análisis de componentes principales y la amplitud del P300. Por último, mediante análisis de regresión jerárquica se demostró que las puntuaciones en el componente principal externalizante también explicaba las asociaciones observadas entre las puntuaciones en los diferentes trastornos y la amplitud del P300, de forma que ninguno de ellos se asoció a la amplitud del P300 de forma significativa al ser introducida en los modelos de regresión tras las puntuaciones en el componente externalizante. De forma colectiva, estos resultados respaldan la idea de que las relaciones entre la amplitud del P300 y diferentes cuadros psicopatológicos del espectro externalizante se deben a un mismo factor de vulnerabilidad común, más que a la varianza única de cada uno de ellos (Patrick y cols., 2006). Estudios posteriores han demostrado además que las asociaciones encontradas entre el P300 y el factor general externalizante son ampliamente atribuibles a factores genéticos (Hicks y cols., 2007). En esta misma línea, recientemente se ha confirmado que las puntuaciones en el rasgo de desinhibición del ESI (Krueger y cols., 2007; Patrick, Kramer y cols., 2013) median la relación observada entre diferentes síntomas de trastornos caracterizados por la conducta antisocial y relacionados con el abuso de sustancias con la amplitud del P300 en tareas *oddball*, y que dichas relaciones son atribuibles a factores genéticos (Yancey, Venables, Hicks y Patrick, 2013).

La implicación de estos resultados es que las posibles relaciones entre la amplitud del P300 y los rasgos psicopáticos deberían observarse de forma selectiva asociadas a las características de desinhibición del trastorno, al menos en lo que respecta al P300 medido en tareas *oddball* (Patrick y Bernat, 2009). Estudios recientes han confirmado esta hipótesis, demostrando que las altas puntuaciones en el Factor 2 del PPI, pero no del Factor 1, se asocian a una menor amplitud del P300 en una tarea *oddball* de dos estímulos en una muestra de estudiantes universitarios (Carlson y cols., 2009). Congruentemente, Venables y Patrick (2014) han encontrado el mismo patrón en una amplia muestra de psicópatas encarcelados varones, evaluados mediante el PCL-R, en una tarea *oddball* de tres estímulos: las menores amplitudes tanto del P3b como del P3a se asociaron a altas puntuaciones en las características impulsivas y antisociales de la psicopatía (PCL-R-F2). De forma interesante, en ambos estudios las asociaciones entre el P300 y el Factor 2 se observaron de forma específica en sensores frontales (Carlson y cols., 2009; Venables y Patrick, 2014), lo que parece consistente con la idea de que los déficits asociados a la dimensión externalizante de la psicopatología reflejan deterioros en sistemas frontales que median funciones ejecutivas implicadas en la adecuada regulación de respuestas conductuales y afectivas (Patrick y Bernat, 2009, 2010; Patrick, Durbin y cols., 2012).

La consistencia de los resultados obtenidos respecto a la asociación de las características de desinhibición de la psicopatía y la amplitud del P300 en tareas *oddball* contrasta con la literatura publicada hasta la fecha en tareas Go/NoGo y de flancos, relevantes para la presente tesis doctoral. De forma interesante, el meta-análisis anteriormente mencionado no encontró asociaciones fiables entre el P300 y la psicopatía en tareas diferentes a los paradigmas *oddball* estándar (Gao y Raine, 2009). Hasta el momento, sólo 3 estudios han examinado las relaciones entre la psicopatía y la amplitud de los componentes N200 y P300 en tareas cognitivas Go/NoGo. En un primer estudio, Kiehl, Smith, Hare y Liddle (2000) examinaron la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 en una tarea Go/NoGo (50% Go) en una muestra penitenciaria compuesta por pacientes con esquizofrenia (n = 12), psicópatas encarcelados con altas puntuaciones (> 30) en el PCL-R (n = 13), y delincuentes que no cumplieron el criterio diagnóstico de psicopatía (n = 11). Los resultados mostraron que, a diferencia de los pacientes esquizofrénicos y del grupo de delincuentes no psicópatas, el grupo de psicópatas no mostró una diferenciación en la amplitud del N200 entre los ensayos Go y NoGo. En comparación con el grupo de no psicópatas, los psicópatas demostraron reducciones significativas del NoGo-N2. Respecto al P300, los psicópatas se caracterizaron por una menor amplitud del Go-P3 en sensores frontales respecto a los no psicópatas, pero no se observaron diferencias en el componente NoGo-P3 entre grupos (Kiehl y cols., 2000). Este patrón de resultados no ha sido replicado en otro estudio que comparó la diferenciación entre ensayos Go y NoGo en los componentes N200 y P300 en una reducida muestra de pacientes encarcelados (n = 15) evaluados en psicopatía mediante el PCL-R y controles no encarcelados (n = 15) (Munro y cols., 2007b). En este estudio, tanto el grupo de pacientes encarcelados como el grupo de controles mostraron una adecuada diferenciación entre ensayos Go y NoGo en los componentes N200 y P300, siendo de mayor amplitud en los ensayos NoGo. Respecto a los controles, el grupo de pacientes encarcelados presentó menores amplitudes del P300 tanto en los ensayos Go como NoGo en sensores frontales. Sin embargo, no se observaron asociaciones entre el P300 y las puntuaciones totales del PCL-R en el grupo de pacientes encarcelados, lo que llevó a los autores a concluir que la presencia de rasgos psicopáticos no se asocia de forma específica a un deficiente control inhibitorio (Munro y cols., 2007b). Por último, un estudio reciente examinó las diferencias en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 en una muestra de estudiantes seleccionados para representar dos grupos extremos (n = 15) en función de las puntuaciones totales en el PPI-R (Kim y Jung, 2014). No se observaron diferencias en la amplitud del NoGo-N2, pero sí en su latencia, presentando mayores latencias el grupo de participantes con altas puntuaciones en el PPI-R respecto a los controles (con puntuaciones T en el PPI-R respecto a la muestra de selección de 55 o inferiores). Sin embargo, los participantes con altas puntuaciones en el PPI-R mostraron una menor diferenciación del componente P300 entre ensayos Go y NoGo en sensores frontocentrales y centrales, explicada por una reducida amplitud del componente NoGo-P3 en el grupo de participantes alto en psicopatía que, además, mostró una latencia más tardía del componente NoGo-P3 respecto a los controles (Kim y Jung, 2014).

En suma, la literatura respecto a la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 en relación a rasgos psicopáticos es escasa y ha aportado relaciones bastante inconsistentes. De forma notable, ningún estudio hasta la fecha ha examinado la contribución diferencial de las características afectivo-interpersonales y de desviación social del trastorno en la amplitud de los mismos en muestras penitenciarias (Kiehl y cols., 2000; Munro y cols., 2007b) o de la población general (estudiantes universitarios, en concreto; Kim y Jung, 2014). Todos estos estudios se caracterizan por el uso de muestras de participantes reducidas y una conceptualización unitaria del trastorno, lo que probablemente haya contribuido a la inconsistencia en los resultados encontrados, habiéndose encontrado reducidas amplitudes del componente NoGo-N2 en algunos estudios (Kiehl y cols., 2000), pero no en otros (Munro y cols., 2007b; Kim y Jung, 2014). Respecto al P300, existe evidencia de una reducción del componente en participantes con altas puntuaciones en psicopatía en áreas frontales, pero dichas reducciones se han asociado al componente Go-P3 en un estudio (Kiehl y cols., 2000), al NoGo-P3 en otro (Kim y Jung, 2014) o no se han encontrado asociaciones —ni en el Go-P3 ni en el NoGo-P3— en otro estudio (Munro y cols., 2007b).

Aunque establecer hipótesis claras respecto a la contribución relativa de las distintas dimensiones de la psicopatía en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 puede resultar aventurado, existe cierta evidencia a favor de una posible contribución de las características de desinhibición de la psicopatía en dichos déficits. En concreto, el examen de las correlaciones entre diversas medidas de personalidad y los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 —además de los análisis de grupos comentados— en el estudio de Kim y Jung (2014) reveló que las altas puntuaciones en características de trastorno antisocial de la personalidad y de impulsividad motora —relevantes para la dimensión de desinhibición (cf. Patrick y cols., 2009; Patrick y Drislane, 2015)— se asociaron a menores amplitudes del componente NoGo-P3 en áreas frontocentrales, aunque no del NoGo-N2 (Kim y Jung, 2014). Otros estudios han encontrado diferencias entre grupos de delincuentes adultos encarcelados, poniendo de manifiesto menores amplitudes del NoGo-N2 (pero no del NoGo-P3) en delincuentes violentos impulsivos (Chen, Tien, Juan, Tzeng y Hung, 2005), o menores amplitudes de los componentes inhibitorios Stop-N2 y Stop-P3 en delincuentes juveniles sin rasgos psicopáticos, caracterizados principalmente por altos niveles de impulsividad, baja responsabilidad, agresividad, y alto neuroticismo respecto a los controles (Vilà-Balló, Hdez-Lafuente, Rostan, Cunillera, y Rodríguez-Fornells, 2014), patrón que es altamente consistente con el demostrado para las características de desinhibición de la psicopatía en estudios previos (cf. Poy y cols., 2014; Patrick y Drislane, 2015).

Por otro lado, hasta el momento no se ha publicado ningún estudio que haya examinado la amplitud de los componentes N200 y P300 en tareas de flancos en poblaciones penitenciarias o de la población general evaluadas en psicopatía. De forma relevante para la presente tesis doctoral, se han observado reducciones en la amplitud del P300 en sensores frontales y centrales durante una tarea de

flancos en participantes con altos rasgos externalizantes (Nelson, Patrick y Bernat, 2011). En concreto, la muestra y la tarea de flancos de letras empleada en este estudio coinciden con las del estudio de Hall y cols. (2007), citado anteriormente, en el que se observó una reducción del ERN. La coherencia de estas relaciones fue puesta de manifiesto mediante un análisis factorial en el que se obtuvo un único factor dominante reflejo de la covarianza entre las puntuaciones en las características externalizantes —medidas a través de autoinforme—, el ERN y dos variantes del P300 (P300 en una tarea de flancos y el feedback-P300 en una ‘gambling task’, véase Bernat, Nelson, Steele, Gehring y Patrick, 2011), que a su vez correlacionó de forma significativa con indicadores de autoinforme y fisiológicos asociados al espectro externalizante, entre ellos el P3a y P3b medido en una tarea *oddball* de tres estímulos ($r_s = .68 - .69, p < .0001$; Nelson y cols., 2011). De forma global, este estudio sugiere que tanto el ERN como el P300 —medido en distintas tareas, como tareas *oddball* o de flancos— constituyen indicadores fisiológicos fiables de las tendencias externalizantes que subyacen a las características de desinhibición de la psicopatía de acuerdo con los modelos duales (Patrick y Bernat, 2009). En este sentido, en la presente tesis doctoral se espera encontrar reducciones del componente P300 en la tarea de flancos asociados a las características de desinhibición de la psicopatía. Corroborando esta idea, se han observado menores amplitudes del P300 en una tarea de flancos en delincuentes juveniles caracterizados por altos niveles en las características de desinhibición de la psicopatía (Vilà-Balló y cols., 2014). Por último, los resultados de estos estudios no permiten establecer hipótesis claras respecto al N200 en tareas de flancos, dado que éste no ha sido examinado en el estudio de Nelson y cols. (2011) o no se han encontrado diferencias en el estudio de Vilà-Balló y cols. (2014).

En resumen, existe cierta evidencia indicativa de una posible contribución de las características de desinhibición de la psicopatía en déficits en la inhibición de respuestas en tareas Go/NoGo (Kiehl y cols., 2000; Kim y Jung, 2014), así como en la asignación de recursos atencionales para el procesamiento de los estímulos objetivos en tareas de flancos (Nelson y cols., 2011). De forma importante, no tenemos constancia de estudios previos que hayan examinado la contribución diferencial de distintos rasgos psicopáticos en la amplitud de dichos componentes en tareas Go/NoGo o de flancos, estrategia que, por otro lado, ha probado ser ampliamente útil para establecer conexiones entre las distintas dimensiones de la psicopatía y la reducida amplitud del componente P300 en tareas *oddball* (Carlson y cols., 2009; Venables y Patrick., 2014). Por lo tanto, en la presente tesis doctoral se examinará, por primera vez, la posible contribución diferencial de los rasgos de audacia, maldad y desinhibición del MTP (Patrick y cols., 2009) en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 en una tarea Go/NoGo y de los componentes N200 y P300 en una tarea de flancos, lo que permitirá caracterizar de forma precisa la contribución de las distintas dimensiones de la psicopatía en el procesamiento de los estímulos en dos de los paradigmas más ampliamente empleados en el estudio del procesamiento de errores.

MARCO EXPERIMENTAL

- CAPÍTULO 3 Planteamiento experimental
- CAPÍTULO 4 Fiabilidad y validez convergente de los componentes
ERN y Pe entre las tareas Go/NoGo y de flancos
- CAPÍTULO 5 Procesamiento de errores en la psicopatía subclínica

Capítulo 3

Planteamiento experimental

El estudio del procesamiento de errores en la psicopatía mediante potenciales evocados ha aportado resultados contradictorios hasta la fecha (Schulreich, 2016, para una revisión). Como se ha revisado anteriormente, los estudios llevados a cabo hasta el momento han empleado **distintas formas de evaluar y conceptualizar la psicopatía** (perspectiva unitaria vs. multidimensional), diferentes **muestras** —penitenciarias, población normal— así como **distintos paradigmas experimentales** —tareas de flancos cognitivas y afectivas, tareas de aprendizaje probabilístico, tareas Go/NoGo, etc.— que probablemente han dificultado encontrar un patrón consistente de asociaciones entre la amplitud de los componentes ERN y Pe y los rasgos psicopáticos.

En la presente tesis doctoral se pretende avanzar en esta cuestión adoptando (1) una aproximación multidimensional en la evaluación de la psicopatía —según el marco propuesto desde el MTP—, así como (2) el empleo de distintos paradigmas experimentales para la evaluación de los componentes ERN y Pe en una amplia muestra de estudiantes universitarios.

Respecto al primer punto, y como se ha revisado en el Capítulo 1, recientes propuestas teóricas en el marco del MTP han descrito los tres componentes del modelo en términos de sus bases neurobiológicas subyacentes (Patrick y Drislane, 2015; Patrick, Drislane y cols., 2012). Particularmente relevante para la presente tesis doctoral es la propuesta de una reducida amplitud de los componentes ERN (Hall y cols., 2007) y P300 en tareas de flancos (Nelson y cols., 2011) como indicadores fisiológicos del rasgo de vulnerabilidad externalizante (Patrick y Bernat, 2009, para una revisión). De acuerdo con los modelos duales (Fowles y Dindo, 2006; 2009; Patrick y Bernat, 2009), ambos indicadores deberían asociarse de forma selectiva a las características de desinhibición de la psicopatía en el marco del MTP, por lo que los estudios previos, al emplear una conceptualización unitaria del trastorno, quizás hayan podido pasar por alto la presencia de dichas asociaciones.

De los dos componentes electrocorticales relacionados con el procesamiento de errores, el ERN ha suscitado un mayor volumen de investigación que el Pe en estudios clínicos y de diferencias individuales (Olivet y Hajcak, 2008; van Noordt y Segalowitz, 2012; Weinberg, Dietrich, y cols., 2016, para revisiones). De forma similar a la investigación sobre la amplitud del ERN y el Pe en la psicopatía, la investigación en relación a otros cuadros psicopatológicos se caracteriza por una gran variabilidad en los paradigmas experimentales empleados, equipos de registro utilizados y la elección de parámetros para la cuantificación y derivación de los potenciales de interés —electrodo de referencia, línea de base y ventana temporal en la que los componentes son medidos, así como la forma de medir los mismos (p. ej., pico de máxima amplitud o amplitud media)—, o el número de componentes estudiados en un mismo estudio, lo que probablemente contribuya a la inestabilidad y

a la dificultad de replicación de algunos resultados en distintos grupos psicopatológicos (Weinberg, Dietrich y cols., 2016, para una discusión).

En el presente estudio se pretende minimizar algunas de estas limitaciones proponiendo las siguientes estrategias:

1. Estudiar el procesamiento de errores utilizando dos de los paradigmas cognitivos más frecuentemente empleados: tarea Go/NoGo y tarea de flancos.
2. Estudiar tanto los componentes específicamente anclados a la respuesta que ocurren durante el procesamiento de errores (ERN y Pe), como los componentes específicamente anclados al estímulo que ocurren durante el procesamiento de los estímulos en ambos paradigmas (N200 y P300).
3. Estudiar la covariación entre los componentes relacionados con el procesamiento de errores y de los estímulos medidos en ambas tareas.

En relación al primer punto, y especialmente relevante para estudios de diferencias individuales, existe una tendencia creciente a examinar la fiabilidad y validez convergente de los componentes ERN y Pe medidos en distintas tareas, ya que sus propiedades psicométricas parecen variar en función de los paradigmas experimentales empleados (cf. Meyer y cols., 2013; Riesel y cols., 2013). Estos resultados plantean la cuestión de si el ERN y el Pe constituyen fenómenos unitarios y genéricos relacionados con el procesamiento de errores o si, más bien, su amplitud y variabilidad pueden estar determinados por procesos únicos y específicos de distintos tipos de errores y demandas cognitivas de los distintos paradigmas comúnmente utilizados para medirlos (Riesel y cols., 2013; Weinberg, Dietrich, y cols., 2016, para una revisión). Este hecho se ha puesto de manifiesto en los estudios que han examinado el grado de **convergencia** —las correlaciones entre el mismo componente entre distintas tareas— del ERN y el Pe entre tareas. En general, las correlaciones observadas entre componentes a través de distintas tareas oscilan entre .33 y .54, para el ERN, y entre .37 y .58, para el Pe (Burwell y cols., 2016; Riesel y cols., 2013; Segalowitz y cols., 2010), lo que sugiere, por una parte, la presencia de cierta variabilidad compartida y, por otra, que una importante parte de la varianza en cada ERN o Pe es específica del paradigma experimental empleado para su medición (Riesel y cols., 2013).

Hasta el momento, que conozcamos, solo una investigación en el campo de estudio de la psicopatía ha evaluado la amplitud de los componentes ERN y Pe en dos tareas distintas en la misma muestra de participantes (cf. Munro y cols., 2007a). Los resultados de este estudio demostraron que el ERN medido tras los errores de discriminación de la información afectiva —reconocer si una cara era de ira o de miedo— era menor en el grupo de psicópatas encarcelados que en el grupo de

control, mientras que no se observaron diferencias entre grupos en la amplitud del ERN medido en una tarea de flancos de letras (Munro y cols., 2007a). Sin embargo, en este estudio se empleó una muestra reducida de pacientes encarcelados (N = 15, de los cuales solo 9 cumplían criterios de psicopatía según el PCL-R) y una perspectiva unitaria de la psicopatía, lo que limitó la posibilidad de examinar la contribución relativa de las características afectivo-interpersonales y de desviación social del trastorno en dicho déficit.

La aproximación adoptada en la presente investigación permitirá poner a prueba **la posible existencia de disociaciones dependientes del paradigma experimental en relación a las asociaciones entre los rasgos psicopáticos y los componentes ERN y Pe**, mediante el estudio de las asociaciones entre los distintos componentes sintomatológicos de la psicopatía propuestos desde el MTP y los componentes ERN y Pe medidos en una tarea Go/NoGo y en una tarea de flancos en el mismo grupo de participantes.

Respecto al segundo punto, y aunque actualmente existe una tendencia clara a estudiar tanto el ERN como el Pe de forma conjunta en estudios clínicos y de diferencias individuales, numerosos estudios publicados hasta la fecha han centrado su interés en el estudio de un solo componente, el ERN. Ambos componentes, como se ha revisado de forma extensa durante el Capítulo 2, representan correlatos electrocorticales de diferentes estadios del procesamiento de errores. Así, el ERN constituye una señal cerebral temprana que ha sido conceptualizada como el resultado de (a) la detección de un error (Coles y cols., 2001), (b) el conflicto generado por la coactivación de tendencias de respuesta incompatibles (Yeung y cols., 2004), (c) una señal de error cuando los resultados de las acciones son peor de lo esperado (Holroyd y Coles, 2002), (d) la desviación del resultado de una acción respecto al esperado en contextos donde los errores son infrecuentes (Alexander y Brown, 2010) o (e) la evaluación de la comisión de un error como una situación amenazante (p. ej., Weinberg y cols., 2012, 2016). El componente Pe, por otro lado, parece representar una señal más tardía relacionada con la asignación de recursos atencionales y la evaluación del significado motivacional sobre la comisión de un error, más ligado al procesamiento consciente de la comisión de errores (Overbeek y cols., 2005; Ullsperger y cols., 2010; Wessel, 2012). Así, en el presente proyecto de tesis se estudiarán de forma conjunta ambos componentes con el objetivo de caracterizar de forma precisa —complementando estos análisis con el estudio de los ajustes conductuales tras los errores (Danielmeier y Ullsperger., 2011)— el curso temporal del procesamiento de dos tipos de errores: (a) errores de inhibición de respuesta en una tarea Go/NoGo y (b) errores de discriminación inducidos por interferencia en una tarea de flancos.

Además del estudio de los potenciales evocados anclados a las respuestas erróneas, en la presente tesis se estudiarán también los índices electrocorticales relacionados con el procesamiento de los estímulos en ambos paradigmas. El proceso de monitorización de nuestra conducta ocurre de

forma continua, desde la asignación de recursos atencionales para el procesamiento de estímulos, la selección de los cursos de acción en función de las demandas de la tarea, a la evaluación del resultado de nuestras acciones y la implementación de acciones compensatorias cuando los resultados no son los esperados o se alejan de las metas establecidas (Ullsperger y cols., 2014). En este sentido, como también se ha revisado, existe una secuencia relativamente uniforme de componentes en diferentes estadios del procesamiento de los estímulos en distintas tareas de tiempo de reacción que parecen ser sensibles al conflicto de respuesta, como el componente N200 (Folstein y van Petten, 2008), o a la asignación de recursos atencionales y la actualización de representaciones en la memoria de trabajo de los estímulos objetivo —o la evaluación del proceso de inhibición de respuestas, según el paradigma empleado (Huster y cols., 2013)—, como el componente P300 (Polich, 2007).

Este punto está íntimamente ligado **al tercer objetivo de la presente tesis doctoral**, en el que se examinará el grado de covariación entre las distintas señales electrocorticales relacionadas con el procesamiento de los estímulos y de las respuestas erróneas en ambas tareas, con el objetivo de poder examinar el grado en que cada señal refleja procesos únicos o compartidos con otros componentes y el grado de especificidad de sus asociaciones con determinados rasgos psicopáticos.

De forma similar a los aspectos comentados en relación al primer punto, examinar la **correlación entre el mismo componente medido en diferentes tareas** es un aspecto importante para conocer hasta qué punto se puede hablar de un componente de forma genérica y unitaria, sin referencia explícita al paradigma experimental en el que éste es medido. Por otro lado, el estudio de la **covariación entre distintos componentes a través de distintas tareas** permite asimismo comprender el grado en que éstos miden procesos similares en distintas fases de la monitorización de la conducta. Como se ha revisado en el Capítulo 2, algunos modelos teóricos, como la teoría de la monitorización del conflicto, han propuesto mecanismos similares para explicar el significado funcional del ERN durante la comisión de errores y del N200 en condiciones de alto conflicto de respuesta donde finalmente se responde de forma correcta (Yeung y cols., 2004). También el componente Pe ha sido conceptualizado como un P300, reflejando probablemente la asignación de recursos atencionales para la evaluación de un evento infrecuente relevante, como es la comisión de un error en una tarea de tiempo de reacción (Overbeek y cols., 2005; Ridderinkhof y cols., 2009).

En este sentido, algunos estudios han examinado las correlaciones entre distintos potenciales relacionados con el procesamiento de los estímulos y de las respuestas en distintas tareas de tiempo de reacción (Burwell y cols., 2016; Cassidy y cols., 2012; Davies y cols., 2001; Yeung y cols., 2004). Por ejemplo, en algunos estudios el ERN y el N200 han demostrado correlaciones de hasta .60 (Yeung y cols., 2004), aunque en otros estudios el rango de correlaciones observadas ha sido menor, de .20 a .55 en una tarea de flancos en Davies y cols. (2001), y de .27 a .45 entre tareas Go/NoGo y de flancos en Burwell y cols. (2016). Por otro lado, la noción de que el P300 y el Pe representan fenó-

menos similares ha recibido bastante soporte empírico hasta la fecha, encontrándose correlaciones entre los dos componentes de hasta .77 en una tarea de flancos (Davies y cols., 2001), de .43 entre el P300 en una tarea *Oddball* y el Pe en una tarea de flancos (Cassidy y cols., 2012), o rangos de .42 a .70 entre distintos P300's y Pe's en tareas de flancos y *Go/NoGo* (Burwell y cols., 2016). De forma interesante, mediante análisis de componentes principales se ha encontrado evidencia de un componente principal en el que se agrupan distintos componentes P300 —medidos en tareas *Oddball*, *Go/NoGo* y de flancos— y Pe —medido en tareas *Go/NoGo* y de flancos— y en el que cada indicador individual presenta saturaciones elevadas (i. e., > .62; cf. Burwell y cols., 2016).

El estudio sistemático de la covariación entre señales electrocorticales se ha propuesto como una valiosa estrategia —además de otras aproximaciones, como el estudio sistemático de su fiabilidad— para clarificar el grado de solapamiento o singularidad de distintos componentes como marcadores psicofisiológicos de determinados constructos clínicos de interés (Patrick y Hajcak, 2016). De especial relevancia para la presente tesis es el hecho de que, recientemente, ha sido propuesta una estrategia de análisis que implica el estudio sistemático de la covarianza entre indicadores fisiológicos que muestren asociaciones fiables con determinados constructos psicológicos de interés y el empleo de métodos como el análisis factorial exploratorio para crear variables compuestas “*neurométricas*” (Nelson y cols., 2011) o “*psiconeurométricas*” —agregando también indicadores de autoinforme—, en concreto, de los constructos de desinhibición o vulnerabilidad externalizante (Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables, y cols., 2013) y del rasgo de miedo/ausencia de miedo (Yancey, Venables y Patrick., 2016), relevantes para las distintas manifestaciones sintomáticas de la psicopatía de acuerdo con los modelos duales (cf. Patrick y Bernat, 2009). Mediante esta aproximación se pretende comprender y redefinir estos constructos en términos neurobiológicos —con indicadores fisiológicos reflejo de procesos neurobiológicos de interés en distintas tareas— y psicológicos —mediante el empleo de tests psicológicos validados (autoinformes o entrevistas)— al tiempo que es posible evaluar también su poder predictivo en relación a otras variables fisiológicas, indicadores de autoinforme, o síntomas de distintos trastornos medidos mediante entrevistas (Patrick y Bernat, 2010; Patrick, Durbin, y cols., 2012).

En este estudio se analizará también la covariación entre los componentes estudiados en ambas tareas con el objetivo de (a) examinar el grado de solapamiento entre los potenciales evocados investigados y su estructura latente, (b) las asociaciones entre dichos factores y las dimensiones de la psicopatía propuestas desde el MTP, y (c) la singularidad de las asociaciones observadas entre cada componente por separado y las dimensiones de la psicopatía una vez controlada la contribución de los posibles factores latentes que explican la covariación entre los mismos. Esta estrategia permitirá comprobar la especificidad de cada componente estudiado como indicador psicofisiológico de los distintos componentes sintomatológicos de la psicopatía propuestos desde el MTP, lo que puede

tener implicaciones para la selección de tareas e indicadores fisiológicos en estudios destinados a redefinir y evaluar los constructos del modelo triárquico en múltiples dominios de medida (cf. Patrick y Drislane, 2015).

3.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El **objetivo principal** de esta investigación era examinar la existencia de **déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica** mediante el estudio de los potenciales evocados anclados a la comisión de respuestas erróneas y también de los potenciales evocados anclados a los estímulos en dos tareas cognitivas de tiempo de reacción en una muestra de participantes no institucionalizados. El marco teórico adoptado para conceptualizar y evaluar la psicopatía fue el recientemente formulado **modelo triárquico de la psicopatía** (MTP; Patrick y cols., 2009). De acuerdo con este propósito, se escogió la adaptación española del TriPM (Poy y cols., 2014) **como herramienta de evaluación de la psicopatía**.

Este objetivo principal, que se aborda para subsanar algunas limitaciones, y replicar y extender algunos resultados previos, cabe descomponerlo en los siguientes **objetivos específicos**:

- (1) Examinar la **fiabilidad y validez convergente de los componentes ERN y Pe entre tareas Go/NoGo y de flancos**, de forma similar a los procedimientos empleados por Riesel y cols. (2013), con el fin de comprobar la efectividad de las tareas para estudiar los componentes de interés y poner a prueba las hipótesis sobre sus asociaciones con la psicopatía (Capítulo 4).
- (2) Estudiar las **asociaciones tanto del ERN como del Pe con las tres dimensiones de la psicopatía propuestas desde el MTP en tareas Go/NoGo y de flancos**. Esta aproximación posibilita la detección de **posibles contribuciones únicas de determinados tipos de errores** —o de la tarea utilizada— en las asociaciones entre ambos índices electrocorticales y los rasgos psicopáticos (Capítulo 5).
- (3) Examinar, además de los potenciales evocados anclados a las respuestas erróneas —ERN y Pe—, **los potenciales evocados anclados a los estímulos en ambas tareas —N200 y P300—**, con el objetivo de caracterizar de forma completa el curso temporal del procesamiento de los estímulos y las respuestas en función de distintos rasgos psicopáticos (Capítulo 5).
- (4) Examinar la **covariación entre los componentes de interés anclados al estímulo y los anclados a la respuesta**, para comprender en profundidad la singularidad o el sola-

pamiento de las relaciones observadas entre cada componente —y de los factores latentes que explican su covariación— y los rasgos psicopáticos (Capítulo 5).

Para la consecución de estos objetivos específicos se plantearon dos **estudios experimentales** destinados a (1) examinar la fiabilidad y la validez del ERN y el Pe entre tareas Go/NoGo y de flancos (Capítulo 4) —objetivo específico 1— y (2) evaluar las asociaciones entre los componentes ERN y Pe, y N200 y P300, y los rasgos psicopáticos **en ambas tareas** en el mismo grupo de participantes **evaluados en psicopatía mediante el TriPM** (Capítulo 5) —objetivos específicos 2, 3 y 4.

3.2. PARTICIPANTES

La muestra total de participantes en esta investigación fue de 360 (74 hombres y 286 mujeres), estudiantes universitarios de edades comprendidas entre los 17 y los 50 años ($M = 20.69$, $DT = 4.81$) que cursaban el Grado en Psicología en la Universitat Jaume I de Castellón en los cursos académicos 2012-2013 y 2013-2014. Su participación fue compensada con puntos académicos.

Todos los participantes completaron una amplia batería de cuestionarios de evaluación de la psicopatía —incluyendo el TriPM— y de la personalidad normal durante el primer curso del Grado en Psicología. De la muestra de 360 estudiantes, 188 (37 hombres, 151 mujeres) completaron la batería de cuestionarios durante el curso académico 2012-2013 y 172 (37 hombres, 135 mujeres) durante el curso 2013-2014.

Se seleccionó una muestra de 51 estudiantes (25 mujeres, 26 hombres), con edades comprendidas entre los 17 y los 38 años ($M = 20.49$, $DT = 3.89$), para llevar a cabo un estudio piloto de las tareas Go/NoGo y de flancos inicialmente programadas durante el segundo cuatrimestre del curso 2012-2013 en las instalaciones del Laboratorio de Neurociencia Afectiva de la Universitat Jaume I.

Para la muestra experimental definitivas se seleccionaron 161 estudiantes (114 mujeres, 47 hombres) que realizaron la tarea Go/NoGo y la tarea de flancos de flechas descritas en el Capítulo 5 durante el primer y segundo cuatrimestre del curso 2013-2014. En esta muestra se exploraron las asociaciones entre los potenciales evocados de interés y los rasgos de psicopatía evaluados mediante el TriPM.

En la Tabla 3.1 se muestran los **estadísticos descriptivos** —puntuaciones medias, desviaciones típicas, y rangos de puntuación— de las puntuaciones en la versión española (Poy y cols., 2014) del TriPM (Patrick, 2010) para la muestra total de participantes y para hombres y mujeres por separado, así como la fiabilidad (α de Cronbach) de las puntuaciones de las tres escalas (Audacia, Maldad, Desinhibición) y la puntuación total del cuestionario. Todos los análisis que se resumen en este apartado se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS (Versión 23).

Tabla 3.1. Estadísticos descriptivos —media (*M*), desviación típica (*DT*) y rango de puntuaciones— y fiabilidad (α de Cronbach) de las puntuaciones total y por escalas del TriPM para la muestra total y para hombres y mujeres por separado, y los estadísticos *t* para muestras independientes.

TriPM	N° Items	α	Muestra total (N = 360)		Hombres (N = 74)		Mujeres (N = 286)		<i>t</i>
			<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	
Audacia	19	.81	28.31 (8.51)	3-51	32.03 (9.06)	8-48	27.34 (8.11)	3-51	4.32**
Maldad	19	.81	10.49 (6.62)	0-42	14.23 (7.81)	1-42	9.52 (5.91)	0-36	5.70**
Desinhibición	20	.80	15.72 (7.99)	0-40	17.35 (8.50)	0-39	15.30 (7.81)	0-40	1.97*
Total	58	.85	54.52 (15.88)	14-106	63.61 (16.72)	30-106	52.16 (14.81)	14-100	5.77**

Nota: * $p < .05$; ** $p < .0001$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

3.3. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

A continuación se proporciona una descripción de los distintos instrumentos utilizados:

Autoinformes de evaluación de la psicopatía:

- ***Triarchic Psychopathy Measure*** (TriPM; Patrick, 2010): El TriPM es una medida de 58 ítems diseñada para evaluar los constructos fenotípicos de audacia, maldad y desinhibición propuestos desde el modelo triárquico de la psicopatía (Patrick y cols., 2009). Los ítems se contestan en una escala tipo Likert de 4 puntos: *Verdadero*, *Más verdadero que falso*, *Más falso que verdadero* y *Falso*. La adaptación española del TriPM ha demostrado que las escalas de Audacia-TriPM, Maldad-TriPM y Desinhibición-TriPM muestran una alta fiabilidad, así como un patrón de validez convergente y discriminante consistente con las predicciones teóricas del modelo triárquico de la psicopatía en relación al modelo de los cinco factores de la personalidad (cf. Poy y cols., 2014) y a otros cuestionarios de psicopatía y personalidad (cf. Esteller y cols., 2016).
- ***Psychopathic Personality Inventory – Revised*** (PPI-R; Lilienfeld y Widows, 2005): Este cuestionario evalúa rasgos de la personalidad psicopática mediante 154 ítems que se puntúan en una escala tipo Likert de 4 puntos: *Falso*, *Más falso que verdadero*, *Más verdadero que falso* y *Verdadero*. Este autoinforme proporciona puntuaciones en 8 escalas de contenido: Influencia

Social, Ausencia de Miedo, Inmunidad al Estrés, Frialdad Emocional, Egocentrismo Maquiavélico, Inconformismo Rebelde, Externalización de la Culpa y Ausencia Despreocupada de Planes. Los estudios de análisis factorial (Benning y cols., 2003; Lilienfeld y Widows, 2005) han demostrado que 7 de estas 8 subescalas se agrupan en torno a dos factores: PPI-R-I ‘Dominancia/Ausencia de Miedo’ y PPI-R-II ‘Impulsividad Egocéntrica’. La adaptación española del PPI-R (López, 2010) ha confirmado una adecuada fiabilidad y validez convergente y discriminante de las escalas de contenido y de los factores en distintos estudios (Esteller, 2014; López, 2010; López y cols., 2013). En la muestra total de esta tesis, los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones total, en el factor PPI-R-I y en el factor PPI-R-II fueron .89, .88 y .89, respectivamente; los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones de las escalas de contenido se situaron entre .81 (Ausencia Despreocupada de Planes) y .88 (Externalización de la Culpa).

- **Levenson Self-Report Psychopathy Scale** (LSRP; Levenson y cols., 1995): Esta medida de psicopatía fue desarrollada para evaluar actitudes y creencias psicopáticas en muestras de adultos no institucionalizados. Consta de 26 ítems que se agrupan en dos escalas —**psicopatía primaria** (16 ítems) y **secundaria** (10 ítems)— diseñadas para evaluar, de forma similar a los factores del PCL-R, el componente afectivo/interpersonal y el de desviación social de la psicopatía, respectivamente. Los ítems se puntúan en una escala tipo Likert de 4 puntos, desde 1 (*Totalmente en desacuerdo*) hasta 4 (*Totalmente de acuerdo*). Estudios de nuestro laboratorio han demostrado una adecuada fiabilidad y validez convergente y discriminante de la versión española del LSRP (p. ej., Ross, Moltó, Poy, Segarra, Pastor y Montañés, 2007). En esta muestra, los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones total, en psicopatía primaria y en psicopatía secundaria fueron .82, .80 y .68, respectivamente.
- **NEO PI-R Psychopathy Resemblance Index** (PRI; Miller y cols., 2001): El PRI es una correlación Q intraclase que refleja el grado de similitud entre el perfil individual de una persona en el NEO PI-R y la descripción generada por expertos del psicópata prototípico —hombre y mujer— en el marco del modelo de los cinco factores de la personalidad a partir de las 30 facetas del NEO PI-R. Las puntuaciones en este índice varían de -1 a 1, con puntuaciones cercanas a 1 indicando una mayor similitud con el prototipo (cf. Miller y cols., 2001). Estudios previos de nuestro laboratorio han establecido la validez de constructo del PRI como puntuación global válida de psicopatía en muestras de estudiantes universitarios, demostrando que correlaciona alta y positivamente con otros instrumentos de psicopatía, de forma negativa con medidas de ansiedad y miedo, y de forma positiva con medidas de impulsividad y conductas externalizantes (Poy y cols., 2014; Ribes y cols., 2011). En esta muestra, el rango de las puntuaciones en el PRI osciló de -.78 a .38 ($M = -0.28$, $DT = 0.22$).

Autoinformes de evaluación de la personalidad:

- **Revised NEO Personality Inventory** (NEO PI-R; Costa y McCrae, 1992; versión española, Costa y McCrae, 1999): El NEO PI-R es un instrumento de evaluación de 240 ítems que proporciona puntuaciones en cada uno de los cinco dominios de la personalidad del modelo de los cinco factores: **Neuroticismo (N)**, **Extraversión (E)**, **Apertura a la Experiencia (O)**, **Amabilidad (A)** y **Responsabilidad (C)**. Además, proporciona puntuaciones en cada una de las 30 facetas que componen los dominios —6 facetas por dominio. Los ítems se contestan en una escala Likert de 5 puntos que varían desde ‘*Totalmente en desacuerdo*’ hasta ‘*Totalmente de acuerdo*’. En el presente estudio, sólo se consideraron las puntuaciones en los cinco dominios para caracterizar las puntuaciones de las escalas de Audacia, Maldad y Desinhibición del TriPM. Las puntuaciones en cada una de las 30 facetas se emplearon para calcular el PRI (cf. Miller y cols., 2001), descrito anteriormente. En la muestra total de la presente tesis, los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones en los dominios se situaron entre .85 (Apertura a la Experiencia) y .91 (Responsabilidad y Neuroticismo).
- **Sensitivity to Punishment and Sensitivity to Reward Questionnaire** (SPSRQ; Torrubia, Ávila, Moltó y Caseras, 2001): Es un cuestionario de personalidad diseñado para evaluar las diferencias individuales en las dimensiones de ansiedad e impulsividad propuestas por J. A. Gray (1970, 1987). Consta de 48 preguntas acerca de situaciones de la vida cotidiana ante las cuales los sujetos responden ‘*si*’ o ‘*no*’ en función de su forma de pensar, sentir o actuar. Los ítems se agrupan en dos escalas de 24 ítems: la escala de **Sensibilidad al Castigo** (*Sensitivity to Punishment*; SP) evalúa diferencias individuales en la dimensión de ansiedad, y la escala de **Sensibilidad a la Recompensa** (*Sensitivity to Reward*; SR) evalúa las diferencias en la dimensión de impulsividad. En esta muestra, los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones en estas escalas fueron, respectivamente, .85 y .79.
- **State-Trait Anxiety Inventory** (STAI; Spielberger, Gorsuch y Lushene., 1970), **escala de ansiedad-rasgo** (STAI-R): Esta escala está compuesta por 20 frases que hacen referencia a distintos componentes —cognitivos y somáticos— de la ansiedad como rasgo de personalidad. La persona utiliza una escala de respuesta de 4 opciones: *casi nunca*, *a veces*, *a menudo* y *casi siempre*.
- **Barratt Impulsiveness Scale 11** (BIS-11; Patton, Stanford y Barratt, 1995): Se trata de un cuestionario de 30 ítems diseñado para evaluar distintas dimensiones del constructo de **impulsividad**: Impulsividad Cognitiva (i. e., tendencia a no reflexionar), Impulsividad Motora (i. e., dificultad para inhibir y regular conductas) e Impulsividad No Planeada (i. e., incapacidad de planear acciones futuras). Cada ítem tiene 4 opciones de respuesta para indicar el grado en que cada pregunta se aplica a cada sujeto desde ‘*raramente o nunca*’ hasta ‘*siempre o*

casi siempre'. Los coeficientes α de Cronbach para las puntuaciones en la muestra total de esta investigación fueron .76 (BIS-11 total), .34 (Impulsividad Cognitiva), .76 (Impulsividad Motora) y .62 (Impulsividad no Planeada).

3.3.1. Consistencia interna de las puntuaciones en las escalas del TriPM

Los datos para la muestra total de participantes mostraron una adecuada fiabilidad de las puntuaciones total y en las escalas del TriPM (véase la Tabla 3.1), muy similar a estudios previos en muestras de universitarios que han empleado la traducción española del TriPM (cf. Poy y cols., 2014), así como de los obtenidos en muestras norteamericanas de estudiantes universitarios (cf. Sellbom y Phillips, 2013) y penitenciarias (cf. Stanley y cols., 2013). De acuerdo también con la investigación previa, los hombres puntuaron significativamente más alto en todas las escalas y en la puntuación total del TriPM (cf. Poy y cols., 2014; véase también Esteller y cols., 2016).

Las correlaciones entre las escalas del TriPM fueron: $r(360) = .15, p < .01$ entre Audacia-TriPM y Maldad-TriPM; $r(360) = .05, p = .31$ entre Audacia-TriPM y Desinhibición-TriPM; y $r(360) = .46, p < .0001$ entre Maldad-TriPM y Desinhibición-TriPM. Estas interrelaciones son paralelas a la propuesta teórica sobre el solapamiento de los tres constructos fenotípicos del MTP (cf. Patrick y cols., 2009) y en el rango de las observadas en estudios previos (Patrick, 2010; Patrick y Drislane, 2015, para una revisión). A pesar de las diferencias de género en las puntuaciones en todas las escalas del TriPM, las correlaciones entre las mismas no fueron significativamente distintas entre hombres y mujeres, comprobado mediante la transformación de Fisher (1921) r -a- z para muestras independientes, z s de -1.1 a 0.3, $ps > .27$.

3.3.2. Validez convergente y discriminante de las puntuaciones en las escalas del TriPM

En la Tabla 3.2 se muestran los resultados de los análisis correlacionales y de regresión múltiple realizados para comprobar las asociaciones entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y **otros cuestionarios de psicopatía**, con objeto de establecer la validez convergente y discriminante de las puntuaciones de Audacia-TriPM, Maldad-TriPM y Desinhibición-TriPM. En la Tabla 3.3. se hace lo propio en relación a **otros cuestionarios de personalidad**. Las tablas se presentan para la muestra total de 360 participantes, sin diferenciar por género, para facilitar la presentación y comprensión de los datos^{3.1}. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico SPSS (versión 23).

^{3.1} No obstante, dado que los hombres puntuaron significativamente más alto en todas las escalas de contenido del TriPM, como se ha visto anteriormente, los análisis también se realizaron de forma separada para hombres y para mujeres. Las comparaciones entre las correlaciones mediante la transformación de r -a- z de Fisher para muestras independientes demostraron que, de las 82 correlaciones examinadas, únicamente 3 difirieron de forma significativa entre hombres y mujeres.

Tabla 3.2. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y los cuestionarios de psicopatía en la muestra total (N = 360).

Medida	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R^2
	r	β	r	β	r	β	
PPI-R							
PPI-R Puntuación Total	.55**	.48**	.59**	.36**	.52**	.33**	.65**
PPI-R-I (D/A)	.79**	.78**	.24**	.10	.14*	.05	.64**
Inmunidad al Estrés	.55**	.56**	.02	.09	-.25**	-.32**	.39**
Ausencia de Miedo	.41**	.37**	.37**	.26**	.27**	.13	.28**
Influencia Social	.67**	.68**	.08	-.12	.21**	.23**	.49**
PPI-R-II (I/E)	.14*	.07	.51**	.26**	.65**	.52**	.48**
Egocentrismo Maquiavélico	.18*	.10	.57**	.42**	.50**	.30**	.40**
Inconformismo Rebelde	.38**	.34**	.32**	.13	.39**	.31**	.29**
Externalización de la Culpa	-.22**	-.24**	.13	.00	.34**	.35**	.17**
Ausencia Despreocupada de planes	.03	-.01	.35**	.15**	.52**	.45**	.28**
Frialdad Emocional	.20**	.11	.60**	.68**	.12	-.19**	.40**
LSRP							
LSRP puntuación total	.09	.00	.59**	.48**	.48**	.25**	.39**
LSRP psicopatía primaria	.13	.05	.55**	.52**	.29**	.06	.30**
LSRP psicopatía secundaria	-.00	-.06	.43**	.23**	.56**	.45**	.35**
PRI							
	.66**	.59**	.54**	.33**	.44**	.26**	.68**

Nota: * $p < .01$; ** $p < .0001$. Las correlaciones de Pearson (r) reflejan las correlaciones bivariadas entre la puntuación de cada escala del TriPM con las medidas criterio. Los coeficientes beta estandarizados (β) proceden de modelos de regresión múltiple con las tres puntuaciones en las escalas del TriPM como predictores de las medidas criterio, y reflejan la contribución única de cada puntuación por escala del TriPM —tras controlar la varianza compartida entre las mismas— en la predicción de cada medida criterio. La correlación múltiple ajustada (R^2) en cada modelo de regresión indica la varianza total explicada por las tres puntuaciones en las escalas del TriPM. TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010); PPI-R = *Psychopathic Personality Inventory-Revised*; PPI-R-I (D/A) = factor de Dominancia/Ausencia de Miedo; PPI-R-II (I/E) = factor de Impulsividad Egocéntrica (cf. Lilienfeld y Widows, 2005; López, 2010); LSRP = *Levenson Self-Report Psychopathy Scale* (Levenson y cols., 1995); PRI = *Psychopathy Resemblance Index* (Miller y cols., 2001).

Tabla 3.3. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y los cuestionarios de personalidad en la muestra total ($N = 360$).

Medida	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R^2
	r	β	r	β	r	β	
	NEO PI-R						
Neuroticismo	-.55**	-.57**	.11	-.00	.41**	.44**	.49**
Extraversión	.50**	.52**	-.06	-.22**	.09	-.17*	.29**
Apertura a la Experiencia	.35**	.39**	-.16*	-.25**	-.01	.08	.17**
Amabilidad	-.28**	-.20**	-.57**	-.48**	-.37**	-.14*	.38**
Responsabilidad	.08	.13*	-.39**	-.19*	-.57**	-.49**	.36**
SPSRQ							
Sensibilidad al Castigo (SP)	-.64**	-.64**	-.07	.02	-.02	.00	.40**
Sensibilidad a la Recompensa (SR)	.24**	.20**	.35**	.13*	.48**	.40**	.28**
STAI-R							
STAI-R	-.54**	-.57**	.10	.03	.32**	.34**	.42**
BIS-11							
BIS-11 Total	.20**	.17*	.30**	.00	.61**	.60**	.39**
Impulsividad Cognitiva	.00	-.02	.20**	.02	.40**	.39**	.16**
Impulsividad Motora	.12	.11	.16*	-.12	.54**	.59**	.31**
Impulsividad No Planificada	.28**	.24**	.30**	.13	.38**	.32**	.22**

Nota: * $p < .01$; ** $p < .0001$. Las correlaciones de Pearson (r) reflejan las correlaciones bivariadas entre la puntuación de cada escala del TriPM con las medidas criterio. Los coeficientes beta estandarizados (β) proceden de modelos de regresión múltiple con las tres puntuaciones en las escalas del TriPM como predictores de las medidas criterio, y reflejan la contribución única de cada puntuación por escala del TriPM —tras controlar la varianza compartida entre las mismas— en la predicción de cada medida criterio. La correlación múltiple ajustada (R^2) en cada modelo de regresión indica la varianza total explicada por las tres puntuaciones en las escalas del TriPM. TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010); NEO PI-R = *Revised NEO Personality Inventory* (Costa y McCrae, 1992); SPSRQ = *Sensitivity to Punishment and Sensitivity to Reward Questionnaire* (Torrubia y cols., 2001); STAI-R = *Trait Anxiety Inventory* (Spielberger y cols., 1970) BIS-11 = *Barratt Impulsiveness Scale 11* (Patton y cols., 1995).

Las puntuaciones en las tres escalas del TriPM aparecieron representadas en distintos grados en **otros instrumentos de evaluación de la psicopatía**, de forma consistente con las predicciones teóricas del modelo (Patrick y cols., 2009) y con estudios previos que han examinado las asociaciones del TriPM con otros instrumentos de evaluación de la psicopatía (Crego y Widiger, 2014; Drislane y cols., 2014; Lilienfeld y cols., 2016; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley y cols., 2013). Así, la escala de Audacia-TriPM correlacionó en la misma medida que las otras dos escalas del TriPM con medidas de autoinforme de psicopatía que no se construyeron para evaluar el mismo constructo de psicopatía que mide el PCL-R (como sí lo es el LSRP, empleado en esta investigación; véase Lilienfeld y cols., 2016, para un meta-análisis).

En concreto, las puntuaciones en la escala de **Audacia-TriPM** contribuyeron de forma única —y en la misma medida, o incluso de forma superior que las otras escalas del TriPM— en la predicción del PRI y de las puntuaciones totales del PPI-R, al tiempo que no se asociaron de forma significativa ni con las puntuaciones totales ni con las escalas del LSRP —instrumento construido teóricamente para evaluar el constructo de psicopatía que evalúa el PCL-R (cf. Levenson y cols., 1995)—, en la misma línea de los resultados obtenidos en estudios previos en muestras penitenciarias y de estudiantes universitarios (Crego y Widiger, 2014; Drislane y cols., 2014; Poy y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley y cols., 2013). Consistente con la propuesta de que el constructo de audacia aparece representado fundamentalmente en el constructo de Dominancia/Ausencia de Miedo del PPI-R (cf. Patrick y cols., 2009), las puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM correlacionaron de forma alta con las puntuaciones en este factor y en las subescalas que lo componen, esto es, Inmunidad al Estrés, Influencia Social y Ausencia de Miedo.

En **términos de personalidad**, las puntuaciones en la escala de **Audacia-TriPM** demostraron asociaciones robustas con la elevada Extraversión y con el bajo Neuroticismo, la baja Sensibilidad al Castigo y la ausencia de ansiedad. De forma colectiva, estos resultados corroboran que el constructo de audacia evalúa las características de bajo miedo y la ausencia de inhibiciones conductuales ante señales de castigo, la baja ansiedad y la resiliencia en situaciones estresantes y la dominancia interpersonal y serenidad en situaciones sociales (Patrick y cols., 2009). Estas características de ajuste positivo también se asociaron y contribuyeron de forma única en la predicción de algunos rasgos desadaptativos, como la baja Amabilidad —consistente con la evidencia de que el alto antagonismo es el principal descriptor de la psicopatía, y que en estudios previos se ha asociado particularmente a las bajas modestia y franqueza, dos de sus facetas (cf. Poy y cols., 2014)—, o a actitudes contrarias a la autoridad y la tendencia a desafiar las normas sociales —como demostró la contribución única en la predicción de la escala de Inconformismo Rebelde del PPI-R (cf. Drislane y cols., 2014; véanse también Almeida y cols., 2015; Drislane y cols., 2014; Miller y cols., 2016; Poy y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley y cols., 2013; Strickland y cols., 2013).

Por otro lado, las puntuaciones en la escala de **Maldad-TriPM** se asociaron de forma más específica con la escala de psicopatía primaria del LSRP y, en especial, con las subescalas de Egocentrismo Maquiavélico y Frialdad Emocional del PPI-R. Este patrón de resultados es consistente con la propuesta de que el constructo de Maldad está directamente representado en los instrumentos que evalúan las características afectivo/interpersonales de la psicopatía similares al PCL-R (Patrick y cols., 2009), y que miden de forma directa rasgos como el egocentrismo, la manipulación, la deshonestidad y la falta de empatía y conexión social con los demás, más que características relacionadas con un ajuste psicológico positivo (Crego y Widiger, 2014; Drislane y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley y cols., 2013). En términos de personalidad, este constructo se asoció especialmente con la baja Amabilidad, y en menor medida, con la baja Extraversión. De forma colectiva estos resultados son consistentes con la descripción del constructo de Maldad principalmente en términos de un estilo interpersonal caracterizado por el alto antagonismo, la baja cordialidad y la explotación y manipulación de los demás en beneficio propio, así como la ausencia de empatía, y en menor medida, con la ausencia de miedo (Almeida y cols., 2015; Drislane y cols., 2014; Donnellan y Burt, 2016; Esteller y cols., 2016; Miller y cols., 2016; Poy y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Sica y cols., 2015; Stanley y cols., 2013; Strickland y cols., 2013).

Por su parte, las puntuaciones en la escala de **Desinhibición-TriPM** se asociaron de forma más clara y diferencial con las puntuaciones en las características de 'Factor 2' de la psicopatía, concretamente con la escala de Psicopatía Secundaria del LSRP, y el factor de Impulsividad Egocéntrica del PPI-R —especialmente con las escalas de Externalización de la Culpa y Ausencia Despreocupada de Planes—, además de mostrar asociaciones negativas con las características de baja ansiedad de la psicopatía. Colectivamente, estos resultados son ampliamente consistentes con la propuesta teórica de que este dominio refleja el componente externalizante de la psicopatía (Patrick y cols., 2009), marcado por la elevada ansiedad y la baja tolerancia al estrés, la alienación y la falta de control y planificación de la conducta (Crego y Widiger, 2014; Drislane y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Stanley y cols., 2013). Confirmando estas asociaciones, las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM correlacionaron de forma elevada y positiva con el Neuroticismo y la Ansiedad, así como con todas las medidas de impulsividad y Sensibilidad a la Recompensa empleadas en este estudio, y de forma negativa con la Responsabilidad. Este conjunto de características asociadas a la escala de Desinhibición-TriPM corroboran que el constructo que evalúa este instrumento se asocia de forma directa a medidas y rasgos desadaptativos relacionados con el bajo control de los impulsos característico de los cuadros externalizantes (cf. Krueger, 1999; Krueger y cols., 2007), además de —y al contrario que las escalas de Audacia y Maldad— a una mayor vulnerabilidad a sufrir problemas de ansiedad y relacionados con el alto neuroticismo (Almeida y cols., 2015; Drislane y cols., 2014; Donnellan y Burt, 2016; Esteller y cols., 2016; Miller y cols., 2016; Poy y cols., 2014; Sellbom y Phillips, 2013; Sica y cols., 2015; Stanley y cols., 2013; Strickland y cols., 2013).

En suma, los resultados obtenidos en el presente estudio corroboran que las puntuaciones en las tres escalas de la adaptación española (cf. Poy y cols., 2014) del TriPM (Patrick, 2010) muestran un patrón de asociaciones con otros instrumentos de evaluación de la psicopatía y de personalidad ampliamente consistente con las predicciones teóricas (cf. Patrick y cols., 2009), así como con los resultados empíricos publicados hasta la fecha (cf. Patrick y Drislane, 2015, para una revisión), incluyendo los obtenidos en muestras de estudiantes universitarios evaluados en psicopatía mediante la versión española del TriPM (véanse Esteller y cols., 2016; Poy y cols., 2014). De forma importante, el patrón de asociaciones encontrado fue altamente similar para hombres y mujeres^{3.2}(véase también Poy y cols., 2014). Estos resultados demuestran la adecuación del instrumento de evaluación de la psicopatía escogido en este trabajo para examinar las asociaciones entre los tres componentes fenotípicos del MTP y los índices electrocorticales relacionados con el procesamiento de errores y de estímulos que se describirá en el Capítulo 5.

3.4. PROCEDIMIENTO

Al inicio de los cursos académicos 2012-2013 y 2013-2014, los alumnos de 1º de Grado en Psicología fueron informados de la posibilidad de participar de forma voluntaria en una investigación que se llevaría a cabo en dos etapas en el Laboratorio de Neurociencia Afectiva de la Universitat Jaume I.

En la primera etapa, realizada durante el primer cuatrimestre de cada curso académico, se recogieron los datos de autoinforme sobre las variables de psicopatía y personalidad normal mediante pases grupales (de 20 a 50 participantes) de los cuestionarios.

Durante el curso 2012-2013, el pase de cuestionarios se realizó mediante papel y lápiz, mientras que durante el curso 2013-2014 se recogieron las respuestas de los participantes por ordenador, en línea, a través de un sitio *web* desarrollado mediante el software de código abierto *Joomla!*. En primer lugar, los participantes leían y firmaban el consentimiento de participación. Posteriormente, el experimentador leía las instrucciones para la administración de los cuestionarios y los participantes disponían de tres horas para responder a los cuestionarios. A cada participante se le asignaba un código numérico para asegurar su anonimato. Al finalizar la sesión de cuestionarios, los participantes proporcionaban un número de teléfono para contactar con ellos a la hora de realizar la segunda etapa de la investigación.

^{3.2} En este estudio, únicamente se obtuvieron diferencias significativas entre hombres y mujeres en las correlaciones entre las puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM y en la subescala del PPI de Ausencia Despreocupada de Planes (hombres = -.28, mujeres = .09; Fisher $r_a \zeta = 2.77, p < .01$); entre la escala de Maldad-TriPM y la subescala del PPI de Frialdad Emocional (hombres = .69, mujeres = .51; Fisher $r_a \zeta = 2.05, p < .05$); y entre la escala de Audacia-TriPM y el dominio de Responsabilidad del NEO PI-R (hombres = .32, mujeres = .04; Fisher $r_a \zeta = 2.04, p < .05$).

Los consentimientos y los cuestionarios se almacenaron de forma separada en ambas sesiones. Los cuestionarios de cada participante se identificaron asociándolos al número de teléfono que proporcionaban al terminar la sesión.

En la segunda etapa, realizada durante el segundo cuatrimestre del curso 2012-2013 y durante el curso 2013-2014, se contactó con algunos participantes por teléfono y se les citó individualmente para participar en una sesión de laboratorio de unas dos horas de duración. La participación en cada una de las etapas fue compensada con 0.5 puntos en la calificación de las notas de prácticas de las asignaturas de Percepción y Atención y de Psicología del Aprendizaje de 1º de Grado en Psicología.

Los primeros 51 participantes contactados formaron parte de un estudio piloto para poner a prueba las tareas Go/NoGo y de flancos de letras inicialmente programadas durante el segundo cuatrimestre del curso 2012-2013 en las instalaciones del Laboratorio de Neurociencia Afectiva de la Universitat Jaume I.

Tras la recogida de los datos de esta muestra piloto se analizaron los datos conductuales, la fiabilidad y las relaciones entre los componentes ERN y Pe en ambas tareas, con el objetivo de estudiar la efectividad de las tareas seleccionadas para generar un suficiente número de errores y estudiar los componentes de interés de forma fiable. Los resultados de los análisis de este grupo de participantes fueron presentados en formato póster en el *54th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research* (SPR), celebrado en Atlanta, Georgia, durante los días 10 al 14 de septiembre de 2014 (véase Ribes, Poy, Segarra, Fonfría, Esteller, Ventura y Moltó, 2014). El objetivo de este estudio, las tareas empleadas, y los resultados obtenidos aparecen descritos en detalle en el Capítulo 4. Los resultados de estos análisis motivaron cambios en la elección final de las tareas para responder al objetivo principal del presente estudio. Las razones de dichos cambios se explican en mayor detalle en el Capítulo 4.

Los 161 participantes que formaron la muestra experimental definitiva realizaron la tarea Go/NoGo y la tarea de flancos de flechas que se describen en el Capítulo 5. Este capítulo constituye el núcleo de esta tesis, que es investigar **la presencia de déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica**.

Los objetivos, así como las hipótesis específicas de esta investigación y la metodología, procedimientos y estrategia de análisis estadísticos para ponerlas a prueba se explican en detalle en cada estudio en los Capítulos 4 y 5.

Capítulo 4

Fiabilidad y validez convergente de los componentes ERN y Pe entre las tareas Go/NoGo y de flancos

El objetivo de este estudio es examinar la fiabilidad y la convergencia entre los componentes ERN y Pe de los potenciales evocados medidos en una tarea de inhibición de respuestas Go/NoGo y en una tarea de flancos de letras. Los resultados de este estudio se presentaron en el 54th *Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research* (SPR), en formato de póster (véase Ribes y cols., 2014).

4.1. INTRODUCCIÓN

Los componentes ERN y Pe, como se ha visto en el Capítulo 2, representan correlatos neurales de distintos estadios del procesamiento de errores (Falkenstein y cols., 2000; Gehring y cols., 2012; Overbeek y cols., 2005). Hasta la fecha se han publicado numerosos trabajos de investigación destinados a examinar déficits en el procesamiento de errores asociados a varios cuadros psicopatológicos y rasgos de personalidad (véanse Olvet y Hajcak, 2008; van Noordt y Segalowitz, 2012; Weinberg, Dieterich y cols., 2016), para revisiones). Así, en este tipo de estudios se realizan inferencias sobre el probable funcionamiento anormal de las estructuras cerebrales vinculadas funcionalmente con el procesamiento de errores a partir de las asociaciones encontradas entre los componentes ERN y Pe con variables de personalidad o distintos cuadros psicopatológicos (Weinberg, Dieterich y cols., 2016).

En términos generales, descubrir y entender los mecanismos cerebrales que subyacen a algunas formas de psicopatología a partir de la información que se obtiene mediante potenciales evocados depende en gran parte de la fiabilidad que éstos muestran, así como de los factores contextuales que afectan a la misma (población de estudio, paradigma experimental empleado, etc.; véase Clayson y Miller, 2017).

Numerosos estudios han examinado las propiedades psicométricas de los componentes ERN y Pe, y han demostrado que ambos presentan una excelente consistencia interna y una adecuada estabilidad temporal en distintas poblaciones (Baldwin y cols., 2015; Cassidy y cols., 2012; Larson y cols., 2010; Meyer y cols., 2013; Olvet y Hajcak, 2009a, 2009b; Pontifex y cols., 2010; Riesel y cols., 2013; Rietdijk y cols., 2014; Segalowitz y cols., 2010; Weinberg y Hajcak, 2011). Muchos de estos estudios se han centrado en examinar las propiedades psicométricas del ERN y el Pe en el mismo paradigma.

Ambos componentes, sin embargo, se pueden observar y medir en diferentes paradigmas experimentales. La cuestión de la fiabilidad y del nivel de convergencia del ERN y del Pe entre tareas es

relevante para los estudios destinados a examinar las asociaciones de ambos índices electrofisiológicos del procesamiento de errores con distintos grupos psicopatológicos, debido a que (1) las propiedades psicométricas de ambos componentes pueden variar de un paradigma a otro y (2) el grado en que el ERN o el Pe medidos en distintas tareas contienen varianza específica ligada al tipo de error o paradigma experimental empleado ha sido poco estudiado hasta la fecha.

Recientemente han sido publicados dos estudios que examinan las propiedades psicométricas del ERN y del Pe en varios paradigmas experimentales y su nivel de convergencia (Meyer y cols., 2013; Riesel y cols., 2013). Como se ha descrito anteriormente (Capítulo 2), el componente ERN medido en tareas de flancos presenta una magnitud más estable —respecto al gran promedio de todos los ensayos— y alcanza niveles adecuados de fiabilidad (α de Cronbach de .70) incluyendo menos ensayos en los promedios, comparado con tareas Go/NoGo o Stroop (Meyer y cols., 2013). De forma similar, Riesel y cols. (2013), empleando el método de las dos mitades para estimar la fiabilidad del ERN y del Pe en tareas de flancos, Go/NoGo y Stroop, demostraron una mayor fiabilidad para el ERN en la tarea de flancos (.81), seguido de la tarea Stroop (.69) y de la Go/NoGo (.60). Por su parte, el componente Pe también demostró una mayor fiabilidad en la tarea de flancos (.87), seguido de la Go/NoGo (.73) y de la tarea Stroop (.58). El rango de correlaciones observadas para el ERN entre tareas osciló entre .33 y .43, mientras que para el Pe se obtuvieron correlaciones de .37 a .49 (cf. Riesel y cols., 2013). Otros estudios han encontrado correlaciones similares o algo superiores tanto para el ERN —de .54 (Segalowitz y cols., 2010) a .47 (Burwell y cols., 2016)— como para el Pe —de .58 (Burwell y cols., 2016)— entre tareas Go/NoGo y de flancos.

Estos datos implican que, aunque existe una importante proporción de varianza compartida entre tareas para cada componente, cada tarea contribuye a la variabilidad que se observa en cada componente de forma única y específica (Riesel y cols., 2013). Por tanto, las asociaciones de cada componente con otras variables pueden depender del paradigma experimental que se emplee para medirlo.

De forma notable, los estudios citados han examinado principalmente las propiedades psicométricas del ERN y del Pe en las áreas en las que estos componentes muestran una mayor actividad o son de máxima amplitud: en FCz para el ERN y en Pz para el Pe (Burwell y cols., 2016; Riesel y cols., 2013). Sin embargo, la literatura sobre las asociaciones entre la amplitud de ambos componentes y diversos cuadros psicopatológicos se caracteriza por evaluarlos en las distintas áreas donde pueden ser medidos, además de incluir variaciones significativas en otros aspectos, como los equipos de registro y los parámetros para cuantificar la actividad cerebral: líneas de base, ventanas temporales, etc., (cf. Weinberg, Dieterich y cols., 2016).

Por tanto, no sólo es importante examinar la fiabilidad y el grado de convergencia entre tareas del ERN y del Pe en las áreas en las que estos componentes son máximos, sino también en las áreas

vecinas en las que pueden mostrar su actividad. En este sentido, en el estudio de Riesel y cols. (2013) se reveló mediante mapas topográficos de correlaciones que la mayor convergencia entre tareas para el ERN se observa en FCz. Por otro lado, la fiabilidad del ERN y del Pe en una tarea de flancos estimada mediante el método de las dos mitades ha demostrado ser menor en Fz para ambos componentes que en otras áreas (cf. Olvet y Hajcak, 2009b).

4.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El presente estudio pretende replicar y extender resultados previos sobre la fiabilidad y validez convergente del ERN y del Pe entre tareas Go/NoGo y de flancos (Riesel y cols., 2013). Para ello se propone aplicar la misma metodología y parámetros de análisis empleados por Riesel y cols. (2013) y ampliar su trabajo mediante (1) el empleo de equipos de alta densidad para registrar la actividad electroencefalográfica (EEG) y (2) el estudio de las propiedades psicométricas de ambos componentes en distintas áreas formadas por 6-9 sensores (véanse la Figura 4.2 y el apartado 4.3.4 para la justificación).

Se espera encontrar estimadores de la fiabilidad de las dos mitades similares a los reportados por Riesel y cols., (2013) en ambas tareas (rango = .60 - .87), así como correlaciones moderadas o altas —rangos de .33 a .49 en Riesel y cols. (2013) y de .47 a .58 en Burwell y cols. (2016)— entre los mismos componentes medidos en las diferentes tareas. Además, en el presente estudio se comprobará si dicha convergencia es mayor o menor a través de las áreas donde ambos componentes pueden medirse, cuestión ésta que no se ha examinado en estudios previos.

Este estudio, que se llevó a cabo con 51 participantes, permitió comprobar la efectividad de los paradigmas experimentales escogidos para generar un número suficiente de errores y estudiar así los componentes ERN y Pe de forma fiable. Los resultados obtenidos en este estudio motivaron cambios en la elección final de las tareas para responder al objetivo general del proyecto: examinar la existencia de déficits en el procesamiento de errores asociados a los componentes sintomatológicos de la psicopatía en el marco del MTP. En el apartado de conclusiones se describen los resultados que justifican dichos cambios.

4.3. METODOLOGÍA

4.3.1. Participantes

La muestra de este estudio se compuso por 51 estudiantes (26 hombres, 24 mujeres) del grado en Psicología de la Universitat Jaume I de Castellón. Para los análisis finales que se presentan

a continuación, y siguiendo los procedimientos empleados por Riesel y cols. (2013), se incluyeron únicamente aquellos participantes con al menos seis ensayos de error válidos para cuantificar de forma fiable los componentes ERN y Pe en ambas tareas (cf. Olvet y Hajcak, 2009a; Pontifex y cols., 2010; Riesel y cols., 2013). Dos participantes (3.9%) fueron excluidos por haber cometido menos de seis errores en la tarea de flancos de letras. Otros cuatro participantes (7.8%), a pesar de tener un buen registro en general, fueron excluidos por tener menos de seis épocas libres de artefactos para cuantificar los componentes de interés en la tarea de flancos de letras (cf. Riesel y cols., 2013). Por último, nueve participantes (17.6%) fueron excluidos debido a un excesivo número de artefactos en el registro EGG, bien en la tarea Go/NoGo o en la de flancos de letras. La muestra final estuvo compuesta por 36 participantes (20 hombres y 16 mujeres) con edades comprendidas entre los 17 y 38 años ($M = 20.52$, $DT = 3.93$). Ninguno de los sujetos presentaba deficiencias visuales no corregidas ni estaba bajo tratamiento farmacológico; todos recibieron información verbal y escrita sobre el procedimiento y los objetivos del estudio, y dieron su consentimiento por escrito para participar en la investigación.

4.3.2. Tareas y procedimiento

La sesión experimental se compuso de dos tareas: una tarea de inhibición de respuesta Go/NoGo basada en Nieuwenhuis y cols. (2003) y una tarea de flancos de letras basada en Hall y cols. (2007). El orden de las tareas se contrabalanceó entre participantes. Los sujetos permanecieron sentados durante la sesión experimental en una habitación con aislamiento electroacústico, y estaban situados a 110 cm de un monitor en el que se presentaban los estímulos. En ambas tareas los participantes fueron instruidos a responder lo más rápidamente posible procurando no cometer errores. La duración aproximada de la sesión experimental fue de dos horas.

En la **tarea de inhibición de respuestas Go/NoGo** (cf. Nieuwenhuis y cols., 2003) —empleada en estudios previos de nuestro laboratorio (cf. Esteller, 2014)—, los participantes fueron instruidos a responder pulsando un botón de un plafón de respuesta con su mano dominante ante los estímulos *Go* e inhibir su respuesta ante los estímulos *NoGo*. Se utilizaron dos tipos de estímulos, la letra “M” y la letra “W”, para las condiciones *Go* y *NoGo*, y el orden de asignación de las letras a cada condición se contrabalanceó entre participantes, generándose así dos versiones distintas. Los estímulos se presentaban durante 100 ms en letra Arial de color blanco (tamaño de fuente 50, ángulo visual de 0.5° en vertical y 0.7° en horizontal) sobre un fondo negro bajo una señal de fijación —un punto blanco— presente en pantalla durante toda la tarea. Los intervalos entre ensayos (IEEs) eran variables (1100, 1300, 1500, 1700 ó 1900 ms) con el objetivo de reducir la predictibilidad del momento de aparición del estímulo. La tarea estaba compuesta por un total de 1200 ensayos y estructurada en seis bloques de 200 ensayos, entre los cuales los sujetos podían descansar durante un minuto. La duración

total de la tarea, incluidos los descansos, era de 40 minutos. La frecuencia de aparición de los estímulos *Go* fue del 80% —960 ensayos en total— y del 20% para los *NoGo* —240 ensayos en total—, con el objetivo de generar una tendencia dominante de respuesta y dificultar la inhibición de respuesta a los estímulos *NoGo*. El orden de presentación de los estímulos fue semialeatorio con la restricción de que nunca aparecieran más de dos estímulos *NoGo* consecutivos.

Antes de realizar la tarea, cada participante llevaba a cabo 50 ensayos de práctica con la misma proporción de ensayos *Go* y *NoGo* (50%) para familiarizarse con el procedimiento.

En cada ensayo de la **tarea de flancos de letras**, basada en el diseño de Hall y cols. (2007), se presentaba un conjunto horizontal de cinco letras alineadas horizontalmente, y se instruía a los participantes a responder con el dedo índice de su mano izquierda o derecha según la letra objetivo central fuera una “H” o una “S”. Las letras distractoras —los flancos— podían ser congruentes o incongruentes con la letra central, lo que resultó en cuatro conjuntos estimulatorios diferentes de ensayos *Go* presentados con igual frecuencia (21.15% de los ensayos), dos congruentes (“HHHHH”; “SSSSS”) y dos incongruentes (“HSHHH”; “SSHSS”). En un 15.4% de los ensayos, la letra central de los conjuntos estimulatorios era una “X” a la que los sujetos no debían responder (ensayos *NoGo*). Se emplearon tres conjuntos estimulatorios *NoGo*: “XXXXX” (7.6%), “SSXSS” (3.8%) y “HHXHH” (3.8%). Los distintos estímulos se presentaron en el centro de la pantalla durante 100 ms en letra Futura Bold blanca (tamaño de fuente 50) sobre fondo negro. Cada conjunto estimulatorio iba precedido por un punto de fijación que se mostraba durante 150 ms. Tras cada ensayo, los sujetos disponían de una ventana de 700 ms para ejecutar la respuesta, tras la cual podían recibir tres tipos de *feedback*: “+” si contestaban de forma correcta, “-” si respondían de forma incorrecta, o “Respuesta lenta” si no respondían dentro de la ventana de respuesta habilitada. El estímulo de *feedback* permanecía en pantalla durante 500 ms. Los IEEs tras el *feedback* eran variables (1000, 1250, 1500, 1750 ó 2000 ms) e incluían la señal de fijación. La tarea estaba compuesta por un total de 624 ensayos divididos en seis bloques de 104 ensayos con un minuto de descanso entre bloques. La duración total de la tarea, incluidos los descansos, era de 42 minutos. Con el objetivo de dificultar más la ejecución de la tarea y generar un mayor número de errores, se cambiaba entre bloques la asignación de los botones de respuesta a las letras “S” y “H”. Mediante un mensaje en la pantalla durante los descansos, se explicaba a los sujetos qué respuesta —botón izquierdo o derecho— debían ejecutar ante la letra central “S” o “H”.

Antes de ejecutar la tarea, los sujetos llevaron a cabo 40 ensayos de práctica para familiarizarse con el procedimiento.

En la Figura 4.1. se muestra una representación esquemática de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales empleadas en este estudio.

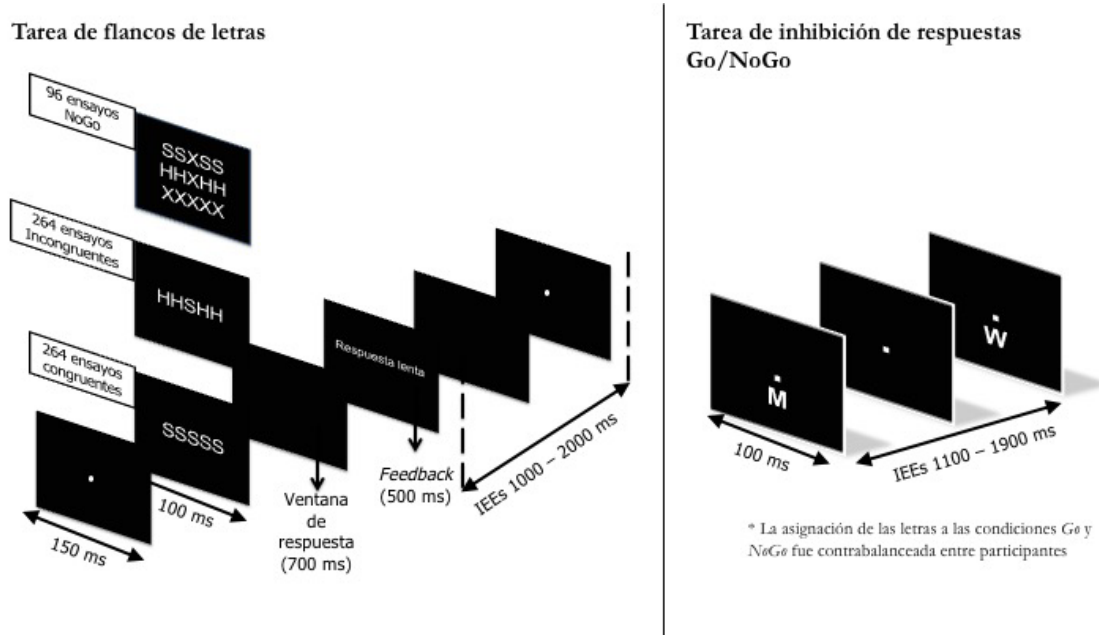


Figura 4.1. Representación de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales de flancos de letras y la tarea *Go/NoGo* empleadas en el presente estudio. El orden de las tareas fue contrabalancedo entre los participantes.

4.3.3. Aparatos y registro psicofisiológico

Ambas tareas fueron administradas mediante el *software* Presentation® v.14.5 (Neurobehavioral Systems, Inc. Albany, Ca, USA) instalado en un ordenador PC Core 2 Duo (Intel) para controlar la presentación de los estímulos y el registro de las respuestas dadas por los sujetos. Los estímulos visuales se presentaron mediante un divisor de la señal de video VGA (VIDMUX) en un monitor VGA M782 (Dell). Las respuestas que dieron los participantes en un plafón de respuesta modelo 200 (EGI) se recogieron en el ordenador mediante un dispositivo serial SRBox 200A (EGI). La aparición de los estímulos y la ejecución de las respuestas del participante fueron codificadas y enviadas al ordenador principal de registro como señales digitales TTL mediante un dispositivo paralelo AV Device DIN Adapter (EGI).

La señal electroencefalográfica (EEG) se adquirió usando redes HydroCel Geodesic Sensor Net (HCGSN) de 256 electrodos de esponja y amplificada y filtrada (filtros analógicos de 0.10 y 100 Hz) mediante un amplificador NetAmps 300 de Electrical Geodesics Inc. (EGI; Oregon, USA). Durante la adquisición, la señal EEG fue referenciada al electrodo situado en el vértex (Cz) y digitalizada de forma continua a una tasa de muestreo de 250 Hz con un conversor analógico-digital de 24-bits. Las impedancias se mantuvieron por debajo de 50 kΩ. Tanto la señal EEG como las señales

digitales TTL fueron recibidas, integradas y almacenadas mediante el *software* NetStation Acquisition de Net Station v.4.4.2 (EGI), instalado en un ordenador MacBook Pro (Apple).

4.3.4. Reducción y análisis de los datos EEG

Con el objetivo de obtener y definir los componentes de interés de los potenciales evocados (ERPs, en adelante), los datos EEG fueron preprocesados mediante el programa Brain Electrical Source Analysis (BESA Research v5.2; MEGIS Software GmbH, Gräfelfing, Germany) y el programa basado en MATLAB (MathWorks) ElectroMagnetic EncephaloGraphy Software (EMEGS; Peyk, De Cesarei y Junghöfer, 2011). Durante el preprocesado, los datos EEG fueron re-referenciados *offline* al promedio de actividad de todos los electrodos y filtrados digitalmente mediante un filtro de paso bajo de 30 Hz y un filtro de paso alto de 0.1 Hz. Posteriormente los datos fueron inspeccionados visualmente, se interpolaron los sensores con mala calidad de la señal y se corrigieron los artefactos oculares o del electrocardiograma siguiendo la rutina de filtrado espacial implementado en el *software* BESA 6.1 (MEGIS Software GmbH, Gräfelfing, Germany). Posteriormente, se aplicó un procedimiento semiautomático implementado en el *software* BESA 6.1 para eliminar los restantes artefactos. Los datos de EEG libres de artefactos fueron segmentados en épocas de 1400 ms de duración, incluyendo desde los 400 ms anteriores hasta los 1000 ms posteriores a la respuesta, corregidos en su línea de base y re-referenciados a la referencia promedio. Las épocas aceptadas fueron promediadas para cada participante, tarea (Go/NoGo, flancos) y tipo de respuesta (acierto, error) por separado. Para ambas tareas, los ensayos con tiempos de reacción menores de 100 ms (anticipaciones) o mayores de 700 ms (respuestas lentas) fueron excluidos de los promedios (cf. Riesel y cols., 2013).

Para ajustarse al procedimiento descrito por Riesel y cols. (2013), se empleó el intervalo de -400 a -200 ms previo a la respuesta como línea de base, de acuerdo también con otros estudios que han examinado la fiabilidad del ERN y el Pe (p. ej., Olvet y Hajcak, 2009b). Para cuantificar los componentes de interés se extrajeron los **valores promedio de amplitud** en distintos clusters de sensores de la línea media (véase la Figura 4.2, para la representación esquemática de los sensores de la red HCGSN y la correspondencia con las distintas áreas seleccionadas) en áreas frontales (**Fz**: 27, 20, 28, 21, 13, 22, 14), frontocentrales (**FCz**: 15, 23, 6, 16, 7, 8, 17, 198), centrales (**Cz**: 44, 9, 186, 185, 53, 45, 257, 132, 144), centroparietales (**CPz**: 81, 80, 131, 90, 89, 130), y parietales (**Pz**: 100, 101, 129, 110, 119, 128). Esta elección obedece a varios motivos: (a) las medidas de amplitud media son más robustas y estables frente al ruido que las medidas basadas en el pico de máxima amplitud (Clayson, Baldwin y Larson, 2013; véase también Clayson y Miller, 2017), (b) los estudios que han examinado la fiabilidad del ERN y el Pe empleando equipos de registro de EGI han encontrado mejores propiedades psicométricas cuantificando los componentes en regiones de interés (actividad promedio de varios sensores) que en sensores individuales (cf. Baldwin y cols., 2015), y (c) para mantener los

parámetros de análisis lo más similares posibles —a excepción del equipo de registro empleado— al estudio de referencia de interés (Riesel y cols., 2013).

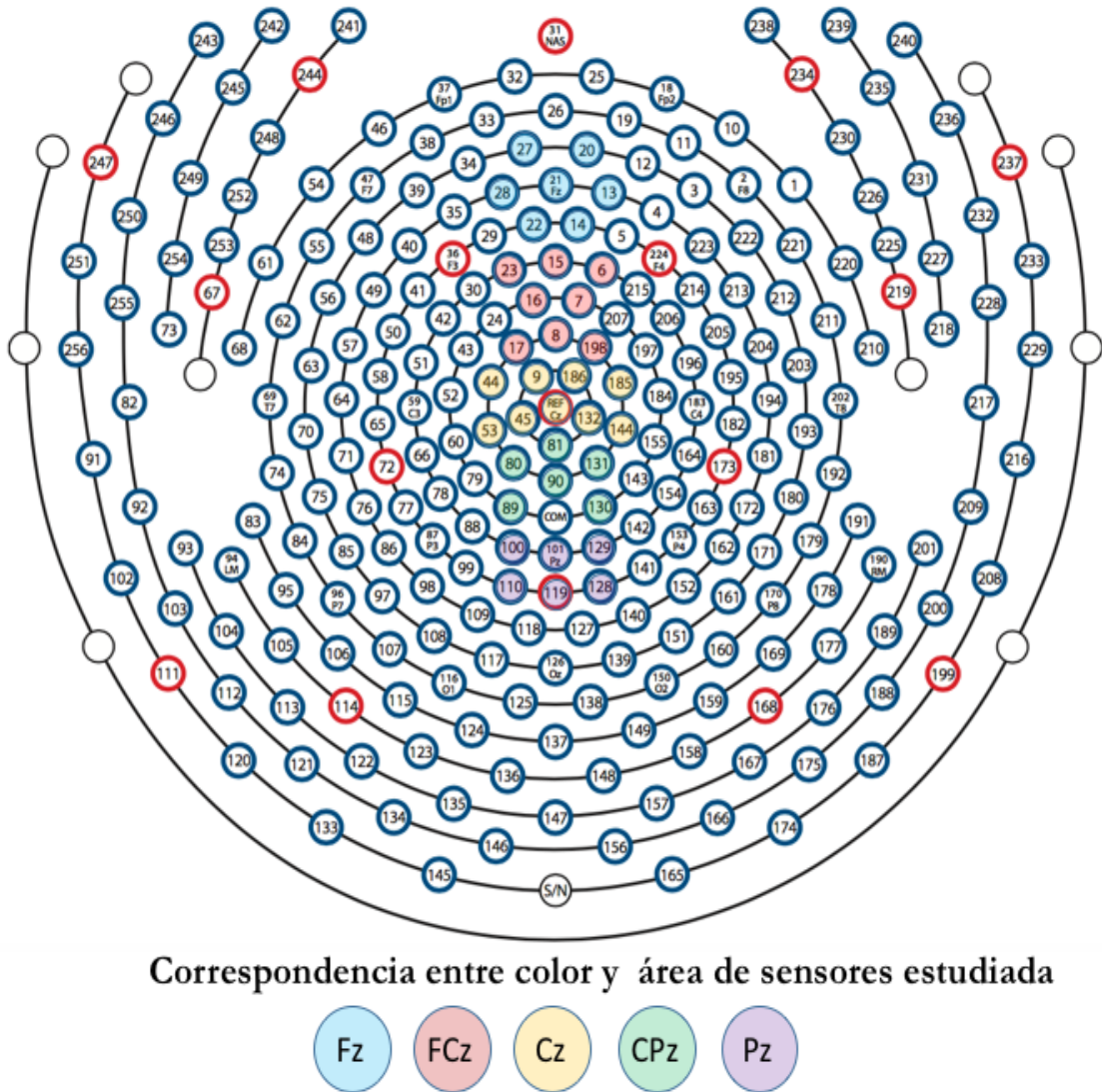


Figura 4.2. Estructura de sensores de las redes HCGSN de 256 electrodos en la que aparecen los cinco grupos de electrodos que fueron promediados.

A partir de la inspección visual de los grandes promedios para la condición de error en ambas tareas, y de acuerdo con la investigación previa (cf. Riesel y cols., 2013), el **ERN** se cuantificó como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 0 a 100 ms tras las respuestas erróneas en tres áreas frontocentrales (Fz, FCz, Cz). Por su parte, el componente **Pe** fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 200 a 400 ms tras las respuestas erróneas en tres áreas

centroparietales (Cz, CPz, Pz). Aunque no constituyen el foco de interés de este estudio, se emplearon las mismas ventanas de análisis para cuantificar la actividad relacionada con los aciertos en las mismas áreas frontocentrales —CRN— y centroparietales —Pc— para llevar a cabo análisis comparativos de procedimiento sobre los componentes de interés en ambas tareas (véase el apartado 4.3.6).

4.3.5. Análisis conductuales y variables dependientes

Para el análisis de los datos conductuales se excluyeron aquellos ensayos con tiempos de reacción menores de 100 ms (anticipaciones) y mayores de 700 ms (respuestas lentas). Los análisis conductuales se centraron en la **tasa de errores** (% relativo de errores, debido al diferente número de ensayos entre tareas), y los **tiempos de reacción** (TR, en adelante) de los **aciertos** y los **errores**, así como la diferencia entre ellos. Por otro lado, se examinó también la presencia de **ajustes conductuales tras los errores** (efecto de *post-error slowing*; PES, en adelante) en ambas tareas. Se llevaron a cabo análisis correlacionales para evaluar el grado de convergencia entre dichas variables dependientes entre tareas.

En la tarea Go/NoGo, el análisis del número de errores —y el porcentaje— se centró exclusivamente en los errores de comisión —o falsas alarmas— a los estímulos *NoGo*. Es decir, el número de errores y el % están calculados sobre los 240 estímulos *NoGo* que componían el experimento. La actividad cerebral relacionada con el error (ERN y Pe) también está calculada sobre este tipo de ensayos, es decir, cuando el sujeto da una respuesta al estímulo *NoGo*, y no durante los errores de omisión, que ocurren cuando no se contesta al estímulo *Go*. Por su parte, en la tarea de flancos de letras se observó que los participantes no cometían suficientes errores frente a los estímulos *NoGo* (Rango 0 – 25, $M = 6.7$, $DT = 6.5$) como para cuantificar de forma fiable los componentes ERN y Pe en todos los participantes. Por tanto, los análisis conductuales y de ERPs que se proporcionan en los resultados se refieren únicamente a los errores de discriminación cometidos durante los ensayos de flancos, al errar en la identificación de la letra central, ya fuera una “S” o una “H”. Este hecho permite comparar en los mismos participantes la actividad cerebral relacionada con la comisión de distintos tipos de errores: errores de inhibición de respuesta en la tarea Go/NoGo vs. errores de discriminación inducidos por interferencia en la tarea de flancos.

4.3.6. Plan de análisis estadístico de los datos

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS (IBM, versión 23).

Se calcularon los estadísticos descriptivos para todas las variables de estudio. Sobre los datos conductuales, se llevaron a cabo pruebas *t* para muestras relacionadas (tarea Go/NoGo vs. tarea de

flancos, y/o aciertos vs. errores) sobre la tasa de errores, los tiempos de reacción, y el efecto PES (calculado éste como la diferencia entre los tiempos de reacción de los aciertos tras los errores y los tiempos de reacción de los aciertos tras los aciertos).

El primer paso en los análisis de ERPs consistió en constatar la presencia de un patrón de reactividad electrofisiológica diferencial relacionado con las respuestas erróneas, comparado con los aciertos, para cada tarea y componente medido en las áreas de interés. Con este objetivo se realizaron cuatro análisis de varianza (ANOVAs) de medidas repetidas —dos por tarea— con las condiciones de Respuesta (2 niveles: acierto, error) x Área (3 niveles: Fz, FCz y Cz, para el ERN, y Cz, CPz y Pz, para el Pe).

El siguiente paso en los análisis se centró en estudiar posibles diferencias en la distribución topográfica máxima de la actividad cerebral relacionada con los errores entre tareas. Así, se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas —uno por componente— con las condiciones Tarea (2 niveles: Go/NoGo, Flancos) x Área (3 niveles: Fz, FCz y Cz, para el ERN, y Cz, CPz y Pz, para el Pe). En este caso, únicamente se incluyó la actividad cerebral relacionada con los errores —ERN y Pe— dado que el objetivo del presente estudio es comprobar la efectividad procedimental y las posibles diferencias existentes entre tareas para medir los componentes ERN y Pe.

La **fiabilidad** de los componentes ERN y Pe fue calculada siguiendo el procedimiento *odd-even method* (cf. Riesel y cols., 2013). Dicho procedimiento consiste en calcular los promedios de los componentes de interés para cada participante, cada tarea y cada área de análisis (Fz, FCz, Cz, para el ERN; y Cz, CPz y Pz, para el Pe) por separado a partir de los ensayos de error pares e impares, y correlacionarlos entre sí (Riesel y cols., 2013).

La **validez convergente** fue estudiada mediante análisis correlacionales de cada componente con su homólogo entre tareas en cada área de interés: Fz, FCz y Cz, para el ERN, y Cz, CPz, y Pz, para el Pe.

4.4. RESULTADOS

4.4.1. Resultados conductuales

Los estadísticos descriptivos de las variables conductuales de estudio, así como las comparaciones y diferencias entre tareas en las mismas pueden observarse en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Estadísticos descriptivos —medias (y desviaciones típicas)— de las variables dependientes conductuales objeto de análisis, y diferencias y comparación de medias entre la tarea Go/NoGo y de flancos de letras.

	Tarea Go/NoGo	Tarea de flancos	Diferencia de medias	Estadístico (Prueba <i>t</i>)	<i>P</i>
Número de errores	78.08 (28.75)	35.58 (19.64)	42.50 (22.18)	11.50	< .0001
Porcentaje de errores (%)	32.53 (11.98)	6.74 (3.72)	25.79 (10.03)	15.44	< .0001
TR aciertos (ms)	342.39 (38.23)	462.29 (36.05)	-119.89 (37.82)	-19.02	< .0001
TR errores (ms)	293.93 (30.58)	447.99 (45.33)	-154.06 (45.12)	-20.49	< .0001
PES (ms)	5.13 (43.74)	24.69 (28.59)	-19.56 (46.89)	-2.50	< .05

El porcentaje de errores fue significativamente mayor en la tarea Go/NoGo que en la tarea de flancos, $t(35) = 15.44, p < .0001$. Este resultado sugiere que inhibir la respuesta en la condición *NoGo* de la tarea Go/NoGo presentó mayor dificultad para los participantes que la respuesta de discriminación en la tarea de flancos de letras. A pesar de esta diferencia, se observó una correlación alta entre el porcentaje de errores en ambas tareas, $r(36) = .64, p < .001$, de manera que la peor ejecución en una tarea se asoció de forma directa con una peor ejecución en la otra.

En cuanto a los tiempos de reacción, en la tarea Go/NoGo se obtuvieron tiempos de reacción significativamente mayores ante los estímulos *Go* que ante los estímulos *NoGo* (errores de inhibición), $t(35) = 19.06, p < .0001$. De igual forma, en la tarea de flancos de letras, las respuestas correctas se caracterizaron por tiempos de reacción más lentos que las respuestas erróneas, $t(35) = 3.83, p < .001$. Por otro lado, tanto los tiempos de reacción de los aciertos como de los errores fueron significativamente más rápidos en la tarea Go/NoGo que en la de flancos (véase la Tabla 4.1). A pesar de estas diferencias, se observaron correlaciones significativas entre las dos tareas en los tiempos de reacción de los aciertos ($r(36) = .48, p < .01$) y de los errores ($r(36) = .34, p < .05$).

Por último, no se obtuvo un efecto significativo de PES en la tarea Go/NoGo al comparar los tiempos de reacción a los estímulos *Go* tras los errores en los ensayos *NoGo* ($M = 329.80, DT = 48.09$) con los tiempos tras las inhibiciones correctas ($M = 324.67$ ms, $DT = 46.44$), $t(35) = 0.70, p = .49$. En cambio, en la tarea de flancos de letras sí que se observó un efecto significativo de PES, $t(35) = 5.18, p < .0001$, al comparar los tiempos de reacción de los aciertos tras los errores ($M =$

482.10, $DT = 41.17$) con el tiempo de reacción de los aciertos tras los aciertos ($M = 457.40$, $DT = 36.53$). Corroborando estos efectos, se apreció una diferencia significativa en el PES entre tareas, con un mayor efecto en la tarea de flancos de letras que en la tarea Go/NoGo.

4.4.2. Amplitud de los componentes ERN y Pe

Las Figuras 4.3 y 4.4 muestran los grandes promedios de las condiciones de acierto y error, y su diferencia en las tres áreas de interés estudiadas para el ERN y el Pe en ambas tareas, respectivamente, mientras que en la Tabla 4.2 se presentan los estadísticos descriptivos de los componentes estudiados.

Tabla 4.2. Medias y (desviaciones típicas) de los componentes estudiados en ambas tareas y en las distintas áreas de sensores. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV).

	Fz	FCz	Cz	CPz	Pz
ERN Go/NoGo	-0.26 (1.11)	-1.26 (1.29)	-1.02 (1.52)	-	-
ERN Flancos	-1.69 (2.14)	-1.51 (2.38)	0.52 (2.46)	-	-
CRN Go/NoGo	-0.47 (1.58)	0.36 (1.40)	1.72 (1.55)	-	-
CRN Flancos	-1.49 (1.48)	0.12 (1.80)	2.83 (2.17)	-	-
Pe Go/NoGo	-	-	3.86 (2.69)	5.42 (2.90)	4.98 (2.72)
Pe Flancos	-	-	2.66 (2.25)	3.44 (2.77)	2.76 (2.64)
Pc Go/NoGo	-	-	0.01 (0.95)	0.26 (1.08)	0.18 (1.01)
Pc Flancos	-	-	0.11 (1.46)	0.40 (1.65)	0.12 (1.23)

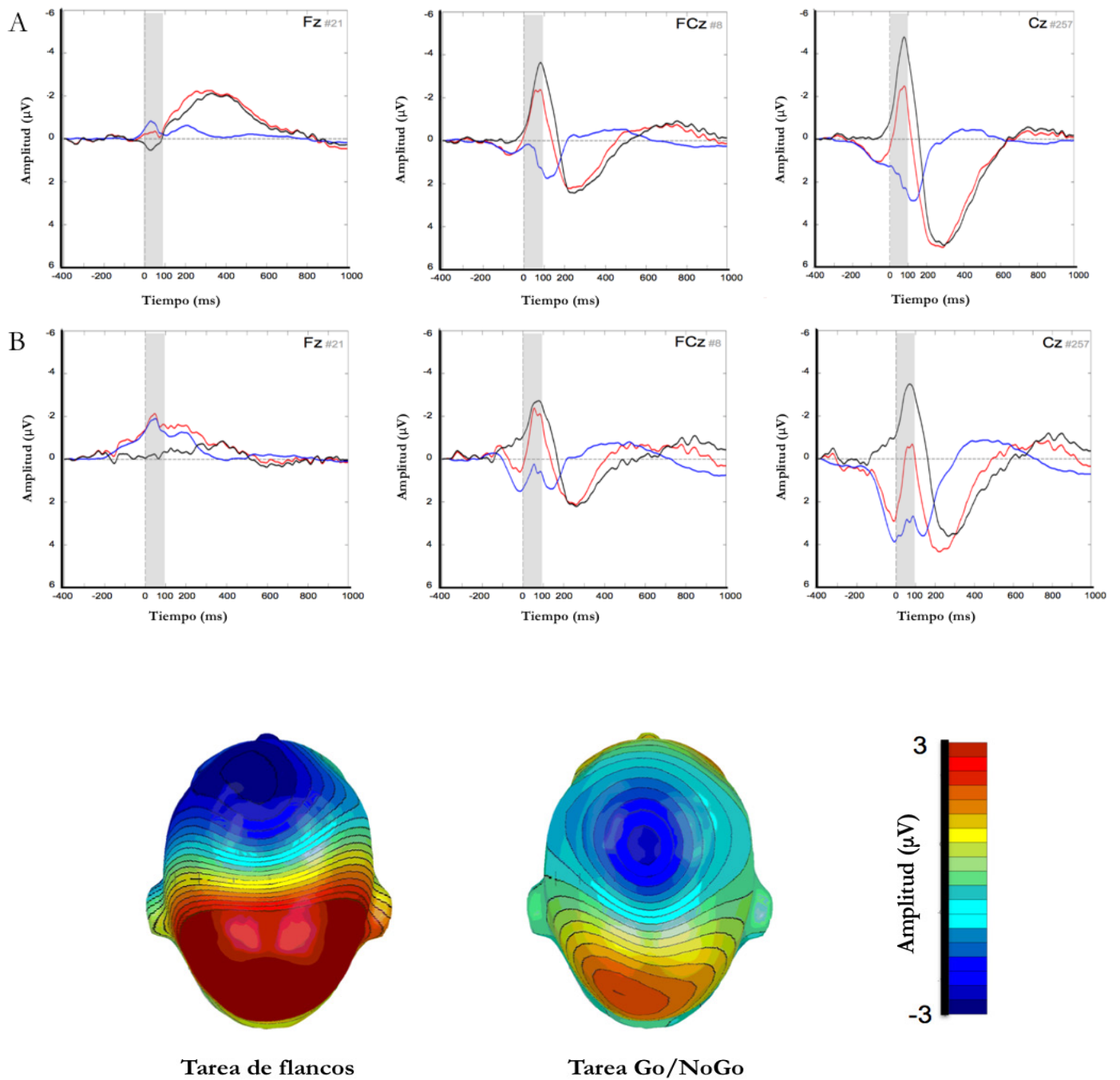


Figura 4.3. Parte superior de la imagen: (A) Grandes promedios para el ERN en la tarea Go/NoGo y en la tarea de flancos de letras (B) en las tres agrupaciones de sensores estudiadas (Fz, FCz, Cz). En gris aparece representada la ventana temporal en la que el componente fue cuantificado: 0 – 100 ms; Condiciones: **Rojo** = Error; **Azul** = Acierto; **Negro** = Diferencia (ERN-CRN). **Parte inferior de la imagen:** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 0-100 ms tras los errores.

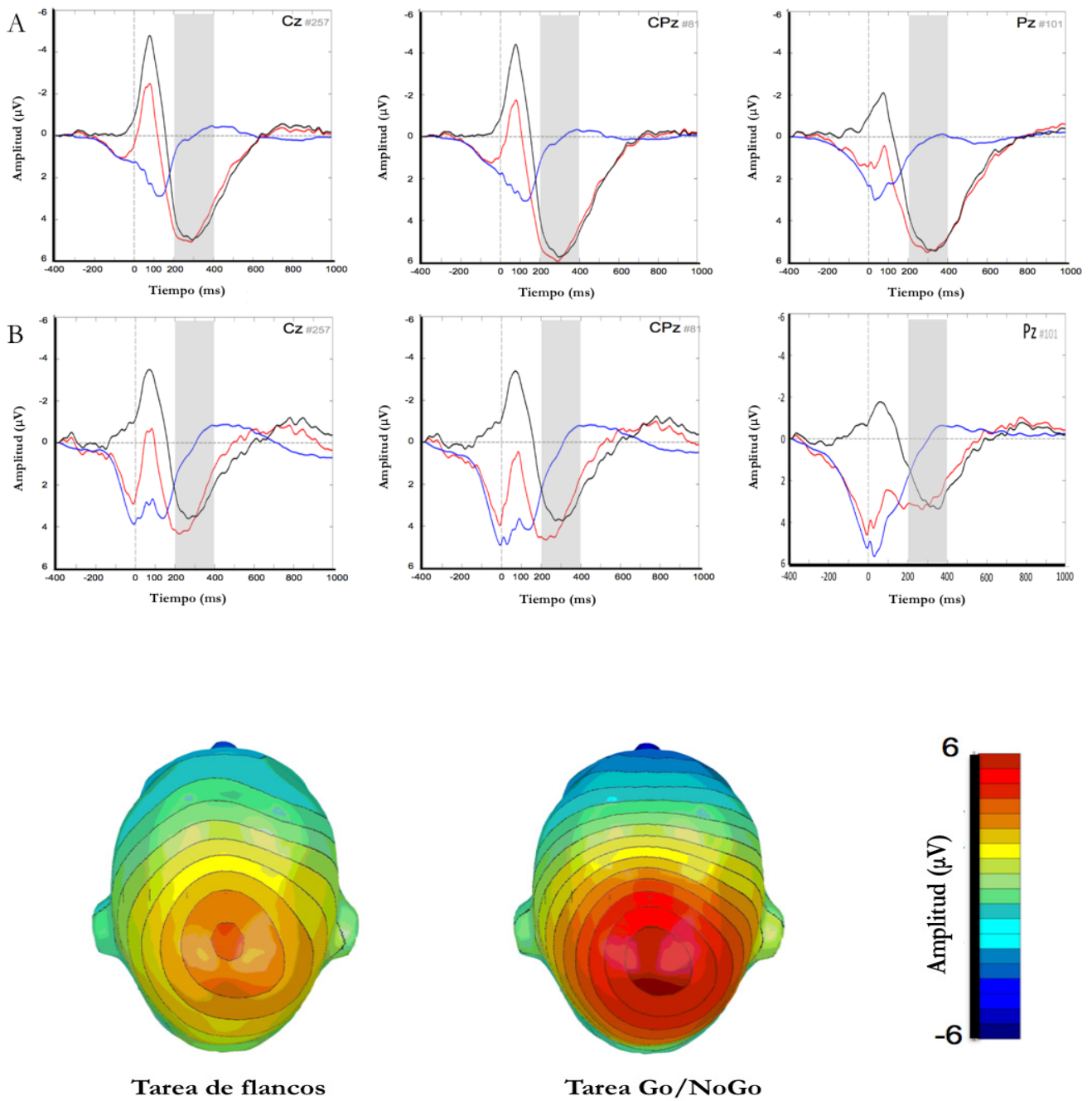


Figura 4.4. Parte superior de la imagen: (A) Grandes promedios para el Pe en la tarea Go/NoGo y en la tarea de flancos de letras (B) en las tres agrupaciones de sensores estudiadas (Cz, CPz, Pz). En gris aparece representada la ventana temporal en la que el componente fue cuantificado: 200 – 400 ms; Condiciones: **Rojo** = Error; **Azul** = Acierto; **Negro** = Diferencia (ERN-CRN). **Parte inferior de la imagen:** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 200-400 ms tras los errores.

Componente ERN en la tarea Go/NoGo: Los resultados del primer ANOVA para los componentes ERN y CRN en la tarea Go/NoGo demostraron, de forma consistente con la investigación previa, una mayor actividad cerebral de polaridad negativa de 0 a 100 ms tras las respuestas erróneas ($M = -0.84$, $DT = 1.06$) que tras los aciertos ($M = 0.53$, $DT = 1.26$), como indicó el efecto principal de la variable Respuesta, $F(1, 35) = 42.10$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .55$. Por otro lado, el efecto principal de la variable Área también fue significativo, $F(2, 70) = 10.85$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .24$, observándose una mayor actividad cerebral tras las respuestas en FCz ($M = -0.45$, $DT = 1.15$). Por último, la interacción significativa Respuesta x Área, $F(2, 70) = 55.15$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .61$, indicó que, mientras el ERN era máximo en FCz en esta tarea, el CRN lo fue en Fz. La diferencia ERN-CRN fue mayor en Cz ($M = -2.74$, $DT = 1.52$), seguido de FCz ($M = -1.62$, $DT = 1.41$) y Fz ($M = 0.22$, $DT = 1.86$), $t_s(35) =$ de 5.12 a 8.53, $p_s < .0001$.

Componente ERN en la tarea de flancos de letras: En esta tarea también se observó una mayor negatividad asociada a las respuestas erróneas ($M = -0.89$, $DT = 2.07$) que a los aciertos ($M = 0.49$, $DT = 1.51$), como indicó el efecto principal significativo de la variable Respuesta, $F(1, 35) = 37.68$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .52$. Por otro lado, la mayor actividad tras las respuestas se observó en Fz en esta tarea ($M = -1.59$, $DT = 1.50$), como indicó el efecto principal significativo de la variable Área, $F(2, 70) = 64.70$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .79$. Por último, la interacción significativa Respuesta x Área, $F(2, 70) = 12.13$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .42$, mostró que, aunque tanto el ERN como el CRN fueron máximos en Fz en esta tarea, la mayor diferencia ERN-CRN se observó en Cz ($M = -2.31$, $DT = 1.85$), seguido de FCz ($M = -1.64$, $DT = 1.49$) y por último, de Fz ($M = -0.20$, $DT = 2.13$), $t_s(35) =$ de 2.69 a 4.90, $p_s < .01$.

Componente Pe en la tarea Go/NoGo: De forma consistente con la investigación previa, en la tarea Go/NoGo se observó una mayor positividad en la ventana de 200 a 400 ms tras las respuestas erróneas ($M = 4.76$, $DT = 2.56$) —Pe— que tras los aciertos ($M = 0.15$, $DT = 0.93$) —Pc—, como indicó el efecto principal significativo de la variable Respuesta, $F(1, 35) = 115.38$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .77$. También resultó significativo el efecto principal de la variable Área, $F(2, 70) = 14.09$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .29$, indicando una mayor actividad tras las respuestas en CPz ($M = 2.84$, $DT = 1.66$). Por último, la interacción significativa Respuesta x Área, $F(2, 70) = 9.77$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .22$, mostró diferencias entre áreas en la diferencia Pe-Pc, siendo mayor en CPz ($M = 5.16$, $DT = 2.85$) y Pz ($M = 4.80$, $DT = 2.71$), comparado con Cz ($M = 3.85$, $DT = 2.78$), $t_s(35) =$ de 2.36 a 6.58, $p_s < .05$. La diferencia entre CPz y Pz no fue significativa, $t(35) = 1.28$, $p = .21$.

Componente Pe en la tarea de flancos de letras: La presencia de una mayor actividad cerebral de polaridad positiva en la ventana de 200 a 400 ms asociada a las respuestas erróneas —Pe— también fue constatada en la tarea de flancos, como indicó el efecto principal significativo de la variable Respuesta, $F(1, 35) = 59.37$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .63$. Por otro lado, también fue significativo

el efecto principal de la condición Área, $F(2, 70) = 12.13, p < .0001, \eta_p^2 = .42$, indicativo de una mayor actividad tras las respuestas en CPz ($M = 1.92, DT = 1.91$). Por último, la significación de la interacción Respuesta x Área, $F(2, 70) = 7.17, p < .005, \eta_p^2 = .30$, indicó la existencia de diferencias entre las áreas estudiadas en la diferencia Pe-Pc, siendo significativamente mayor en CPz ($M = 3.04, DT = 2.46$) respecto a Cz ($M = 2.56, DT = 2.13$), $t(35) = 2.53, p < .05$.

Una vez comprobado un patrón de reactividad cerebral diferencial asociada a las respuestas erróneas en ambas tareas, el siguiente paso en los análisis fue examinar la existencia de posibles diferencias entre tareas en la distribución de los componentes ERN y Pe —en la condición de error de forma específica— en las distintas áreas de interés.

Comparación del componente ERN entre tareas: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el ERN entre tareas no mostró un efecto significativo de la variable Tarea, $F(1, 35) = 0.29, p = .87$. El efecto principal de la variable Área fue significativo, $F(2, 70) = 14.84, p < .0001, \eta_p^2 = .30$, indicando, en general, una mayor actividad a través de las tareas en FCz ($M = -1.39, DT = 1.64$) que en Fz ($M = -0.98, DT = 1.29$) o Cz ($M = -0.25, DT = 1.72$), $t_s(35) =$ de 2.66 a 5.83, $p_s < .05$. Sin embargo, la interacción Tarea x Área resultó también significativa, $F(2, 70) = 39.84, p < .0001, \eta_p^2 = .53$, indicando que las tareas se diferenciaban en las áreas en las que el componente ERN fue de máxima amplitud, siendo mayor en FCz en la tarea Go/NoGo y en Fz en la tarea de flancos de letras (véase la Tabla 4.2).

Comparación del componente Pe entre tareas: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el Pe entre tareas demostró un efecto principal de la variable Tarea, $F(1, 35) = 29.16, p < .0001, \eta_p^2 = .45$, con una mayor amplitud del componente Pe a través de las tres áreas en la tarea Go/NoGo ($M = 4.76, DT = 2.56$) que en la tarea de flancos de letras ($M = 2.95, DT = 2.39$), $t(35) = 5.40, p < .0001$. Por otro lado, el efecto principal significativo de la variable Área, $F(2, 70) = 11.14, p < .0001, \eta_p^2 = .45$, demostró que, a través de ambas tareas, la mayor actividad del componente se observó en CPz ($M = 4.43, DT = 2.59$), respecto a Cz ($M = 3.26, DT = 2.33$) y Pz ($M = 3.87, DT = 2.33$), $t_s(35) =$ de 2.73 a 5.86, $p_s < .01$. Sin embargo, la interacción Tarea x Área fue también significativa, $F(2, 70) = 6.48, p < .01, \eta_p^2 = .16$, demostrando que, aunque en ambas tareas el componente Pe fue de mayor amplitud en CPz (véase la Tabla 4.2), la topografía del componente es algo más posterior (menor distancia entre CPz y Pz que entre CPz y Cz) en la tarea Go/NoGo que en la tarea de flancos de letras (véase la Figura 4.4).

4.4.3. Fiabilidad y validez convergente

La Tabla 4.3 muestra los índices de fiabilidad de las dos mitades calculadas para el ERN y el Pe en las distintas áreas de interés (Fz, FCz, Cz, para el ERN, y Cz, CPz, Pz, para el Pe), mientras

que la Tabla 4.4 presenta las correlaciones de los componentes ERN y Pe entre ambas tareas y áreas de interés para evaluar los grupos de sensores donde existe una mayor convergencia (validez convergente).

Tabla 4.3. Fiabilidad (correlaciones intra-tarea entre los promedios de los ensayos de error pares e impares) de los componentes ERN (izquierda) y Pe (derecha) en la tarea Go/NoGo y de flancos de letras, en función del área de interés.

	<i>Fiabilidad (método de las dos mitades)</i>					
	ERN			Pe		
	Fz	FCz	Cz	Cz	CPz	Pz
Tarea Go/NoGo	.47**	.71***	.71***	.91***	.87***	.81***
Tarea de flancos	.53**	.70***	.65***	.48**	.51**	.64***

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Tabla 4.4. Validez convergente (correlaciones entre tareas) de los componentes ERN (izquierda) y Pe (derecha) medidos en la tarea Go/NoGo y de flancos de letras, en función del área de interés.

	<i>Validez convergente</i>							
	Tarea Go/NoGo (ERN)			Tarea Go/NoGo (Pe)				
	Fz	FCz	Cz	Cz	CPz	Pz		
Tarea de flancos	Fz	.18	.46**	.34*	Cz	.78***	.65***	.46**
	FCz	.24	.55**	.39*	CPz	.64***	.67***	.53**
	Cz	.07	.40*	.46**	Pz	.47**	.54**	.51**

Nota: en rojo se presentan las correlaciones del mismo componente entre tareas en las mismas áreas. En azul se muestran las correlaciones del mismo componente entre tareas en distintas áreas.

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .01$;

Para el componente ERN se observaron índices de **fiabilidad** de las dos mitades altamente similares en las dos tareas. En ambas tareas, los índices más elevados se obtuvieron en FCz de forma consistente con el área de sensores —o sensor individual— donde el componente es comúnmente estudiado. Los índices de fiabilidad más bajos se observaron en Fz en ambas tareas. El componente Pe demostró una mayor fiabilidad en la tarea Go/NoGo que en la tarea de flancos de letras en todas las áreas. Las correlaciones entre ensayos pares e impares para el Pe variaron también entre áreas en ambas tareas, observándose una mayor fiabilidad en $Cz > CPz > Pz$ en la tarea Go/NoGo, y el patrón contrario en la tarea de flancos ($Pz > CPz > Cz$).

Respecto a la **validez convergente** (véase la Tabla 4.4) del **ERN**, el mayor grado de convergencia entre tareas se observó en FCz, seguido por Cz, y finalmente por Fz. Para el componente **Pe** se observó una mayor covariación entre tareas en Cz, seguido de CPz y finalmente en Pz. En general, las correlaciones observadas para el componente Pe entre tareas fueron más elevadas que las observadas para el ERN, lo que sugiere una mayor varianza compartida del Pe entre tareas.

4.5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demostraron una adecuada fiabilidad y grado de convergencia de los componentes ERN y Pe medidos en una tarea Go/NoGo y en una tarea flancos de letras. Este grado de acuerdo entre las distintas variables dependientes de interés se produjo a pesar de importantes diferencias conductuales en las tareas empleadas en el estudio.

En primer lugar, los análisis conductuales demostraron marcadas diferencias en el porcentaje de errores cometidos en ambas tareas, observándose en la tarea Go/NoGo un mayor número —y porcentaje— de errores, y tiempos de reacción más rápidos, que en la tarea de flancos de letras. A pesar de la mayor complejidad de los estímulos en la tarea de flancos de letras, que puede explicar la presencia de tiempos de reacción más lentos, el menor porcentaje de errores observado puede deberse también a la introducción de *feedback* ensayo a ensayo en esta tarea. En este sentido, un estudio diseñado para comparar los efectos conductuales de la introducción de *feedback* ensayo a ensayo en una tarea —en concreto en una tarea de flancos de flechas— demostró que dicha manipulación induce tiempos de reacción más lentos y una mayor precisión en las respuestas de los participantes, lo que sugiere un estilo de respuesta más cauto (Olvet y Hajcak, 2009c). De forma consistente con esta idea, únicamente se observó un efecto significativo de PES en la tarea de flancos de letras. A pesar de estas diferencias conductuales, se obtuvo una elevada correlación entre el porcentaje de errores cometidos entre tareas ($r = .64$), mostrando que los participantes que peor inhibición de respuestas demostraron en la tarea Go/NoGo también mostraron una peor discriminación en la tarea de flancos de letras.

Los análisis de fiabilidad para el ERN fueron altamente consistentes en ambas tareas. Los estimadores de fiabilidad obtenidos en FCz ($r = .71$) son adecuados y están en el rango de los reportados en estudios previos para el ERN en tareas de flancos, tanto para medidas de área como de pico de máxima amplitud (r de .88 a .64; Cassidy y cols., 2012; Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013), o son incluso superiores a los reportados para tareas Go/NoGo (.60 en Riesel y cols., 2013). En la misma línea de algunos estudios previos, los peores estimadores de fiabilidad se encontraron en Fz en ambas tareas (cf. Olvet y Hajcak, 2009b). Así, los resultados del presente estudio respaldan la práctica habitual de estudiar el componente ERN —tanto en estudios de carácter psicométrico como de diferencias individuales— en FCz (Riesel y cols., 2013; Weinberg, Dieterich y cols., 2016).

La mayor convergencia del ERN entre tareas se observó también en FCz: la correlación observada en este estudio ($r = .55$) se encuentra dentro del rango de correlaciones obtenidas en estudios previos entre tareas Go/NoGo y de flancos (r de .43 a .54; Burwell y cols., 2016; Riesel y cols., 2013; Segalowitz y cols., 2010). Estos resultados demuestran que el ERN muestra una mayor consistencia interna, así como una mayor varianza compartida entre tareas Go/NoGo y de flancos, en FCz (véase también Riesel y cols., 2013). La correlación observada en el presente estudio indica que un 30% de varianza en los dos componentes ERN estudiados es atribuible a factores compartidos entre tareas. Por tanto, se corrobora también la idea de que una importante fuente de variabilidad en el componente se debe a efectos específicos del paradigma empleado, lo que puede tener importantes implicaciones para estudios sobre diferencias individuales en el procesamiento de errores (cf. Riesel y cols., 2013).

A diferencia de la consistencia entre tareas observada para el componente ERN, el perfil de fiabilidad para el componente Pe varió entre tareas. En el presente estudio, la fiabilidad del componente Pe fue superior en la tarea Go/NoGo en todas las áreas de estudio, en comparación con la tarea de flancos de letras. Además, las áreas en las que el componente fue más fiable también difirieron entre tareas. La fiabilidad demostrada por el componente Pe en la versión de la tarea de flancos de letras empleada en este estudio (.64 en Pz) es inferior a la observada en estudios previos ($r = .91$ a .76; Cassidy y cols., 2012; Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013). En cambio, la fiabilidad del componente Pe en la tarea Go/NoGo ($r = .91$ en Cz a .81 en Pz) fue en general superior a la encontrada en estudios previos en este tipo de tarea ($r = .73$ en Pz; Riesel y cols., 2013).

Respecto a la convergencia observada para el componente Pe, y de forma contraria a la tendencia a examinar las correlaciones entre tareas en Pz (Burwell y cols., 2016; Riesel y cols., 2013), en este estudio se observaron correlaciones más elevadas en Cz ($r = .71$) que en Pz ($r = .51$). Por un lado, cabe comentar que los resultados obtenidos para el Pe en Pz son consistentes con las correlaciones observadas para el mismo componente entre tareas de flancos y Go/NoGo en estudios previos (r de .58 en Burwell y cols., 2016, y .49 en Riesel y cols., 2013). En cambio, la convergencia

observada para el Pe fue superior en Cz, demostrando que hasta un 50% de la varianza en los componentes estudiados es atribuible a procesos compartidos entre tareas. Este resultado sugiere una menor influencia del paradigma experimental empleado en la variabilidad del componente en Cz que en Pz, donde normalmente se ha centrado la investigación de este componente.

Por último, cabe comentar que en general las correlaciones para el componente Pe entre tareas y entre las áreas estudiadas fueron superiores a las observadas para el componente ERN. Estos resultados sugieren una menor influencia del paradigma experimental empleado —o del tipo de error relacionado— en las potenciales asociaciones del componente Pe con otras medidas de diferencias individuales, al menos en lo que respecta a tareas Go/NoGo y de flancos.

4.6. CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio era replicar y extender estudios previos sobre la fiabilidad y la validez convergente del ERN y del Pe entre tareas (Riesel y cols., 2013), estudiando los componentes de interés en distintas agrupaciones de sensores mediante redes de alta densidad.

De forma consistente con estudios previos (cf. Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013), el ERN no sólo demostró una mayor fiabilidad en FCz en ambas tareas, sino también una mayor convergencia, lo que sugiere que es en esta área donde mejor se refleja la actividad cerebral relacionada con el procesamiento temprano de errores compartida entre tareas (cf. Riesel y cols., 2013).

Los resultados respecto al Pe, sin embargo, no fueron consistentes con la tendencia a estudiar únicamente las propiedades psicométricas de este componente en Pz. Al contrario que la investigación previa, se observó una mayor convergencia en Cz.

En este estudio se obtuvieron estimadores de la fiabilidad claramente inferiores para el componente Pe —y ligeramente inferiores para el ERN— en la tarea de flancos de letras que en estudios previos que empleaban tareas de flancos de flechas (cf. Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013). En los procedimientos usados en esos estudios, además de mejores estimaciones de fiabilidad, se han obtenido también mayores porcentajes de errores (p. ej., $M = 52.95$; 12.6% en Riesel y cols., 2013). Este hecho es importante dado que el número de errores en Riesel y cols. (2013) es superior al obtenido en la tarea de flancos utilizada en nuestro estudio ($M = 35.58$), a pesar de que ésta tenía 624 ensayos y una duración aproximada de 40 minutos, comparado con los 420 ensayos y 20 minutos de duración de la versión de flancos empleada en Riesel y cols. (2013).

Así, en el diseño de flancos de flechas empleado en estudios previos sobre la fiabilidad del ERN y el Pe (cf. Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013), no sólo se han obtenido mejores pro-

propiedades psicométricas para el ERN y el Pe, sino también parece que dicho diseño es más eficiente para generar un mayor número de errores que la tarea empleada en el presente estudio. En este sentido es importante resaltar que en el presente estudio, el motivo de exclusión de algunos participantes —8 en concreto— fue por no tener al menos 6 ensayos de error libres de artefactos en la tarea de flancos para cuantificar los componentes ERN y Pe de acuerdo a los procedimientos empleados en Riesel y cols. (2013).

Por tanto, para evitar una pérdida de muestra experimental en el estudio sobre las asociaciones entre rasgos psicopáticos y los componentes ERN y Pe (véase el Capítulo 5), se decidió mantener la tarea Go/NoGo y sustituir la tarea de flancos de letras empleada en este estudio por una adaptación de la tarea de flancos de flechas empleada en los estudios de Olvet y Hajcak (2009b) y Riesel y cols. (2013).

Capítulo 5

Procesamiento de errores en la psicopatía subclínica

5.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las asociaciones entre los componentes ERN y Pe de los potenciales evocados y los rasgos psicopáticos no ha demostrado un patrón consistente hasta la fecha (Schulreich, 2016, para una revisión). Así, los estudios que han investigado variaciones en **la amplitud del ERN** en muestras penitenciarias desde una perspectiva unitaria del trastorno no han encontrado diferencias en la amplitud del componente entre psicópatas encarcelados y controles de la población general en tareas de flancos de letras (Brazil y cols., 2009; Munro y cols., 2007a), pero sí en tareas de aprendizaje probabilístico (Von Borries y cols., 2010) y de flancos de caras emocionales (Munro y cols., 2007a). Por otro lado, tampoco se han encontrado reducciones en la amplitud del ERN en muestras penitenciarias evaluadas mediante el PCL-R aplicando una perspectiva dimensional para examinar la contribución relativa de los distintos rasgos de la psicopatía durante tareas Go/NoGo (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016). Por el contrario, estudios recientes en muestras de la población general sí que han encontrado reducciones del componente ERN asociadas de forma específica a las características de desviación social o desinhibición de la psicopatía en tareas de decisión léxica con estímulos Stop (Heritage y Benning, 2013) o en tareas Simon (Pasion y cols., 2016), así como en tareas de flancos con estímulos *NoGo* en muestras de la población general con historia de conducta antisocial o criminal (personas en libertad condicional, pacientes de centros de tratamiento de conductas adictivas; Bresin y cols., 2014).

Respecto al **componente Pe**, algunos estudios han detectado reducciones del componente en muestras de psicópatas encarcelados, comparados con individuos control (Brazil y cols., 2009). En cambio, el examen de la amplitud del componente en muestras penitenciarias aplicando una perspectiva multidimensional para estudiar la contribución diferencial de distintos rasgos psicopáticos ha puesto de manifiesto resultados contradictorios. Así, se han observado disminuciones de la amplitud del Pe asociadas a las características afectivo/interpersonales de la psicopatía en mujeres encarceladas (Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016), a las características de conducta antisocial en jóvenes delincuentes varones (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016), e incluso aumentos en la amplitud del componente asociados a las características afectivo/interpersonales y de estilo de vida impulsivo e irresponsable en varones encarcelados (Steele y cols., 2016). De forma notable, no tenemos constancia de ningún estudio hasta la fecha que haya examinado la amplitud del componente Pe asociado a rasgos psicopáticos en muestras de la población general.

Como se desprende de esta revisión, los estudios publicados hasta la fecha han empleado distintas formas de evaluar y conceptualizar la psicopatía —perspectiva unitaria vs. multidimensional—, muestras de diferente naturaleza —penitenciaria, población general— y distintos paradigmas experimentales para medir los componentes ERN y Pe. Respecto al último punto, la conceptualización de los componentes ERN y Pe como procesos genéricos y unitarios relacionados con el procesamiento de errores ha sido cuestionada por estudios que demuestran diferencias en sus propiedades psicométricas en función de las tareas, así como un nivel moderado de convergencia de los mismos entre tareas (Meyer y cols., 2013; Riesel y cols., 2013). Este hecho implica que parte de la varianza en cada ERN o Pe es específica del paradigma experimental empleado para medirlo, lo que puede tener importantes implicaciones en estudios clínicos o de diferencias individuales (cf. Weinberg, Dietrich y cols., 2016) (véase también el Capítulo 4).

En vista de estos resultados, en esta investigación se pretende avanzar de forma más sólida en la comprensión de posibles déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica mediante (1) la adopción del recientemente formulado **modelo triárquico de la psicopatía** (Patrick y cols., 2009) como marco conceptual y de evaluación —mediante el TriPM; véase el Capítulo 3— de este trastorno de la personalidad, y (2) el estudio de los componentes ERN y Pe en dos de los paradigmas experimentales más ampliamente utilizados en el estudio del procesamiento de errores: una tarea de inhibición de respuesta Go/NoGo y una tarea de flancos de flechas.

Además de los componentes relacionados con el procesamiento de errores, las manipulaciones en el contexto estimular utilizadas en este tipo de paradigmas requieren de un importante control cognitivo sobre las estrategias de respuesta por ejecutar para mantener un buen rendimiento. Así, como también se ha revisado durante el Capítulo 2, existen dos potenciales evocados que parecen ser sensibles a los requerimientos de respuesta y a procesos de control cognitivo y de atención a los estímulos en estas tareas: los componentes N200 y P300.

Un grupo reducido de estudios ha examinado la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3 en la psicopatía. Sin embargo, los resultados de estos estudios, caracterizados por aplicar una conceptualización unitaria de la psicopatía, no han arrojado todavía conclusiones firmes al respecto. Así, se ha observado una menor diferenciación del N200 entre estímulos *Go* y *NoGo* en psicópatas encarcelados respecto a controles en un estudio (Kiehl y cols., 2000), pero no en otro estudio en población penitenciaria con características similares (Munro y cols., 2007b), ni en participantes de la población general con altas puntuaciones totales en psicopatía (Kim y Jung, 2014). Respecto al P300, algunos estudios han encontrado reducciones en el Go-P3 (Kiehl y cols., 2000) y otros en el NoGo-P3 (Kim y Jung, 2014), mientras que no se han encontrado diferencias ni en el Go-P3 ni en el NoGo-P3 en otro estudio (Munro y cols., 2007b). Por otro lado, no tenemos constancia de estudios que hayan examinado la amplitud de los componentes N200 y P300 en tareas de flancos en relación a los rasgos psicopáticos.

Estudiar las asociaciones entre la psicopatía y determinadas variables criterio externas —como los componentes ERN, Pe, N200 ó P300— desde una perspectiva unitaria impide poder examinar la contribución diferencial de las características afectivo/interpersonales y de desviación social de la psicopatía. Como se ha revisado de forma extensa en el Capítulo 1, existen numerosos estudios que han demostrado que los dos grandes factores de la psicopatía muestran relaciones divergentes, incluso opuestas, con numerosas variables criterio, lo que ha desembocado en la propuesta de **los modelos duales —o teoría de los dos procesos—** de la psicopatía (Fowles y Dindo, 2006; 2009; Patrick y Bernat, 2009).

De los dos procesos propuestos en los modelos duales, el rasgo de **vulnerabilidad externalizante** —que refleja deterioros en sistemas cerebrales anteriores que median el adecuado control y regulación de respuestas conductuales y afectivas— parece ser especialmente relevante para comprender las características de desviación social o desinhibición de la psicopatía (Patrick y Bernat, 2009). Tanto la reducida amplitud del ERN (Hall y cols., 2007), como la del P300 en tareas *oddball* (Hicks y cols., 2007; Patrick y cols., 2006; Yancey y cols., 2013) han sido propuestas como marcadores psicofisiológicos del componente externalizante de la psicopatología (Patrick y Bernat, 2009; Patrick, Durbin y cols., 2012). Parte de esta propuesta teórica ha recibido bastante respaldo empírico hasta el momento, al encontrarse reducciones en la amplitud del ERN asociadas de forma específica a elevadas puntuaciones en el PPI-II (Heritage y Benning, 2013) o en la escala de Desinhibición-TriPM (Pasion y cols., 2016), así como menores amplitudes del P300 en tareas *oddball* asociadas a elevadas puntuaciones en el PPI-R-II en muestras de la población general (Carlson y cols., 2009) y a elevadas puntuaciones en el PCL-R-F2 en poblaciones penitenciarias (Venables y Patrick, 2014).

La relación entre la reducida amplitud del P300 y la presencia de rasgos externalizantes —operativizados mediante el ESI (Krueger y cols., 2007; Patrick, Kramer y cols., 2013)— no parece exclusiva de tareas *oddball* (Nelson y cols., 2011; Yancey y cols., 2013), sino que también se han observado reducciones en otras variantes del componente P300, como el componente P300 en tareas de flancos (Nelson y cols., 2011), en respuesta al *feedback* en tareas de juego (Bernat y cols., 2011) o tras la administración de un ruido aversivo durante la visión pasiva de imágenes (*probe P3*; Perkins y cols., 2017). En este sentido, recientemente se ha propuesto una estrategia para avanzar en la conceptualización del rasgo de vulnerabilidad externalizante en términos neurobiológicos (Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013). Dicha estrategia implica examinar la covariación entre distintos indicadores fisiológicos y el empleo de técnicas multivariadas de análisis factorial exploratorio para combinar los mismos formando variables compuestas “*neurométricas*” (Nelson y cols., 2011) o “*psico-neurométricas*” —que agreguen también indicadores de autoinforme— (Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013) y examinar las asociaciones entre los mismos y rasgos de personalidad y otros indicadores fisiológicos relacionados con el espectro externalizante. De forma importante, se ha ob-

servado que distintos indicadores P300, así como el ERN en una tarea de flancos forman un factor que correlaciona de forma fiable con las puntuaciones en el ESI y que a su vez se asocia de forma elevada a otras variantes del P300 en tareas *oddball* (Nelson y cols., 2011; véase también Patrick, Venables y cols., 2013). En esta misma línea, Perkins y cols. (2017) han demostrado recientemente que la relación entre el factor de desinhibición del ESI con el ‘probe-P3’ se debe a la varianza compartida con el P300 medido en una tarea *oddball*. En este sentido, parece que el rasgo de desinhibición —o vulnerabilidad externalizante— se asocia de forma fiable a múltiples componentes P300 y que el proceso responsable de esta reducción parece operar de forma similar en distintas tareas (Nelson y cols., 2011; Perkins y cols., 2017).

Así, recientemente Burwell y cols. (2016) han demostrado que existe una gran parte de varianza compartida entre distintos indicadores fisiológicos medidos en varios paradigmas de forma que, por ejemplo, tanto distintas variantes del P300 como del componente Pe forman un factor en el que todos saturan de forma apreciable, además de otros factores en los que se agrupan componentes ERN medidos en tareas Go/NoGo y de flancos, y otro en el que se agrupan los componentes N200. Sin embargo, en este último estudio no se examinaron las asociaciones entre dichos factores con ninguna variable clínica o de diferencias individuales.

5.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo de la presente investigación era examinar la presencia de **déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica** mediante el estudio de las asociaciones entre los potenciales evocados anclados a la comisión de respuestas erróneas (componentes **ERN** y **Pe**) y también de los potenciales evocados anclados a la presentación de los estímulos (**N200** y **P300**) y los constructos de **audacia**, **maldad** y **desinhibición** del MTP en dos tareas cognitivas de tiempo de reacción.

Para ello, se examinó la contribución diferencial de las puntuaciones de las escalas del TriPM en la **amplitud de los componentes ERN y Pe** medidos en una **tarea Go/NoGo** y en una **tarea de flancos de flechas**. Además, en este estudio también se examinó la relación entre las características de la psicopatía y la ejecución conductual (tasa de aciertos y errores, tiempos de reacción, así como distintos ajustes conductuales tras los errores) en ambas tareas.

Por otro lado, para caracterizar de forma precisa el curso temporal del procesamiento de los estímulos en ambos paradigmas asociado a los distintos rasgos psicopáticos, se examinó también la contribución diferencial de las puntuaciones de las escalas del TriPM en la amplitud de los **componentes NoGo-N2 y NoGo-P3** —en la tarea Go/NoGo— y **N200 y P300** en la tarea de flancos de flechas.

Por último, otro objetivo del presente estudio fue estudiar la **covariación entre los distintos componentes estudiados en ambas tareas**, con el propósito de comprender en profundidad la singularidad o el solapamiento de las relaciones observadas entre los rasgos psicopáticos y los distintos potenciales evocados estudiados. Para ello, se examinaron las correlaciones entre los componentes de interés, así como la estructura latente de dichas correlaciones mediante un análisis factorial exploratorio (cf. Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013).

De acuerdo con la propuesta de una **reducida amplitud del ERN** como un marcador de la dimensión de **vulnerabilidad externalizante** de la psicopatología (Hall y cols., 2007), así como con resultados previos en muestras de la población general, donde se ha observado una reducida amplitud del ERN en tareas de decisión léxica (Heritage y Benning, 2013) y en la tarea Simon (Pasion y cols., 2016) asociada a las características de desinhibición de la psicopatía, en el presente estudio se espera encontrar una **reducida amplitud del ERN** asociada a elevadas puntuaciones en la escala de **Desinhibición-TriPM** en ambas tareas (HIPÓTESIS 1).

Por otro lado, dadas las inconsistencias en los resultados respecto al **componente Pe** en estudios previos en poblaciones penitenciarias (Brazil y cols., 2009; Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016), y dado que este componente no ha sido examinado en estudios previos en poblaciones no penitenciarias (Bresin y cols., 2014; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016), no cabe establecer hipótesis claras respecto a la amplitud del Pe en la psicopatía en la muestra de la población general empleada en este estudio.

Respecto a los componentes P300, se espera encontrar **reducciones del componente P300 en la tarea de flancos** asociadas a elevadas puntuaciones en la escala de **Desinhibición-TriPM**, de acuerdo con estudios previos que han demostrado una reducida amplitud del componente asociada a elevadas puntuaciones en rasgos externalizantes (Nelson y cols., 2011). Por otro lado, dada la reciente evidencia de una reducción general de variantes del P300 en distintas tareas asociadas al rasgo de vulnerabilidad externalizante (Bernat y cols., 2011; Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013; Perkins y cols., 2017; Yancey y cols., 2013), así como los resultados sobre la reducida amplitud del NoGo-P3 en participantes de la población general con elevadas puntuaciones en psicopatía y en aquéllos con rasgos como la impulsividad motora (cf. Kim y Jung, 2014), se espera que las **reducciones en la amplitud del NoGo-P3** también se asocien de forma selectiva a las elevadas puntuaciones en la escala de **Desinhibición-TriPM**. Así, en este estudio se esperan encontrar reducciones en la amplitud de los componentes P300 estudiados en ambas tareas (HIPÓTESIS 2).

Aunque no se pueden establecer hipótesis claras en relación a los componentes **N200** medidos en esta investigación, existe cierta evidencia indicativa de reducciones en el **NoGo-N2** en psicópatas encarcelados (Kiehl y cols., 2000), y en delincuentes violentos impulsivos (Chen y cols., 2005), y del

componente inhibitorio Stop-N2 en delincuentes juveniles con las características de desinhibición de la psicopatía (Vilà-Balló y cols., 2014). Por tanto, reducciones en este componente deberían también asociarse de forma selectiva y positiva con las puntuaciones en la escala de **Desinhibición-TriPM** (HIPÓTESIS 3). Respecto al N200 en tareas de flancos, no tenemos constancia de estudios previos que hayan examinado la amplitud de este componente en relación a los rasgos psicopáticos.

5.3. METODOLOGÍA

5.3.1. Participantes

La muestra de este estudio se compuso por 161 estudiantes (47 hombres, 114 mujeres) del Grado en Psicología de la Universitat Jaume I de Castellón. Los participantes realizaron una tarea de inhibición de respuestas Go/NoGo y una tarea de flancos de flechas —descritas en el siguiente apartado— en una sesión con una duración aproximada de dos horas. Ninguno de los sujetos presentaba deficiencias visuales no corregidas ni estaba bajo tratamiento farmacológico; todos recibieron información verbal y escrita sobre el procedimiento y los objetivos del estudio, y dieron consentimiento por escrito para participar en la investigación. La Tabla 5.1 proporciona un resumen de los estadísticos descriptivos de las puntuaciones en el TriPM, para el total y para hombres y mujeres por separado, de la muestra experimental de este estudio. Las medias y rangos observados son similares a estudios previos que han empleado el TriPM en muestras de la población general (cf. Esteller y cols., 2016; Pasion y cols., 2016).

De igual forma que con la muestra total de participantes descrita en el Capítulo 3 ($N = 360$), los hombres obtuvieron puntuaciones mayores en todas las escalas de contenido del TriPM que las mujeres. De esta forma, para corregir cualquier posible contribución de las diferencias de grado en psicopatía ligadas al género sobre las relaciones observadas entre las puntuaciones del TriPM y las variables dependientes, se calcularon puntuaciones T ($M = 50$, $DT = 10$) mediante la siguiente fórmula: puntuación T (para cada escala) = $([\text{puntuación}_{\text{TriPM}} - M_{\text{TriPM}}] / DT_{\text{TriPM}}) \times 10 + 50$, utilizando la media y la desviación típica del grupo de hombres o del de mujeres, en función del género de cada participante. Esta corrección se ha aplicado en estudios previos donde se han observado diferencias de género en las puntuaciones en rasgos psicopáticos en muestras mixtas de la población normal para examinar las asociaciones entre la psicopatía y otras variables psicofisiológicas (cf. Carlson y cols., 2009; Esteller y cols., 2016; López y cols., 2013).

Tabla 5.1. Estadísticos descriptivos —media (*M*), desviación típica (*DT*) y rango— de las puntuaciones total y por escalas del TriPM para la muestra total y para hombres y mujeres por separado, y estadísticos *t* para muestras independientes.

TriPM	Muestra total (N = 161)		Hombres (N = 47)		Mujeres (N = 114)		<i>t</i>
	<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	<i>M</i> (<i>DT</i>)	Rango	
Audacia	29.73 (8.44)	7-48	33.13 (9.36)	8-48	28.33 (7.64)	7-45	3.38**
Maldad	10.11 (6.33)	0-31	13.23 (6.93)	4-31	8.82 (5.60)	0-30	4.23***
Desinhibición	14.64 (7.67)	0-39	16.72 (8.22)	0-39	13.78 (7.29)	0-33	2.24*
Total	54.48 (15.68)	18-106	63.08 (16.29)	32-106	50.94 (14.04)	18-98	4.76***

Nota: * $p < .05$; ** $p < .001$; *** $p < .0001$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

5.3.2. Tareas y procedimiento

La sesión experimental se compuso de dos tareas: una tarea de inhibición de respuestas Go/NoGo basada en Nieuwenhuis y cols. (2003), y una tarea de flancos de flechas basada en Hajcak y cols. (2005) (véanse también Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013). El orden de las tareas se contrabalanceó entre participantes. Los sujetos permanecieron sentados durante la sesión experimental en una habitación con aislamiento electroacústico y estaban situados a 110 cm de un monitor en el que se presentaban los estímulos. En ambas tareas los participantes fueron instruidos a responder lo más rápidamente posible procurando no cometer errores. La duración aproximada de la sesión experimental fue de dos horas.

La **tarea de inhibición de respuestas Go/NoGo** (basada en Nieuwenhuis y cols., 2003) fue la misma que se empleó en el estudio con la muestra piloto de 51 participantes descrita en el Capítulo 4. En esta tarea los participantes eran instruidos a responder con el dedo índice de su mano dominante al estímulo *Go* e inhibir la misma respuesta al estímulo *NoGo*. Se utilizaron dos tipos de estímulos, letra “M” o letra “W”, cuyo orden de asignación a las condiciones *Go* y *NoGo* se contrabalanceó entre participantes. Los estímulos se presentaron durante 100 ms en letra Arial de color blanco (tamaño de fuente 50, ángulo visual de 0.5° en vertical y 0.7° en horizontal) sobre un fondo negro

bajo una señal de fijación presente en la pantalla durante toda la tarea. Los intervalos entre ensayos (IEEs) eran variables (1100, 1300, 1500, 1700 ó 1900) con el objetivo de reducir la predictibilidad del momento de aparición del estímulo. La tarea estaba compuesta por un total de 1200 ensayos y estructurada en seis bloques de 200 ensayos, entre los cuales los sujetos podían descansar durante un minuto. La frecuencia de aparición de los estímulos *Go* fue del 80% —960 ensayos en total, 160 por bloque— y del 20% para los *NoGo* —240 ensayos en total, 40 por bloque—, con el objetivo de generar una tendencia dominante de respuesta y dificultar la inhibición de respuesta a los estímulos *NoGo*. El orden de presentación de los estímulos fue semialeatorio con la restricción de que nunca aparecieran más de dos estímulos *NoGo* consecutivos. La duración total de la tarea, incluidos los descansos, fue de 40 minutos. Antes de realizar la tarea, cada participante realizó 50 ensayos de práctica con la misma proporción de ensayos *Go* y *NoGo* (50%) para familiarizarse con el procedimiento.

En cada ensayo en la **tarea de flancos de flechas**, basada en el diseño de Hajcak y cols. (2005), se presentaba un conjunto de cinco puntas de flecha alineadas horizontalmente, y se instruía a los participantes a responder con el dedo índice de su mano izquierda o derecha según la punta de flecha del centro de la fila apuntara hacia la derecha (>) o hacia la izquierda (<). Las puntas de flecha distractoras —los flancos— podían ser congruentes (>>>>> ó <<<<<) o incongruentes (>><>> ó <<><<) con la punta de flecha del centro, resultando en un total de cuatro conjuntos estímulares presentados con igual frecuencia. Los estímulos se presentaron durante 200 ms en letra Arial de color blanco (tamaño de fuente 50, ángulo visual de 1.3° en vertical y 9.2° en horizontal) sobre un fondo negro. Cada estímulo iba precedido por una señal de fijación (+) que se mostraba en el centro de la pantalla durante 150 ms. Los IEEs eran variables (1500, 1600, 1700, 1800, 1900 ó 2000) e incluían la señal de fijación. La tarea estaba compuesta por un total de 576 ensayos divididos en doce bloques de 48 ensayos. En total, se presentaron un total de 144 ensayos de cada tipo: congruente izquierda (<<<<<), congruente derecha (>>>>>), incongruente izquierda (>><>>) e incongruente derecha (<<><<). Tras cada bloque de 48 ensayos, y dependiendo de su ejecución, los participantes podían recibir tres tipos de *feedback*: “Estás haciéndolo muy bien, sigue así” si su tasa de error estaba entre el 10 y el 25%; “Por favor, intenta ser más preciso” si su tasa de error era superior al 25%; y “Por favor, intenta contestar más rápido” si su tasa de error era menor del 10%. Con este procedimiento se pretendía mantener una tasa de errores constante —entre el 10 y el 25%— a lo largo de toda la tarea para intentar asegurar un suficiente número de errores para los análisis finales (cf. Hajcak y cols., 2005; Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013). El *feedback* se presentaba en la pantalla durante 6 segundos y los sujetos elegían libremente cuando continuar con el siguiente bloque de ensayos pulsando cualquiera de los dos botones del plafón de respuesta habilitados para realizar la tarea. La duración total de la tarea fue de aproximadamente 25 minutos. Antes de realizar la tarea, cada participante realizó 48 ensayos de práctica para familiarizarse con el procedimiento.

En la Figura 5.1 se muestra una representación esquemática de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales empleadas en este estudio.

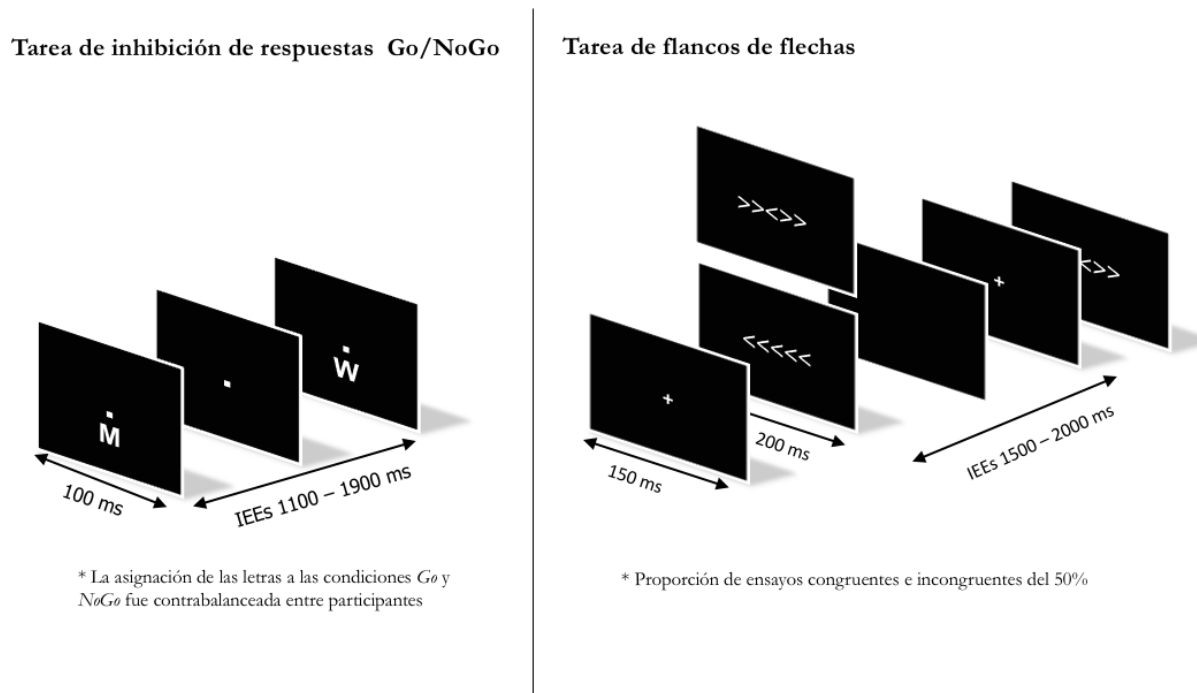


Figura 5.1. Representación de la secuencia de estímulos de las tareas experimentales Go/NoGo y de flancos de flechas empleadas en el presente estudio. El orden de las tareas fue contrabalanceado entre los participantes.

5.3.3. Aparatos y registro psicofisiológico

Los aparatos y *software* empleados en este estudio fueron los mismos que en el estudio descrito en el Capítulo 4. Ambas tareas fueron administradas mediante el *software* Presentation® v.14.5 (Neurobehavioral Systems, Inc. Albany, Ca, USA) instalado en un ordenador PC Core 2 Duo (Intel) para controlar la presentación de los estímulos y el registro de las respuestas dadas por los sujetos. Los estímulos visuales se presentaron mediante un divisor de la señal de video VGA (VIDMUX) en un monitor VGA M782 (Dell). Las respuestas que dieron los participantes en un plafón de respuesta modelo 200 (EGI) se recogieron en el ordenador mediante un dispositivo serial SRBox 200A (EGI). La aparición de los estímulos y la ejecución de las respuestas del participante fueron codificadas y enviadas al ordenador principal de registro como señales digitales TTL mediante un dispositivo paralelo AV Device DIN Adapter (EGI).

La señal electroencefalográfica (EEG) se adquirió usando redes HydroCel Geodesic Sensor Net (HCGSN) de 256 electrodos de esponja y amplificada y filtrada (filtros analógicos de 0.10 y 100 Hz) mediante un amplificador NetAmps 300 de Electrical Geodesics Inc. (EGI; Oregon, USA).

Durante la adquisición, la señal EEG fue referenciada al electrodo situado en el vértex (Cz) y digitalizada de forma continua a una tasa de muestreo de 250 Hz con un conversor analógico-digital de 24-bits. Las impedancias se mantuvieron por debajo de 50 k Ω . Tanto la señal EEG como las señales digitales TTL fueron recibidas, integradas y almacenadas mediante el *software* NetStation Acquisition de Net Station v.4.4.2 (EGI), instalado en un ordenador MacBook Pro (Apple).

5.3.4. Reducción de los datos EEG

Con el objetivo de obtener y definir los componentes de interés, los datos EEG fueron pre-procesados mediante el programa Brain Electrical Source Analysis (BESA Research v5.2; MEGIS Software GmbH, Gräfelfing, Germany) y el programa basado en MATLAB (MathWorks) Electro-Magnetic Encephalography Software (EMEGS; Peyk, De Cesarei y Junghöfer, 2011). Durante el preprocesado, los datos EEG fueron re-referenciados *offline* al promedio de actividad de todos los electrodos y filtrados digitalmente mediante un filtro de paso bajo de 30 Hz y un filtro de paso alto de 0.1 Hz. Posteriormente los datos fueron inspeccionados visualmente, se interpolaron los sensores con mala calidad de la señal y se corrigieron los artefactos oculares o del electrocardiograma siguiendo la rutina de filtrado espacial implementado en el *software* BESA 6.1 (MEGIS Software GmbH, Gräfelfing, Germany). Posteriormente, se aplicó un procedimiento semiautomático implementado en el *software* BESA 6.1 para eliminar los restantes artefactos.

Los datos de EEG libres de artefactos fueron segmentados en épocas de 1000 ms de duración para el estudio de los potenciales evocados anclados a la aparición del estímulo —N200 y P300—, incluyendo desde los 200 ms anteriores hasta los 800 ms posteriores a la presentación del estímulo, y de 1200 ms de duración para los potenciales evocados anclados a las respuestas—ERN y Pe—, desde los 400 ms anteriores hasta los 800 ms posteriores a la respuesta. Las épocas aceptadas fueron promediadas para cada participante, tarea (Go/NoGo, flancos) y condición —según el componente objeto de estudio (véase el apartado 5.3.5)— por separado. Para cuantificar los potenciales evocados de interés se extrajeron los valores promedio de amplitud en distintos *clusters* de sensores de la línea media (véase la Figura 4.2, del Capítulo 4, para la representación esquemática de los sensores de la red HCGSN y la correspondencia con las distintas áreas seleccionadas) en áreas frontales (**Fz**: 27, 20, 28, 21, 13, 22, 14), frontocentrales (**FCz**: 15, 23, 6, 16, 7, 8, 17, 198), centrales (**Cz**: 44, 9, 186, 185, 53, 45, 257, 132, 144), centroparietales (**CPz**: 81, 80, 131, 90, 89, 130), y parietales (**Pz**: 100, 101, 129, 110, 119, 128).

A continuación se describen los análisis de los datos EEG —línea de base, ventanas temporales y áreas de sensores estudiadas— para los potenciales evocados estudiados en las distintas condiciones de la tarea Go/NoGo y de flancos de flechas.

5.3.5. Procedimientos de medida de los potenciales evocados

Para diferenciar los potenciales evocados ERN y Pe, se añadirán a partir de ahora los prefijos ‘NoGo’ —para la tarea Go/NoGo— y ‘FL’ —para la tarea de flancos de flechas. Los componentes anclados a la presentación de los estímulos llevarán el prefijo de la condición concreta objeto de estudio: ‘NoGo’ y ‘Go’ en la tarea Go/NoGo, y ‘Cong’ —para los ensayos congruentes— e ‘Incong’ —para los ensayos incongruentes— en la tarea de flancos de flechas.

5.3.5.1. Tarea Go/NoGo

En la tarea Go/NoGo, los análisis de las respuestas erróneas —condición Error, en adelante— se centraron en los errores de comisión —o falsas alarmas— en los ensayos *NoGo*, y no en los errores de omisión a los estímulos *Go*. La condición Acierto se refiere a las respuestas correctas a los estímulos *Go*.

Para cuantificar los componentes anclados a las respuestas, se empleó como línea de base el promedio de actividad en el intervalo de -400 a -200 previo a la respuesta. A partir de la inspección visual de los grandes promedios para la condición de Error, y de acuerdo a la investigación previa (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Riesel y cols., 2013), **el NoGo-ERN** fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 0 a 100 ms tras los errores en tres áreas frontocentrales (Fz, FCz, Cz), mientras que el componente **NoGo-Pe**, que presenta una distribución centroparietal máxima (cf. Overbeek y cols., 2005) y una actividad más sostenida, fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 150 a 350 ms tras los errores en tres áreas centroparietales (Cz, CPz, Pz). Aunque no constituyen el foco principal de estudio del presente proyecto, se utilizaron las mismas ventanas temporales para medir la actividad cerebral relacionada con los aciertos en las mismas áreas frontocentrales —Go-CRN— y centroparietales —Go-Pc— y así llevar a cabo análisis comparativos de procedimiento sobre los componentes de interés.

Para cuantificar los componentes anclados a los estímulos, se empleó como línea de base el promedio de actividad en el intervalo de -200 a 0 ms previo a la presentación del estímulo. A partir de la inspección visual de los grandes promedios para la condición *NoGo*, y de acuerdo a la investigación previa, **el NoGo-N2** fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 250 a 350 ms tras la presentación del estímulo en las inhibiciones correctas en los ensayos *NoGo* —y en los aciertos a los estímulos *Go*: **Go-N2**— en tres áreas de sensores frontocentrales, donde el componente NoGo-N2 es de máxima amplitud (Amodio y cols., 2008; Kim y Jung, 2014; Nieuwenhuis y cols., 2003). Por su parte, el componente **NoGo-P3**, fue medido como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 350 a 550 ms tras la presentación del estímulo en las

inhibiciones correctas en los ensayos *NoGo* —y en los aciertos a los estímulos *Go*: **Go-P3**— en tres áreas de sensores centroparietales (Cz, CPz, Pz).

5.3.5.2. Tarea de flancos de flechas

Para cuantificar los componentes anclados a las respuestas en la tarea de flancos de flechas se emplearon los mismos parámetros de análisis descritos para la tarea *Go/NoGo*, incluyendo la misma línea de base —de -400 a -200 ms pre-respuesta. Así, el **FL-ERN** fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 0 a 100 ms tras los errores en tres áreas frontocentrales (Fz, FCz, Cz), mientras que el componente **FL-Pe** se cuantificó como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 150 a 350 ms tras los errores en tres áreas de sensores centroparietales (Cz, CPz, Pz). Como en la tarea *Go/NoGo*, se emplearon las mismas ventanas temporales para cuantificar la actividad cerebral relacionada con los aciertos en las mismas áreas frontocentrales —**FL-CRN**— y centroparietales —**FL-Pc**— para análisis de procedimiento.

Para cuantificar los componentes anclados a los estímulos, se empleó el promedio de actividad en el intervalo de -200 a 0 ms previo a la presentación del estímulo como línea de base. A partir de la inspección visual de los grandes promedios para la condición *Incongruente*, y de acuerdo con la investigación previa, el **N200** fue cuantificado como la amplitud media de voltaje en la ventana temporal de 250 a 350 ms tras la presentación del estímulo en los ensayos en los que se contestaba de forma correcta tanto en los ensayos incongruentes —**Incong-N2**— como en los congruentes —**Cong-N2**— en dos áreas de sensores frontocentrales (Fz, FCz; cf. Groom y Cragg, 2016). Por su parte, la ventana temporal para cuantificar el componente **P300** en la tarea de flancos se fijó entre los 300 y 600 ms tras la presentación del estímulo —de acuerdo con estudios previos que han examinado la amplitud de este componente en esta tarea (Meyer, Lerner, De los Reyes, Laird, y Hajcak, 2017)— en los ensayos en los que se respondió de forma correcta tanto en los ensayos *Incongruentes* —**Incong-P3**— como en los congruentes —**Cong-P3**— en tres áreas de sensores centroparietales (Cz, CPz, Pz).

5.3.6. Plan de análisis estadísticos de los datos

Los análisis estadístico se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico SPSS (IBM, versión 23). La estrategia de análisis seguida fue similar a los procedimientos empleados en estudios recientes sobre el procesamiento de errores en la psicopatía (Heritage y Benning, 2013; Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Pasion y cols., 2016), así como en otros estudios de diferencias individuales en ansiedad (Moser, Moran y Jendrusina, 2012) o en impulsividad (Hill, Samuel y Foti, 2016).

Se calcularon los estadísticos descriptivos para cada variable de estudio. Posteriormente se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas sobre las variables dependientes (para cada tarea y condición en los potenciales evocados de interés) para establecer los efectos de procedimiento deseados, dependiendo de la tarea. Se aplicó la corrección Greenhouse-Geisser para ajustar los grados de libertad en todas las comparaciones con más de dos niveles intrasujeto (Jennings, 1987; Vasey y Thayer, 1987). Los efectos significativos se examinaron en mayor profundidad mediante pruebas *t* para muestras relacionadas. Los coeficientes eta al cuadrado parcial (η^2_p) se proporcionan como indicador del tamaño del efecto encontrado en los ANOVAs. Para esclarecer los efectos de base experimentales de las variables conductuales, se llevaron a cabo pruebas *t* para muestras relacionadas. Posteriormente, para examinar la contribución de los rasgos psicopáticos se llevaron a cabo correlaciones bivariadas de Pearson (*r*) entre las puntuaciones de las tres escalas del TriPM y cada variable dependiente de interés. Además, también se realizaron análisis de regresión lineal múltiple donde las puntuaciones en las tres escalas del TriPM se introdujeron de forma conjunta para predecir cada variable dependiente (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Pasion y cols., 2016), con el objetivo de esclarecer la contribución única de cada escala a las mismas.

5.3.6.1. Análisis estadísticos en la tarea Go/NoGo

Dos participantes (1.24% de la muestra total) fueron excluidos de los análisis de la tarea Go/NoGo debido a que decidieron interrumpir su participación en la tarea ($n = 1$) o debido a que contestaron al estímulo *NoGo* en lugar de al estímulo *Go* ($n = 1$). Del resto de participantes ($N = 159$), 10 sujetos (6.29% de la muestra total) fueron excluidos de los análisis por un excesivo número de artefactos en el registro EEG o por tener menos de 6 épocas libres de artefactos para cuantificar los componentes NoGo-ERN y NoGo-Pe de forma fiable (cf. Olvet y Hajcak, 2009a; Riesel y cols., 2013). Tanto para los análisis conductuales como para los análisis de potenciales evocados se excluyeron aquellos ensayos con tiempos de reacción menores de 100 ms (anticipaciones) y mayores de 1000 ms (respuestas lentas). El número medio de épocas libres de artefactos para calcular los promedios de los potenciales evocados fueron, para las condiciones de respuesta: **Error**: $M = 56.87$, $DT = 31.31$, Mínimo = 6; **Acierto**: $M = 701.74$, $DT = 171.84$, Mínimo = 294; y para las condiciones de estímulo: **NoGo**: $M = 126.19$, $DT = 39.05$, Mínimo = 29; **Go**: $M = 744.44$, $DT = 151.85$, Mínimo = 348.

Por tanto, los análisis conductuales se llevaron a cabo sobre 159 participantes (47 hombres, 112 mujeres), mientras que los análisis de los potenciales evocados incluyeron a 149 participantes (43 hombres, 106 mujeres) en esta tarea.

Los **análisis conductuales** en la tarea Go/NoGo se centraron en los **porcentajes y tiempos de reacción (TRs, en adelante) de los errores de comisión** —o falsas alarmas— al estímulo

NoGo, y de los **aciertos** al estímulo **Go**. Además, también se calculó el efecto de *post-error slowing* (**PES**, en adelante), comparando los TRs de los aciertos tras las inhibiciones correctas al estímulo *NoGo*, con los TRs de los aciertos tras los errores (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016).

Los análisis de los **potenciales evocados** consistieron, en primer lugar, en constatar la presencia de un patrón de reactividad electrofisiológica diferencial relacionado con **las respuestas erróneas**, comparado con los aciertos, para cada componente por separado. Para este objetivo se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas con las condiciones de Respuesta (2 niveles: Acierto, Error) x Área (3 niveles: Fz, FCz y Cz, para el **NoGo-ERN** y Cz, CPz y Pz, para el **NoGo-Pe**). Por otro lado, para comprobar la presencia de un patrón de actividad cerebral diferencial asociada a la **inhibición de respuestas**, comparado con la condición *Go*, se llevaron a cabo dos ANOVAs de medidas repetidas con las condiciones de Tipo de Estímulo (2 niveles: *Go*, *NoGo*) x Área (3 niveles: Fz, FCz y Cz, para el **NoGo-N2**, y Cz, CPz, y Pz, para el **NoGo-P3**).

Las asociaciones entre los rasgos de la psicopatía y los potenciales evocados de interés se evaluaron mediante correlaciones bivariadas y análisis de regresión lineal entre las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y cada componente —NoGo-ERN, NoGo-Pe, NoGo-N2, NoGo-P3— por separado.

5.3.6.2. Análisis estadísticos en la tarea de flancos de flechas

Cuatro participantes (2.48% de la muestra total) fueron excluidos de los análisis de la tarea de flancos de flechas debido a que su rendimiento se mantuvo por debajo del 75% —entre el 40% y 60% en concreto— de respuestas correctas que perseguía el *feedback* bloque a bloque que se proporcionaba durante la tarea (cf. Hajcak y cols., 2005; Riesel y cols., 2013). Además, otros 14 participantes (8.69% de la muestra total) fueron excluidos de los análisis por tener un excesivo número de artefactos en el registro EEG o por tener menos de 6 épocas libres de artefactos para cuantificar los componentes FL-ERN y FL-Pe de forma fiable (cf. Olvet y Hajcak, 2009a; Riesel y cols., 2013). Los datos conductuales de 1 participante no se almacenaron por un error humano al codificar su entrada en Presentation. De igual forma que en la tarea *Go/NoGo*, se excluyeron de todos los análisis aquellos ensayos con tiempos de reacción menores de 100 ms (anticipaciones) y mayores de 1000 ms (respuestas lentas). El número medio de épocas libres de artefactos para calcular los promedios de los potenciales evocados fueron, para las condiciones de respuesta: **Error**: $M = 53.74^{5.1}$, $DT = 24.83$, Mínimo = 6; **Acierto**: $M = 415.83$, $DT = 77.08$, Mínimo = 145; y para las condiciones de estímulo: **Congruente**: $M = 232.67$, $DT = 38.11$, Mínimo = 85; **Incongruente**: $M = 195.67$, $DT = 34.39$, Mínimo = 69.

^{5.1} El número de épocas libres de artefactos que contribuyeron a los promedios para calcular los componentes ERN y Pe fueron altamente similares entre tareas: *Go/NoGo*: $M = 56.87$; Flancos: $M = 53.74$, $t(143) = -1.31$, $p = .19$. Este hecho confirma que el cambio de tarea de flancos propuesto en el Capítulo 4 fue acertado..

Por tanto, los análisis conductuales se llevaron a cabo sobre 156 participantes (46 hombres, 110 mujeres), mientras que los análisis de los potenciales evocados incluyeron a 143 participantes (41 hombres, 102 mujeres) en esta tarea.

Los **análisis conductuales** en la tarea de flancos se centraron en los **porcentajes y TRs de los errores** y de los **aciertos**. Se calculó también el **efecto de interferencia** tanto para la tasa de errores, como para los TRs de los aciertos. Además, también se calcularon dos ajustes conductuales tras los errores: el efecto **PES** —comparando los TRs de los aciertos tras los aciertos, con los TRs de los aciertos tras los errores— y el efecto de *post-error improvement in accuracy* (**PIA**, en adelante) comparando el porcentaje de aciertos tras los aciertos, con el porcentaje de aciertos tras los errores (cf. Schroder y cols., 2014).

Los análisis de los **potenciales evocados** consistieron, en primer lugar, en constatar la presencia de un patrón de reactividad electrofisiológica diferencial relacionado con **las respuestas erróneas**, para cada componente por separado. Con este objetivo se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas con las condiciones de Respuesta (2 niveles: Acierto, Error) x Área (3 niveles: Fz, FCz y Cz, para el **FL-ERN**, y Cz, CPz y Pz, para el **FL-Pe**). Por otro lado, para comprobar la presencia de un patrón de actividad cerebral diferencial en **los ensayos incongruentes**, respecto a los congruentes, se llevaron a cabo dos ANOVAs de medidas repetidas con las condiciones de Tipo de Estímulo (2 niveles: Congruente, Incongruente) x Área (2 niveles: Fz, FCz, para el **Incong-N2**, y 3 niveles: Cz, CPz, y Pz, para el **Incong-P300**).

Las asociaciones entre los rasgos de la psicopatía y los potenciales evocados de interés se evaluaron mediante correlaciones bivariadas y análisis de regresión lineal entre las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y cada componente —FL-ERN, FL-Pe, Incong-N2, Incong-P3— por separado.

5.3.6.3. Covariación entre los potenciales evocados en ambas tareas

En el tercer y último apartado se examinó la covariación entre los potenciales evocados en las condiciones experimentales de mayor interés en cada tarea. Como uno de los objetivos de este apartado de análisis era también examinar las asociaciones entre los posibles factores latentes que expliquen la covariación entre los potenciales evocados y los rasgos psicopáticos, para los análisis que se presentarán a continuación se escogieron las áreas donde se observaron asociaciones más fuertes con los distintos rasgos psicopáticos (cf. Nelson y cols., 2011). El primer paso en los análisis fue examinar las correlaciones bivariadas entre los potenciales evocados medidos en ambas tareas en las condiciones de interés: Error —en ambas tareas—, *NoGo* —en la tarea Go/NoGo— e Incongruente —en la tarea de flancos. En el siguiente paso, siguiendo los procedimientos empleados por Nelson

y cols. (2011) (véase también Patrick, Venables y cols., 2013; Yancey y cols., 2016), se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio con factorización de ejes principales entre los distintos potenciales evocados y se extrajeron puntuaciones factoriales —mediante el método de regresión (cf. Nelson y cols., 2011)— para correlacionarlas con las puntuaciones en las escalas del TriPM.

5.4. RESULTADOS

La organización de los resultados sigue la siguiente estructura: primero se presentan los resultados de la tarea Go/NoGo (apartado 5.4.1), seguidos de los resultados de la tarea de flancos (apartado 5.4.2) y, finalmente, se presentan los resultados sobre la covariación entre los distintos potenciales evocados estudiados en ambas tareas (apartado 5.4.3). Dentro de los apartados 5.4.1. y 5.4.2 se seguirá una estructura paralela. Primero se muestran los resultados conductuales y sus asociaciones con los rasgos psicopáticos. Después, siguiendo el curso temporal del procesamiento de los estímulos y las respuestas, se presentan primero los resultados de los potenciales evocados anclados a los estímulos y posteriormente los potenciales evocados anclados a las respuestas y, por último, las asociaciones de ambos con los rasgos psicopáticos.

5.4.1. TAREA GO/NOGO

5.4.1.1. Resultados conductuales

Los estadísticos descriptivos de las variables conductuales de estudio en la tarea Go/NoGo se presentan en la Tabla 5.2. El porcentaje de aciertos se calculó sobre el total de estímulos *Go* ($n = 960$), mientras que el porcentaje de errores se calculó sobre el total de estímulos *NoGo* ($n = 240$). Se obtuvo también el porcentaje de errores de omisión al estímulo *Go* para compararlo con el correspondiente a los errores de comisión.

Los participantes cometieron un mayor porcentaje de errores en los ensayos *NoGo*, que en los *Go* (omisiones), $t(159) = 28.73, p < .0001$, resultado esperado de acuerdo con estudios previos que han utilizado versiones similares de esta tarea (cf. Amodio y cols., 2008; Nieuwenhuis y cols., 2003). También se observaron TRs más rápidos en los errores que en los aciertos, $t(159) = -25.25, p < .0001$, indicando que los errores se caracterizaron por un estilo de respuesta más impulsivo que los aciertos. El efecto PES fue significativo, de forma que los participantes respondieron de forma más lenta a los estímulos *Go* tras los errores ($M = 317.33, DT = 46.89$) que tras las inhibiciones correctas a los estímulos *NoGo* ($M = 309.44, DT = 41.49$), $t(159) = 2.74, p < .01$.

Ninguna escala del TriPM mostró asociaciones significativas con ninguna variable conductual estudiada, $r_s(159) < |.12|$, $p_s > .12$.

Tabla 5.2. Estadísticos descriptivos —medias y desviaciones típicas— de las variables dependientes conductuales objeto de análisis en la tarea Go/NoGo.

	Media	Desviación Típica
Número de aciertos (<i>Go</i>)	933.08	36.85
Porcentaje de errores de omisión (%)	2.15	3.15
Número de errores (<i>NoGo</i>)	82.51	35.57
Porcentaje de errores (%) (<i>NoGo</i>)	34.37	14.82
TR aciertos (ms)	332.58	38.65
TR errores (ms)	281.62	29.06
PES (ms)	7.89	36.30

5.4.1.2. Inhibición de respuestas: NoGo-N2 y NoGo-P3

La Tabla 5.3 muestra los estadísticos descriptivos de los componentes anclados al estímulo estudiados en la tarea Go/NoGo.

NoGo-N2: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el NoGo-N2 y el Go-N2 demostraron una mayor negatividad entre los 250-350 ms tras los estímulos *NoGo* ($M = -0.03$, $DT = 1.06$) que tras los *Go* ($M = 0.47$, $DT = 0.95$), como indicó el efecto principal significativo de la variable Tipo de Estímulo, $F(1, 148) = 55.05$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .27$. Por otro lado, también fue significativo el efecto principal de la variable Área, $F(2, 296) = 80.26$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .35$, indicando una mayor actividad de polaridad negativa en Fz ($M = -0.23$, $DT = 0.98$) y FCz ($M = -0.11$, $DT = 1.05$) —las cuales no difirieron significativamente entre sí, $t(148) = 1.56$, $p = .12$ — respecto a Cz ($M = 1.02$, $DT = 1.50$), $t_s(148) =$ de 8.51 a 12, $p_s < .0001$. Por último, la interacción significativa Tipo de Estímulo x Área, $F(2, 296) = 97.06$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .39$, indicó que, mientras el NoGo-N2 fue mayor en FCz,

el Go-N2 lo fue en Fz. La diferencia NoGo-N2 – Go-N2 fue mayor en Cz ($M = -1.02$, $DT = 1.19$), seguido de FCz ($M = -0.66$, $DT = 0.97$), y Fz ($M = 0.18$, $DT = 0.91$), siendo todas las comparaciones significativamente diferentes entre sí, $t_s(148) =$ de 5.34 a 11.93, $p_s < .0001$.

NoGo-P3: Se observó una mayor positividad en la ventana de 350 a 550 ms tras los estímulos *NoGo* ($M = 4.06$, $DT = 2.71$), que tras los *Go* ($M = 1.46$, $DT = 1.46$), como indicó el efecto principal de la variable Tipo de Estímulo, $F(1, 148) = 229.38$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .61$. El efecto significativo de la variable Área, $F(2, 296) = 58.82$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .28$, indicó que, en general, se observó una mayor actividad ligada al estímulo en CPz ($M = 3.40$, $DT = 2.25$). Por último, la interacción significativa Tipo de Estímulo x Área, $F(2, 296) = 25.27$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .15$, indicó que existían diferencias significativas en la diferencia NoGo-P3 – Go-P3 entre áreas, siendo esta diferencia mayor en CPz ($M = 2.36$, $DT = 1.96$), y en Cz ($M = 2.30$, $DT = 1.84$) —entre las cuales no se observaron diferencias significativas, $t(148) = 0.77$, $p = .44$ — que en Pz ($M = 1.79$, $DT = 1.71$), $t_s(148) =$ de 4.46 y 7.96, $p_s < .0001$.

Tabla 5.3. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a la presentación de los estímulos en la tarea Go/NoGo en las distintas áreas de sensores de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV).

	Fz	FCz	Cz	CPz	Pz
NoGo-N2	-0.14 (1.07)	-0.45 (1.22)	0.50 (1.66)	-	-
Go-N2	-0.30 (1.09)	0.21 (1.09)	1.53 (1.56)	-	-
NoGo-P3	-	-	4.34 (2.87)	4.58 (3.05)	3.28 (2.67)
Go-P3	-	-	2.03 (1.54)	2.22 (1.65)	1.49 (1.48)

En la Figura 5.2 se pueden observar los grandes promedios para el NoGo-N2 y el NoGo-P3, en FCz y en CPz, donde ambos componentes fueron máximos en la condición *NoGo* en las distintas áreas estudiadas.

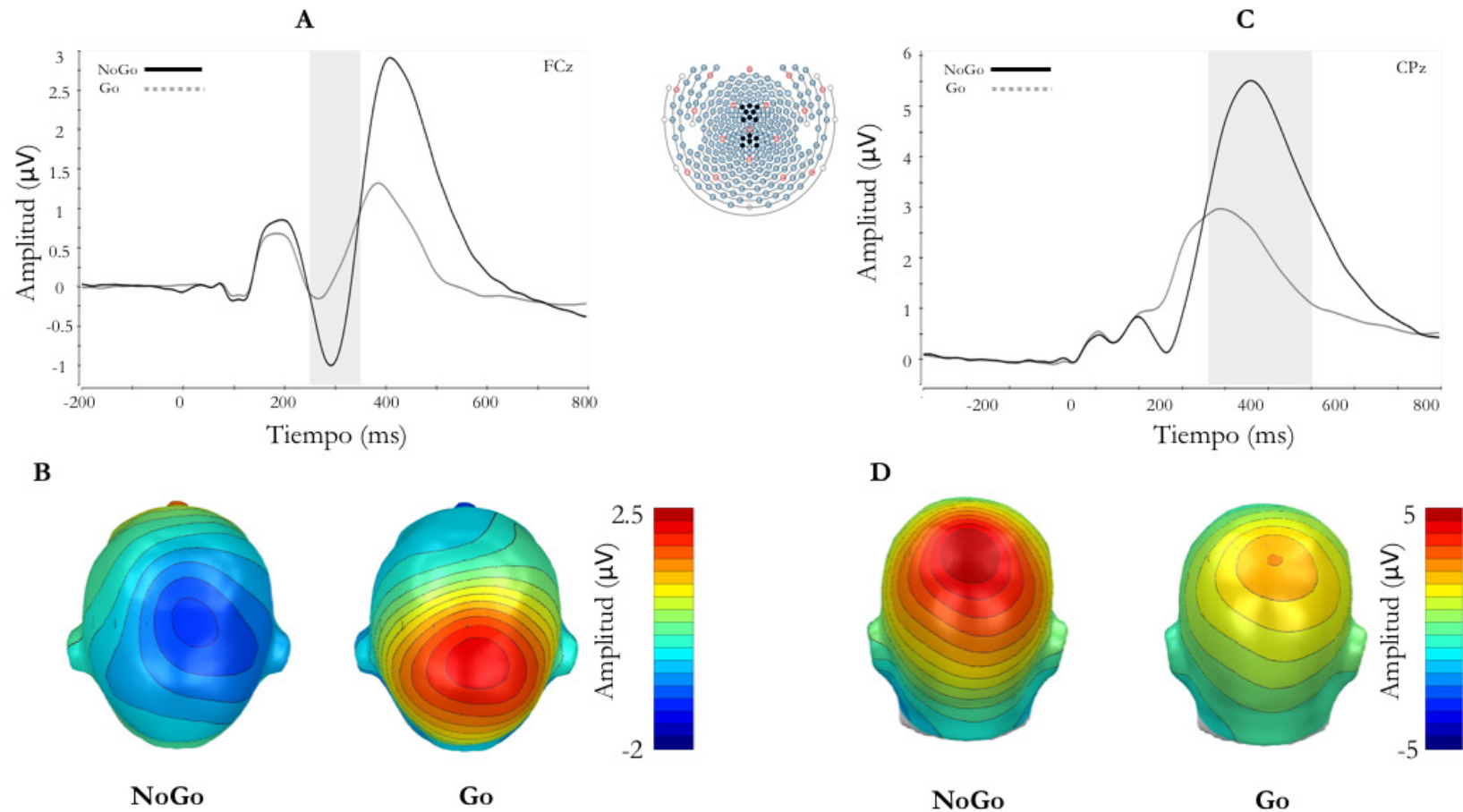


Figura 5.2. Potenciales evocados anclados a la presentación de los estímulos en la tarea Go/NoGo: (A) Grandes promedios para las condiciones *NoGo* (**NoGo-N2**) y *Go* en la agrupación de sensores FCz (en gris aparece representada la ventana temporal 250-350 ms, en la que se cuantificó el NoGo-N2). (B) Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 250 a 350 ms tras la presentación del estímulo para las condiciones *NoGo* y *Go*. (C) Grandes promedios para las condiciones *NoGo* (**NoGo-P3**) y *Go* en la agrupación de sensores CPz (en gris aparece representada la ventana temporal 350-550 ms, en la que se cuantificó el NoGo-P3). (D) Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 350 a 550 ms tras la presentación del estímulo para las condiciones *NoGo* y *Go*.

5.4.1.3. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes NoGo-N2 y NoGo-P3

La Tabla 5.4 muestra las asociaciones bivariadas entre la amplitud del **NoGo-N2** y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.4. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-N2 (N = 149) en las tres áreas de interés.

	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R ²
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
NoGo-N2 en Fz	.04	.03	-.00	.03	-.05	-.06	.004
NoGo-N2 en FCz	-.05	-.05	.10	.05	.14 ⁺	.12	.024
NoGo-N2 en Cz	-.06	-.07	.10	.09	.09	.04	.016

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se muestra en la Tabla 5.4, sólo se observó una tendencia a que las menores amplitudes del NoGo-N2 en FCz se asociaran a las puntuaciones en Desinhibición-TriPM ($p = .08$). Sin embargo, ningún modelo de regresión lineal para las distintas áreas de interés resultó significativo, $F_s(3, 145) < 1.21$, $p_s > .31$, y tampoco se detectaron contribuciones únicas de ninguna de las puntuaciones por escala del TriPM en dichos modelos (e. g., para Desinhibición-TriPM, $\beta = .12$, $p = .23$), por lo que no se confirmó la hipótesis planteada (HIPÓTESIS 3). En cambio, este resultado es consistente con los reportados recientemente por Kim y Jung (2014) en una muestra de la población general evaluada mediante el PPI-R y otras medidas de impulsividad, donde no se encontraron diferencias significativas en la amplitud del componente NoGo-N2 asociadas a rasgos psicopáticos.

En la Tabla 5.5. se presentan las asociaciones bivariadas entre la amplitud del **NoGo-P3** y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.5. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-P3 ($N = 149$) en las tres áreas de interés.

	Audacia		Maldad		Desinhibición		R^2
	TriPM		TriPM		TriPM		
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
NoGo-P3 en Cz	-.11	-.12	-.08	.02	-.15 ⁺	-.16 ⁺	.037
NoGo-P3 en CPz	-.12	-.12	-.06	.03	-.13	-.15	.032
NoGo-P3 en Pz	-.10	-.10	-.05	.02	-.10	-.11	.019

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se puede observar en la Tabla 5.5, las elevadas puntuaciones en Desinhibición-TriPM se asociaron con una menor amplitud del NoGo-P3 en Cz, $r(149) = -.15, p(\text{una cola}) < .04$. Aunque los análisis de regresión lineal múltiple con las puntuaciones en las tres escalas del TriPM como predictores del NoGo-P3 no resultaron significativos, $F_s(3, 145) < 1.84, p_s > .11$, las puntuaciones en Desinhibición-TriPM sí demostraron una contribución única en la amplitud del NoGo-P3 en Cz, $\beta = -.16, p(\text{una cola}) < .04$. Este resultado, en la línea de las hipótesis planteadas (HIPÓTESIS 2), es consistente con los resultados reportados recientemente por Kim y Jung (2014), quienes encontraron una reducción del NoGo-P3 en sensores frontocentrales y centrales asociados a las puntuaciones totales del PPI-R, y a las puntuaciones en la escala de impulsividad motora del BIS-11 —concretamente en Cz (cf. Kim y Jung, 2014).

En la Figura 5.3 aparecen los grandes promedios para los participantes con puntuaciones altas y bajas en Desinhibición-TriPM —divididos por la mediana de la muestra experimental, a efectos de visualización— así como el gráfico de dispersión de la relación entre esta variable y la amplitud del NoGo-P3 para toda la muestra.

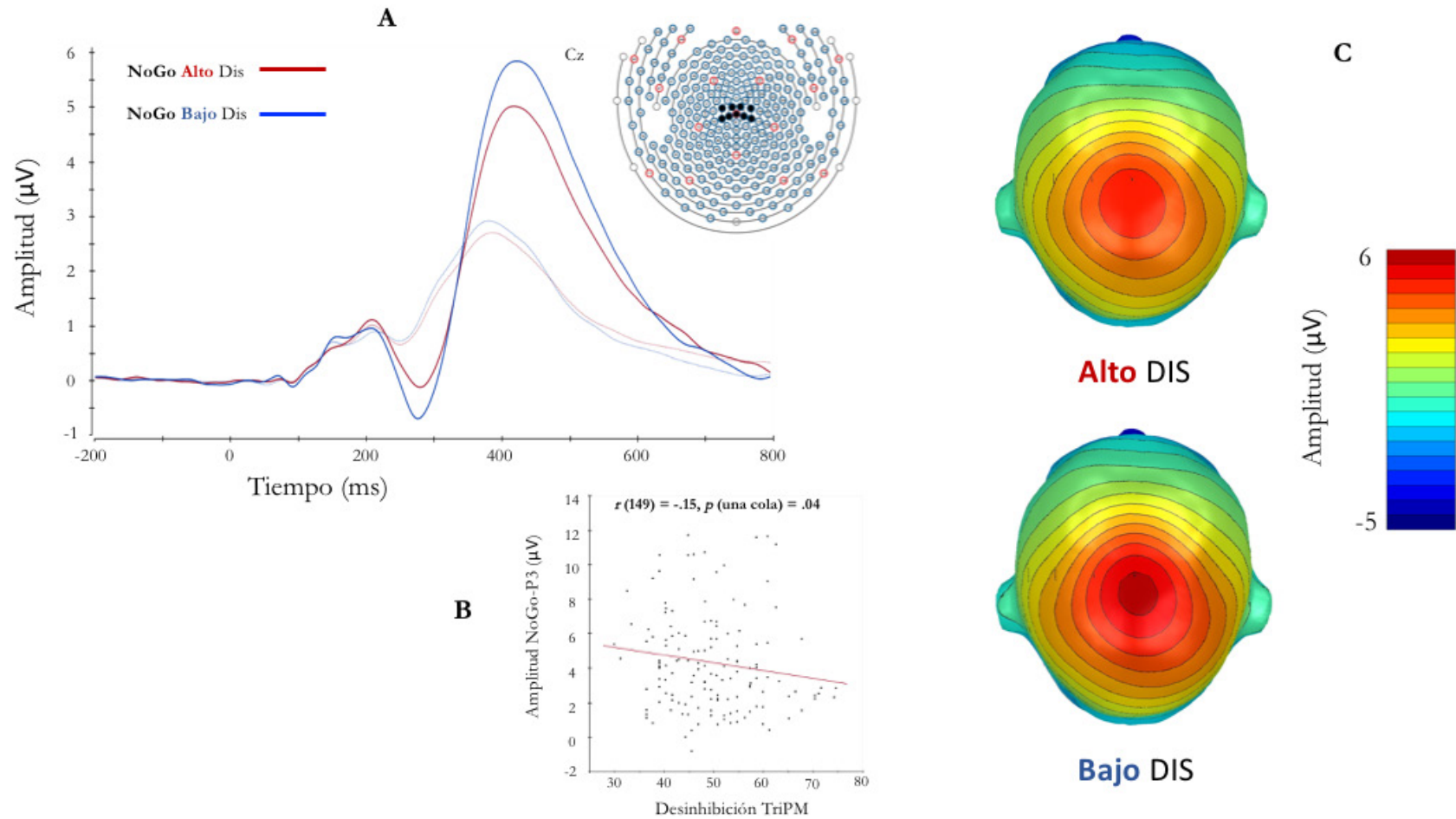


Figura 5.3. Amplitud del NoGo-P3 en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea Go/NoGo: **(A)** Grandes promedios para los participantes con Altas (N = 74) y Bajas (N = 75) puntuaciones en Desinhibición-TriPM (DIS), en función de la mediana, en las condiciones *Go* (líneas finas) y *NoGo* (líneas sólidas) en Cz. **(B)** Grafico de dispersión de la relación entre la amplitud del NoGo-P3 en Cz y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. **(C)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 350 a 550 ms en la condición *NoGo* para los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM

Para descartar la influencia del género en estas relaciones, se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquica sobre la amplitud del componente NoGo-P3 en Cz, incluyendo las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y la variable Género (1 = hombre, 2 = mujer) en el primer paso del modelo, y las interacciones Género x Escala-TriPM en el segundo paso. Un incremento significativo en la R^2 en el segundo paso del modelo indicaría la existencia de diferencias de género en la relación entre el criterio y las puntuaciones en las escalas del TriPM. El modelo de regresión en el primer paso fue significativo, $F(4, 144) = 6.41, p < .0001, R^2 = .151$: se observaron contribuciones únicas significativas de la variable Género ($\beta = -.34, p < .0001$) —mayores amplitudes del NoGo-P3 en hombres ($M = 5.89, DT = 3.05$) que en mujeres ($M = 3.71, DT = 2.55$)—, así como de la variable Desinhibición-TriPM ($\beta = -.18, p$ (dos colas) $< .05$). Ni las puntuaciones en Audacia-TriPM ni en Maldad-TriPM contribuyeron de forma única en este paso ($\beta_s < |.09|, p_s > .16$). Los términos de interacción introducidos en el segundo paso del modelo no produjeron un incremento significativo en la varianza explicada de la amplitud del NoGo-P3 en Cz, $\Delta F(3, 141) = 0.61, p = .61, \Delta R^2 = .011$, lo que puso de manifiesto que no había diferencias de género en la relación entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y la amplitud del componente NoGo-P3 en Cz.

5.4.1.4. Procesamiento de errores en la tarea Go/NoGo: NoGo-ERN y NoGo-Pe

La Tabla 5.6 muestra los estadísticos descriptivos de los componentes anclados a las respuestas estudiados en la tarea Go/NoGo.

Tabla 5.6. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea Go/NoGo en las áreas de sensores de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV).

	Fz	FCz	Cz	CPz	Pz
NoGo-ERN	-0.34 (1.32)	-1.18 (1.51)	-0.46 (1.92)	-	-
Go-CRN	-0.30 (1.31)	0.60 (1.19)	2.16 (1.76)	-	-
NoGo-Pe	-	-	4.40 (2.97)	5.15 (3.14)	3.95 (2.90)
Go-Pc	-	-	0.87 (1.10)	1.06 (1.17)	0.67 (1.07)

NoGo-ERN: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el NoGo-ERN y el Go-CRN demostraron, de forma consistente con la investigación previa, una mayor actividad cerebral de polaridad negativa de 0 a 100 ms tras las respuestas erróneas ($M = -0.66$, $DT = 1.22$) que tras los aciertos ($M = 0.67$, $DT = 1.07$), como indicó el efecto principal de la variable Respuesta, $F(1, 148) = 164.30$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .53$. Por otro lado, el efecto principal de la variable Área también fue significativo, $F(2, 296) = 67.41$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .31$, indicando que la mayor negatividad tras las respuestas se observó en Fz ($M = -0.32$, $DT = 1.32$) y FCz ($M = -0.28$, $DT = 1.08$) —las cuales no difirieron significativamente entre sí, $t(148) = 0.52$, $p = .60$ — respecto a Cz ($M = 0.85$, $DT = 1.51$), $ts(148) =$ de 6.93 a 11, $ps < .0001$. Por último, la interacción significativa Respuesta x Área, $F(2, 296) = 144.87$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .50$, indicó que, mientras el ERN fue máximo en FCz, el CRN lo fue en Fz. La diferencia ERN-CRN fue mayor en Cz ($M = -2.62$, $DT = 2.11$), seguido de FCz ($M = -1.79$, $DT = 1.66$), y Fz ($M = -0.05$, $DT = 1.55$), siendo todas las comparaciones significativamente diferentes entre sí, $ts(148) =$ de 7.38 a 13.65, $ps < .0001$.

NoGo-Pe: De forma consistente con la investigación previa, se observó una mayor positividad en la ventana de 150 a 350 ms tras las respuestas erróneas ($M = 4.50$, $DT = 2.77$) que tras los aciertos ($M = 0.88$, $DT = 1.01$), como indicó el efecto principal de la variable Respuesta, $F(1, 148) = 336.45$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .69$. El efecto significativo de la variable Área, $F(2, 296) = 29.82$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .17$, indicó que en general se observó una mayor actividad tras las respuestas en CPz ($M = 3.10$, $DT = 1.94$). Por último, la interacción Respuesta x Área, $F(2, 296) = 17.66$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .11$, señaló la existencia de diferencias significativas en la diferencia Pe-Pc entre áreas, siendo esta diferencia mayor en CPz ($M = 4.10$, $DT = 2.70$) que en Cz ($M = 3.53$, $DT = 2.61$) y Pz ($M = 3.28$, $DT = 2.53$), $ts(148) =$ de 5.02 y 7.65, $ps < .0001$.

En la Figura 5.4 se pueden observar los grandes promedios para el NoGo-ERN y el NoGo-Pe, en FCz y en CPz, respectivamente, donde ambos componentes fueron máximos en la condición de Error en las distintas áreas estudiadas.

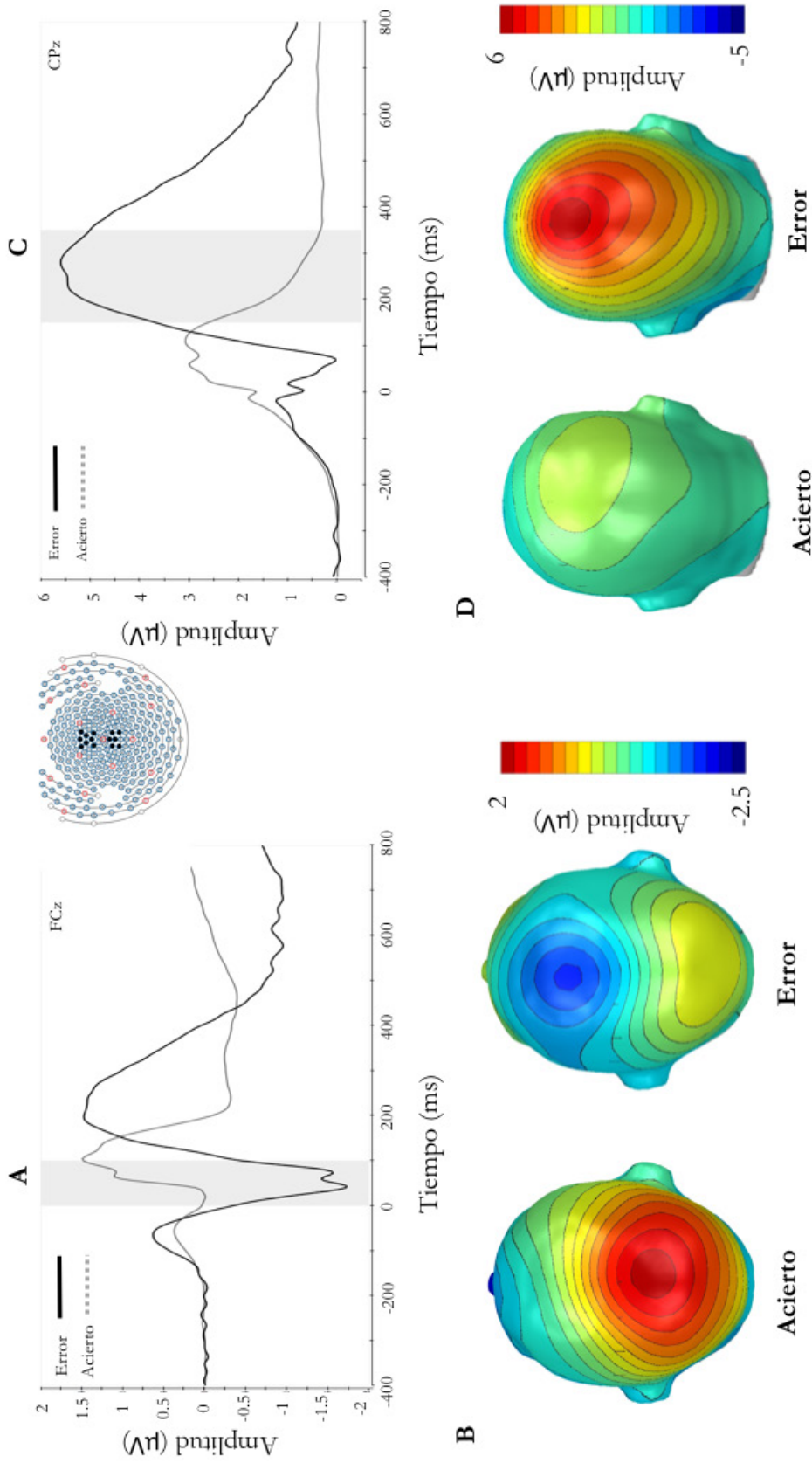


Figura 5.4. Potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea Go/NoGo: (A) Grandes promedios para las condiciones Acierto y Error (NoGo-ERN) en la agrupación de sensores FCz (en gris aparece representada la ventana temporal 0-100 ms tras las respuestas, en la que se cuantificó el NoGo-ERN). **(B)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 0 a 100 ms tras las respuestas para las condiciones Acierto y Error. **(C)** Grandes promedios para las condiciones Acierto y Error (NoGo-Pe) en la agrupación de sensores CPz (en gris aparece representada la ventana temporal 150-350 ms, en la que se cuantificó el NoGo-Pe). **(D)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 150 a 350 ms tras las respuestas para las condiciones Acierto y Error.

5.4.1.5. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes NoGo-ERN y NoGo-Pe

La Tabla 5.7 muestra las relaciones bivariadas entre la amplitud del NoGo-ERN y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.7. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-ERN (N = 149) en las tres áreas de interés.

	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R ²
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
NoGo-ERN en Fz	.11	.12	-.02	-.05	.00	.03	.014
NoGo-ERN en FCz	.06	.07	.11	-.01	.22**	.23*	.054*
NoGo-ERN en Cz	.03	.03	.16*	.07	.20*	.17+	.046+

Nota: + $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se puede observar en la Tabla 5.7, y de acuerdo con las hipótesis planteadas (HIPÓTESIS 1), las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM se asociaron de forma significativa a una menor amplitud del componente NoGo-ERN en FCz y en Cz. A nivel bivariado, las puntuaciones en Maldad-TriPM también se asociaron de forma significativa a un menor NoGo-ERN en Cz, pero no contribuyeron de forma única en la predicción de este componente, lo que sugiere que dicha asociación se debe, posiblemente, a la varianza compartida con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. Las relaciones más fuertes entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y la amplitud del NoGo-ERN se observaron en FCz, de forma consistente con la tendencia a examinar el ERN en esta área en estudios de diferencias individuales (cf. Riesel y cols., 2013). El modelo de regresión lineal con las tres escalas del TriPM como predictores de la amplitud del NoGo-ERN en FCz fue significativo, $F(3, 145) = 2.78, p < .05$, y explicó un 5.4% de la varianza. Las puntuaciones

en la escala de Desinhibición-TriPM contribuyeron de forma única en este modelo^{5.2}. Para ilustrar estos efectos, en la Figura 5.5 se muestra el gráfico de dispersión de las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM en relación a la amplitud del NoGo-ERN en FCz, así como los grandes promedios para las condiciones de Error y Acierto en los participantes con altas y bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM, en función de la mediana, a efectos de visualización.

Para descartar posibles influencias del género en las relaciones observadas, se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquica en el que se incluyeron las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y la variable género (1 = hombre, 2 = mujer) en el primer paso, y las tres interacciones Género x Escala-TriPM en el segundo paso. La variable dependiente fue la amplitud del NoGo-ERN en FCz. El primer paso del modelo fue significativo, $F(4, 144) = 2.10$, p (una cola) $< .05$, $R^2 = .055$, y sólo las puntuaciones en Desinhibición-TriPM contribuyeron de forma única a la predicción del NoGo-ERN en FCz, $\beta = .23$, $p < .02$ (β s $< |.07|$, p s $> .41$ para Género, Audacia-TriPM y Maldad-TriPM). El segundo paso no incrementó el porcentaje de varianza explicada de la amplitud del NoGo-ERN de forma significativa, $\Delta F(3, 141) = 1.33$, $p = .26$, $\Delta R^2 = .026$. Estos resultados corroboran que las puntuaciones en Desinhibición-TriPM se asociaron a un menor NoGo-ERN en FCz, y que esta asociación no difería en función del género.

^{5.2} Dado que el ERN comienza durante la ventana temporal del P300 al estímulo (cf. Hajcak, Vidal, y Simons, 2004; véase también Meyer y cols., 2017), se siguieron dos procedimientos distintos para comprobar que los efectos encontrados no se debían a la línea de base elegida en el presente estudio (-400 a -200 ms pre-respuesta). Así, se calculó la amplitud de la positividad que precede al ERN en la ventana temporal de -100 a 0 ms previo a la respuesta en FCz —actividad relacionada con el P300 al estímulo, que correlacionó positivamente con el NoGo-ERN, $r(149) = .53$, $p < .001$ — (cf. Pailing y cols., 2002; Santesso y Segalowitz, 2009). Posteriormente, se restó dicha actividad a la amplitud del NoGo-ERN en FCz. Aplicando este procedimiento, la correlación entre el NoGo-ERN y la escala de Desinhibición-TriPM fue igualmente significativa, $r(149) = .24$, $p < .01$. El otro procedimiento, similar al anterior, consistió en calcular las puntuaciones del NoGo-ERN residuales, mediante un modelo de regresión donde el NoGo-ERN fue la variable criterio y la actividad pre-ERN el predictor, y se guardaron las puntuaciones residuales (cf. Pailing y cols., 2002, Santesso y Segalowitz, 2009). También en este caso la asociación de interés se mantuvo significativa, $r(149) = .24$, $p < .01$.

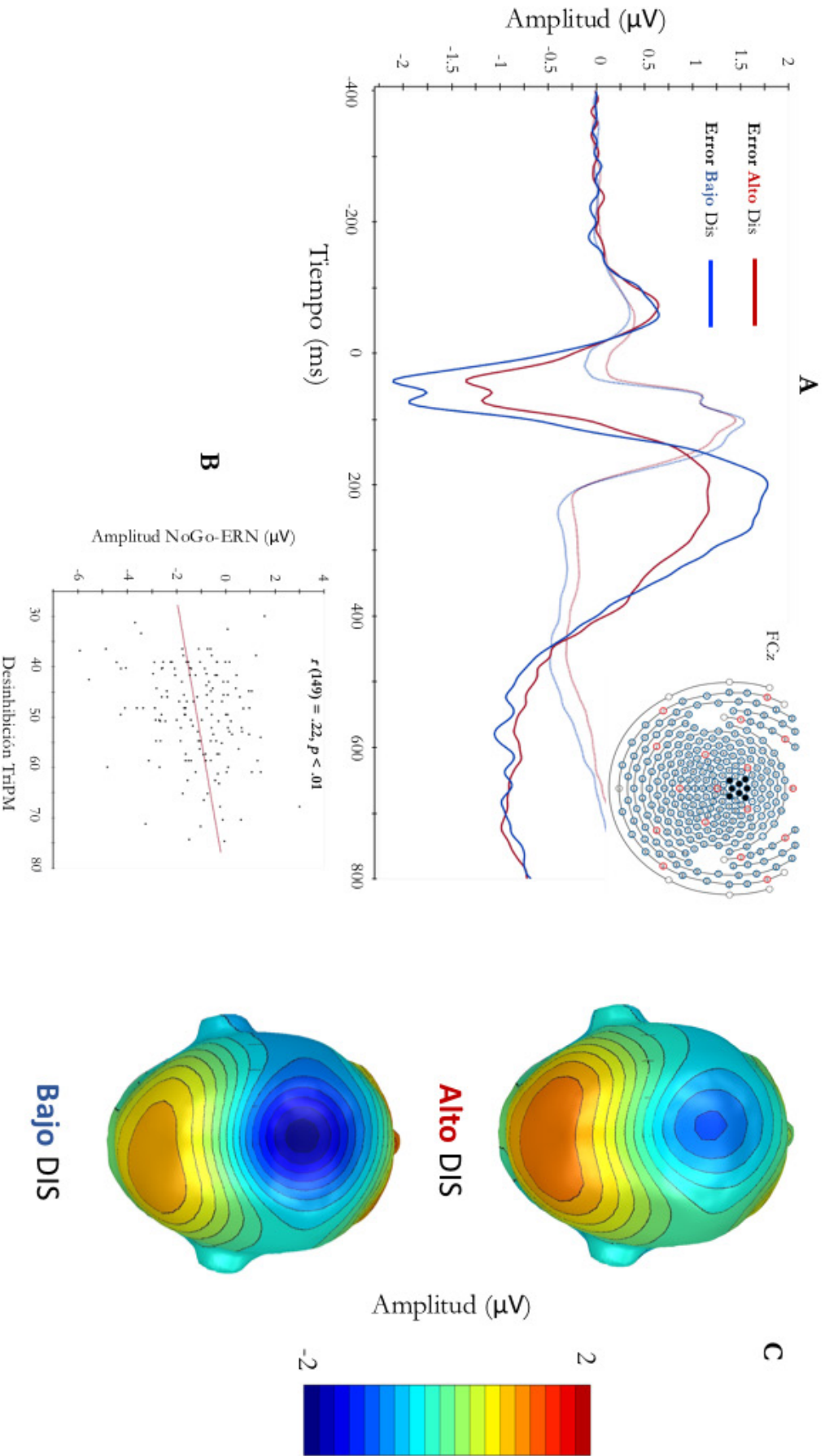


Figura 5.5. Amplitud del NoGo-ERN en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea Go/NoGo: (A) Grandes promedios para los participantes con **Altas** ($N = 74$) y **Bajas** ($N = 75$) puntuaciones en Desinhibición-TriPM (DIS), en función de la mediana, en las condiciones Acierto (líneas finas) y **Error** (líneas sólidas) en FCz. **(B)** Gráfico de dispersión de la relación entre la amplitud del **NoGo-ERN** y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. **(C)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 0 a 100 ms en la condición **Error** para los participantes con **Altas** y **Bajas** puntuaciones en Desinhibición-TriPM.

La Tabla 5.8 muestra las asociaciones bivariadas entre la amplitud del NoGo-Pe y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.8. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente NoGo-Pe ($N = 149$) en las tres áreas de interés.

	Audacia		Maldad		Desinhibición		R^2
	TriPM		TriPM		TriPM		
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
NoGo-Pe en Cz	-.13	-.14 ⁺	-.06	.02	-.14 ⁺	-.17 ⁺	.040
NoGo-Pe en CPz	-.13	-.14 ⁺	-.05	.06	-.14 ⁺	-.17 ⁺	.040
NoGo-Pe en Pz	-.10	-.11	-.06	.03	-.13	-.15	.029

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se puede observar en la Tabla 5.8, a nivel bivariado no se observaron asociaciones significativas entre ninguna puntuación del TriPM y el componente NoGo-Pe en ninguna de las áreas de sensores examinadas, pero sí tendencias estadísticamente significativas entre la escala de Desinhibición-TriPM y el NoGo-Pe en Cz ($p = .09$) y en CPz ($p = .09$). Ningún modelo de regresión lineal fue significativo, $F_s(3, 145) < 2.01, p_s > .11$, aunque se observaron tendencias a la significación estadística de la contribución única de las puntuaciones en Desinhibición-TriPM en una menor amplitud del NoGo-Pe en Cz ($p = .08$) y en CPz ($p = .07$), así como de las puntuaciones en Audacia-TriPM en las mismas áreas ($p_s = .09$).

La inspección visual de los grandes promedios de la amplitud del NoGo-Pe en los grupos con puntuaciones altas vs. bajas en Desinhibición-TriPM (divididos por la mediana; véase la Figura 5.6) reveló una menor amplitud del NoGo-Pe en Cz —y en CPz— en los participantes con altas puntuaciones, y eso a pesar de que estos mismos sujetos mostraban, como se ha comentado anteriormente, también menores amplitudes en el NoGo-ERN, que precede al NoGo-Pe. De acuerdo con la investigación previa (cf. Riesel y cols., 2013), se observaron correlaciones significativas entre el NoGo-ERN y el NoGo-Pe en Cz ($r(149) = .35, p < .0001$), y en CPz ($r(149) = .38, p < .0001$), lo que demuestra que ambos comparten varianza. Para explorar la posibilidad de que la reducción en el

NoGo-ERN asociada a las elevadas puntuaciones en Desinhibición-TriPM estuviera oscureciendo la asociación de éstas con el componente NoGo-Pe, se llevaron a cabo dos modelos de regresión lineal (análisis *post-hoc*) para el NoGo-Pe en Cz y en CPz en los que se incluyó, además de las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, la amplitud del NoGo-ERN en Cz y en CPz, respectivamente. Para el NoGo-Pe en Cz el modelo fue significativo, $F(4, 144) = 8.39, p < .0001, R^2 = .189$, y se observó que tanto la amplitud del NoGo-ERN como las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y en Audacia-TriPM contribuyeron de forma única a la predicción del NoGo-Pe ($\beta = .40, p < .0001$; $\beta = -.23, p < .01$; y $\beta = -.16, p < .05$, respectivamente)^{5.3}. Para el NoGo-Pe en CPz, el modelo también resultó significativo, $F(4, 144) = 8.40, p < .0001, R^2 = .189$: en este caso, sólo la amplitud del NoGo-ERN ($\beta = .39, p < .0001$) y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM ($\beta = -.19, p < .03$) contribuyeron de forma única a la predicción del criterio (véase la Figura 5.6).

Finalmente, con objeto de examinar en mayor profundidad la contribución única de los componentes ERN y Pe al fenotipo de desinhibición —con el que se han demostrado consistentemente asociaciones significativas en las páginas precedentes—, se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple en el que las amplitudes del NoGo-ERN en FCz y el NoGo-Pe en Cz se introdujeron como predictores de las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. El modelo fue significativo, $F(2, 146) = 6.41, p < .01$, y explicó un 8.1% de la varianza en las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. Ambos predictores contribuyeron de forma única: NoGo-ERN, $\beta = .25, p < .01$; NoGo-Pe, $\beta = -.18, p < .04$ (véase Moser y cols., 2012, para un procedimiento similar).

^{5.3} Para descartar la influencia del género en las relaciones observadas, se llevó a cabo un modelo de regresión jerárquica sobre la amplitud del componente NoGo-Pe en Cz, incluyendo las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, la amplitud del NoGo-ERN en Cz, y la variable Género (1 = hombre, 2 = mujer) en el primer paso del modelo, y las interacciones Género x Escala-TriPM en el segundo paso. El modelo de regresión en el primer paso fue significativo, $F(5, 143) = 9.07, p < .0001, R^2 = .241$: se observaron contribuciones significativas de la variable Género ($\beta = -.22, p < .0001$) —mayores amplitudes en hombres ($M = 5.38, DT = 3.04$) que en mujeres ($M = 4.00, DT = 2.86$)—, de la variable Desinhibición-TriPM ($\beta = -.25, p < .01$) y de la variable NoGo-ERN en Cz ($\beta = .41, p < .0001$), pero no de la variable Audacia-TriPM ($\beta = -.14, p = .07$). Los términos de interacción introducidos en el segundo paso del modelo no produjeron un incremento significativo en la varianza explicada de la amplitud del NoGo-Pe en Cz, $\Delta F(3, 140) = 0.33, p = .80, \Delta R^2 = .005$, lo que demostró la ausencia de diferencias de género en la relación entre los rasgos psicopáticos y la variable criterio examinada.

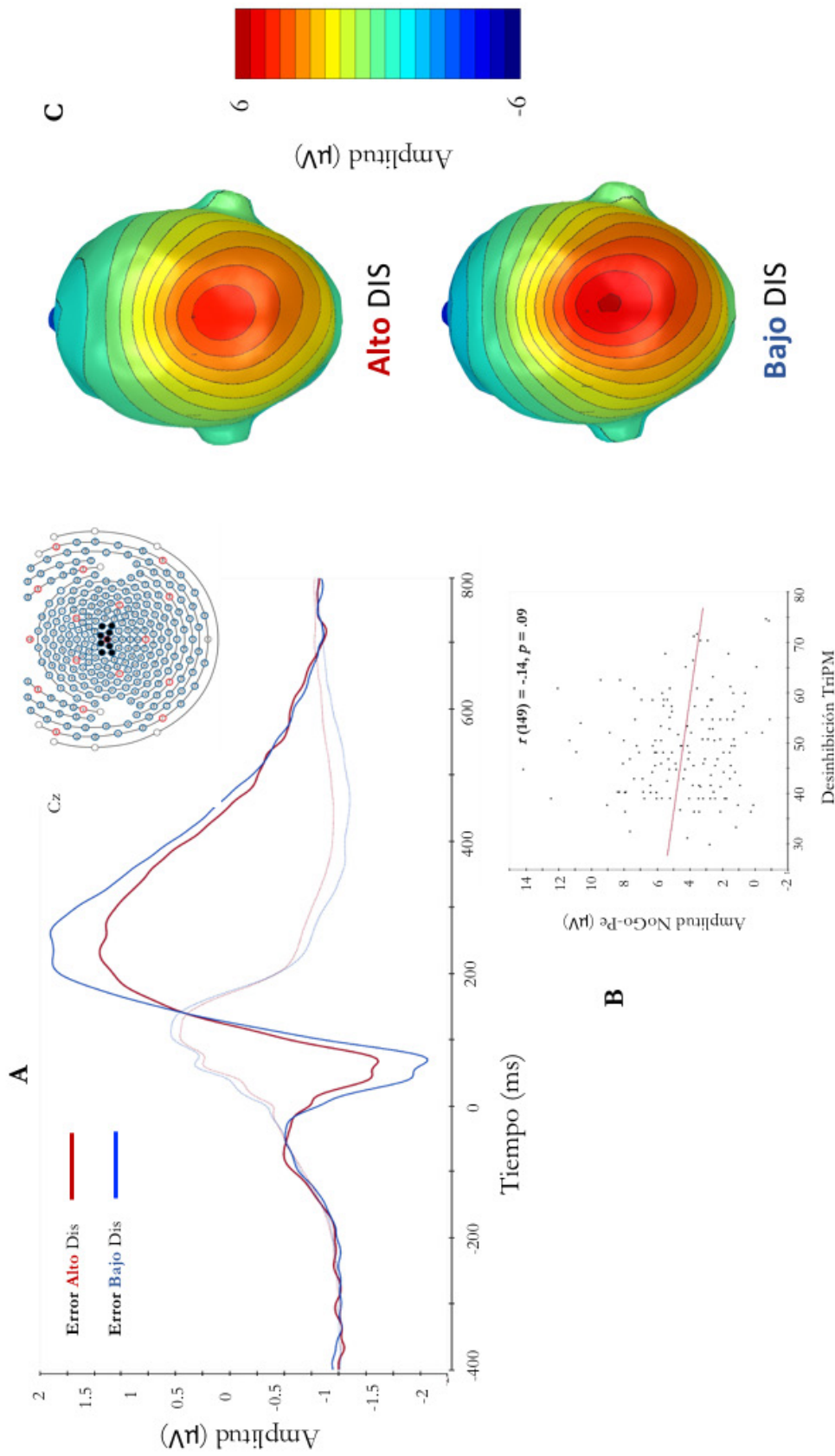


Figura 5.6. Amplitud del NoGo-Pe en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea Go/NoGo: (A) Grandes promedios para los participantes con **Altas** ($N = 74$) y **Bajas** ($N = 75$) puntuaciones en Desinhibición-TriPM (DIS), en función de la mediana, en las condiciones Acierto (líneas finas) y **Error** (líneas sólidas) en Cz. **(B)** Gráfico de dispersión de la relación entre la amplitud del **NoGo-Pe** y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. **(C)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 150 a 350 ms en la condición **Error** para los participantes con **Altas** y **Bajas** puntuaciones en Desinhibición-TriPM

5.4.2. TAREA DE FLANCOS DE FLECHAS

5.4.2.1. Resultados conductuales

Los estadísticos descriptivos de las variables conductuales de estudio en la tarea de flancos de flechas se presentan en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9. Estadísticos descriptivos —medias y desviaciones típicas— de las variables dependientes conductuales en la tarea de flancos de flechas.

	Media	Desviación Típica
Porcentaje de Aciertos (%)	87.24	4.12
Porcentaje de Errores (%)	12.43	4.01
Porcentaje de Errores Congruente (%)	4.71	3.22
Porcentaje de Errores Incongruente (%)	20.16	6.76
TR aciertos (ms)	363.15	31.38
TR aciertos Congruente (ms)	339.64	27.97
TR aciertos Incongruente (ms)	391.81	38.00
TR errores (ms)	287.71	32.60
PES (ms)	9.26	14.29
PIA (%)	3.40	4.82

La precisión en la ejecución de la tarea fue alta, con una tasa de errores de alrededor del 12%, de forma consistente con la investigación previa que ha empleado esta versión de la tarea de flancos (cf. Hajcak y cols., 2005; Riesel y cols., 2013). No se observó ninguna asociación significativa entre la precisión global y las puntuaciones en el TriPM, $r_s(156) < |.10|$, $p_s > .21$. Los TRs fueron significativamente más rápidos en los errores que en los aciertos, $t(155) = -50.51$, $p < .0001$, y ninguna de las puntuaciones en las escalas del TriPM mostró asociaciones significativas con los TRs, $r_s(156) < |.10|$, $p_s > .21$. Corroborando los **efectos de interferencia** en la tarea de flancos, el porcentaje de errores fue significativamente mayor en los ensayos incongruentes que en los congruentes, $t(155) =$

28.29, $p < .0001$, y los TRs en los ensayos congruentes fueron más rápidos que en los incongruentes, $t(155) = -30.49, p < .0001$. Ninguna puntuación de las escalas del TriPM se asoció de forma significativa con estas variables, $r_s(156) < |.12|, p_s > .14$.

Respecto a los **ajustes conductuales tras los errores**, los TRs de los aciertos tras los errores fueron significativamente más lentos ($M = 369.63, DT = 35.57$ ms) que los TRs de los aciertos tras los aciertos ($M = 360.38, DT = 31.31$ ms), consistente con la presencia del efecto PES, $t(155) = 8.09, p < .0001$; los rasgos psicopáticos tampoco se asociaron con el efecto PES, $r_s(156) < |.12|, p_s > .14$. También se observó que, en general, los participantes fueron más precisos tras los errores ($M = 90.38, DT = 5.61$ %) que tras los aciertos ($M = 87.98, DT = 4.32$ %), consistente con la presencia del efecto PIA, $t(155) = 8.09, p < .0001$, efecto que tampoco se asoció de forma significativa a mayores o menores puntuaciones en las escalas del TriPM, $r_s(156) < |.06|, p_s > .45$.

5.4.2.2. Procesamiento de estímulos en la tarea de flancos: Incong-N2 e Incong-P300

La Tabla 5.10 muestra los estadísticos descriptivos de los componentes anclados a los estímulos estudiados en la tarea de flancos de flechas.

Tabla 5.10. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a los estímulos en la tarea de flancos de flechas en las distintas áreas de sensores. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV).

	Fz	FCz	Cz	CPz	Pz
Cong-N200	-0.36 (1.42)	0.60 (1.37)	-	-	-
Incong-N200	-0.32 (1.20)	0.13 (1.21)	-	-	-
Cong-P300	-	-	2.20 (1.71)	2.39 (1.93)	1.43 (1.70)
Incong-P300	-	-	2.51 (1.95)	2.65 (2.22)	1.57 (1.90)

Incong-N2: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el Incong-N2 y el Cong-N2 demostraron una mayor negatividad entre los 250-350 ms tras los estímulos Incongruentes ($M = -0.10, DT = 1.06$) que tras los Congruentes ($M = 0.14, DT = 1.06$), como indicó el efecto principal de la variable Tipo de Estímulo, $F(1, 142) = 10.59, p < .001, \eta_p^2 = .07$. También fue signi-

ficativo el efecto principal de la variable Área, $F(1, 142) = 47.97, p < .0001, \eta_p^2 = .25$, indicando una mayor actividad de polaridad negativa en Fz ($M = -0.34, DT = 1.22$) que en FCz ($M = 0.37, DT = 1.23$). Por último, la interacción significativa Tipo de Estímulo x Área, $F(1, 142) = 68.80, p < .0001, \eta_p^2 = .36$, indicó que no había diferencia significativa entre el Cong-N2 y el Incong-N2 en Fz, $t(142) = -0.45, p = .65$, pero sí que se obtuvo el efecto esperado de incongruencia en el N2 en FCz, $t(142) = 7.09, p < .0001$.

Incong-P3: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el Incong-P3 y el Cong-P3 demostraron una mayor actividad cerebral entre los 300-600 ms tras los estímulos Incongruentes ($M = 2.25, DT = 1.89$) que tras los Congruentes ($M = 2.00, DT = 1.65$), como indicó el efecto principal de la variable Tipo de Estímulo, $F(1, 142) = 22.26, p < .0001, \eta_p^2 = .14$. El efecto significativo de la variable Área, $F(2, 284) = 61.903, p < .0001, \eta_p^2 = .30$, reveló una mayor amplitud del FL-P300 en CPz ($M = -2.51, DT = 2.05$), seguido de Cz ($M = 2.51, DT = 1.81$) y Pz ($M = 1.49, DT = 1.77$), $t_s(142) =$ de 2.07 a 12.13, $p_s < .04$. Por último, la interacción significativa Tipo de Estímulo x Área, $F(2, 284) = 11.03, p < .0001, \eta_p^2 = .07$, indicó que la diferencia entre el Incong-P3 y el Cong-P3 fue mayor en Cz y CPz que en Pz, $t_s(142) =$ de 3.41 a 4.54, $p_s < .001$.

En la Figura 5.7 se pueden observar los grandes promedios para el Incong-N2 y el Incong-P3, en FCz y en CPz.

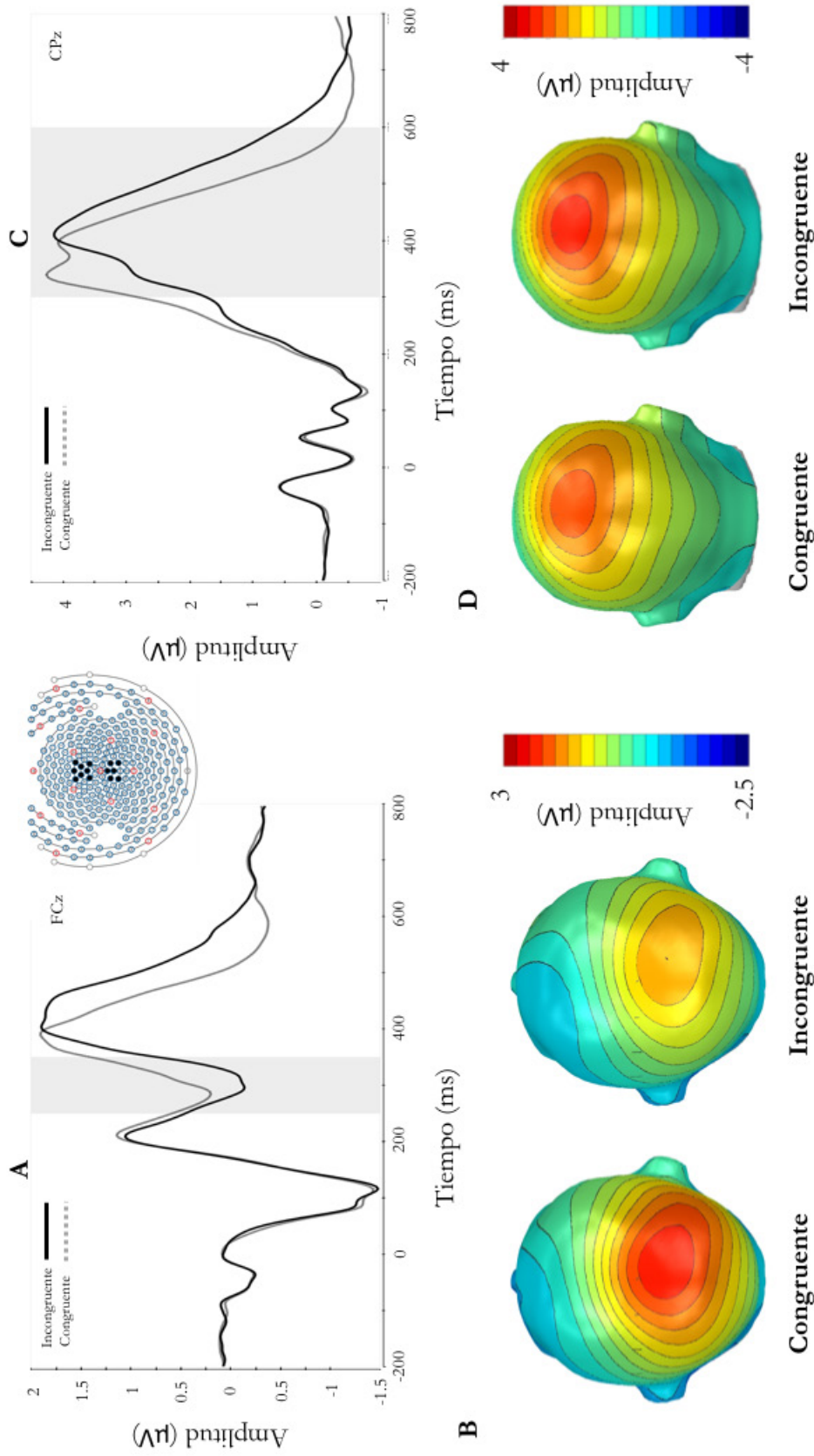


Figura 5.7. Potenciales evocados anclados a los estímulos en la tarea de flancos de flechas: (A) Grandes promedios para las condiciones Congruente e Incongruente (**Incong-N2**) en la agrupación de sensores FCz (en gris aparece representada la ventana temporal 250-350 ms, en la que se cuantificó el Incong-N2). **(B)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 250 a 350 ms tras los estímulos para las condiciones Congruente e Incongruente. **(C)** Grandes promedios para las condiciones Congruente e Incongruente (**Incong-P3**) en la agrupación de sensores CPz (en gris aparece representada la ventana temporal 300-600 ms, en la que se cuantificó el Incong-P3). **(D)** Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 300 a 600 ms tras los estímulos para las condiciones Congruente e Incongruente.

5.4.2.3. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes Incong-N2 e Incong-P3

La Tabla 5.11 muestra las asociaciones bivariadas entre la amplitud del Incong-N2 y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.11. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente Incong-N2 (N = 143) en las dos áreas de interés.

	Audacia		Maldad		Desinhibición		R ²
	TriPM		TriPM		TriPM		
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
Incong-N2 en Fz	-.00	.03	-.14 ⁺	-.17 ⁺	-.02	.06	.023
Incong-N2 en FCz	-.00	-.01	-.05	-.03	-.06	-.05	.004

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se puede ver en la Tabla 5.11, sólo se encontró una tendencia a que mayores amplitudes del Incong-N2 en Fz se asociaran a puntuaciones elevadas en Maldad-TriPM ($p = .09$); sin embargo, ningún modelo de regresión lineal para las distintas áreas de interés resultó significativo, $F_s(3, 139) < 1.08, p_s > .36$. Tampoco se detectaron contribuciones únicas de ninguna de las puntuaciones por escala del TriPM en dichos modelos. Aunque la tendencia estadística —a nivel bivariado— sugiere la presencia de un mayor procesamiento de los flancos que inducen un mayor conflicto de respuesta asociado a las características de maldad de la psicopatía, las puntuaciones en Maldad-TriPM no contribuyeron de forma única ($\beta = -.17, p = .08$), por lo que este resultado no se exploró en mayor profundidad.

La Tabla 5.12 muestra las asociaciones entre la amplitud del Incong-P3 y las puntuaciones en las escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.12. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente Incong-P3 ($N = 143$) en las tres áreas de interés.

	Audacia		Maldad		Desinhibición		R ²
	TriPM		TriPM		TriPM		
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
Incong-P3 en Cz	-.12	-.12	-.11	.05	-.25**	-.26**	.068*
Incong-P3 en CPz	-.14 ⁺	-.16 ⁺	-.08	.08	-.21*	-.23*	.060*
Incong-P3 en Pz	-.18*	-.20*	-.10	.05	-.16⁺	-.17⁺	.057*

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

De forma consistente con las hipótesis planteadas (HIPÓTESIS 2), la amplitud del Incong-P3 en la tarea de flancos de flechas se asoció de forma negativa y significativa con las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM. Los modelos de regresión lineal múltiple con las puntuaciones en las tres escalas del TriPM como predictores del Incong-P3 en Cz y CPz resultaron significativos, $F(1, 139) > 2.94, p < .05$ (6.8% y 6% de varianza explicada, respectivamente), con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM como predictor único ($\beta = -.26, p < .01$ en Cz^{5.4}, y $\beta = -.23, p < .02$ en CPz). En la Figura 5.8 se representan los efectos observados en Cz (donde fueron más potentes) para los participantes con altas y bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM, en función de la mediana, a efectos de visualización.

En Pz, el modelo de regresión también fue significativo, $F(1, 139) = 2.80, p < .05$ (5.2% de la varianza explicada): en este caso, curiosamente, las puntuaciones en Audacia-TriPM contribuyeron de forma única a la predicción del Incong-P300 ($\beta = -.20, p < .02$), de forma coherente con la asociación significativa encontrada a nivel bivariado con este dominio. La capacidad predictiva de las puntuaciones en Desinhibición-TriPM sólo tendió a la significación, $\beta = -.17, p = .09$. Para comprobar

^{5.4} Para descartar la influencia del género en estas relaciones, se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquica sobre la amplitud del componente Incong-P3 en Cz —donde las relaciones con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM fueron más fuertes—, incluyendo las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y la variable Género (1 = hombre, 2 = mujer) en el primer paso del modelo, y las interacciones Género x Escala-TriPM en el segundo paso. El modelo de regresión en el primer paso fue significativo, $F(4, 138) = 6.69, p < .0001, R^2 = .162$: se observaron contribuciones únicas significativas de la variable Género ($\beta = -.29, p < .001$) —mayores amplitudes del Incong-P3 en hombres ($M = 3.38, DT = 2.28$) que en mujeres ($M = 2.17, DT = 1.68$)— y de las puntuaciones en la variable Desinhibición-TriPM ($\beta = -.30, p < .001$). Los términos de interacción introducidos en el segundo paso del modelo no produjeron un incremento significativo en la varianza explicada de la amplitud del Incong-P3 en Cz, $\Delta F(3, 135) = 0.42, p = .74, \Delta R^2 = .008$, lo que demostró la ausencia de diferencias de género en la relación entre los rasgos psicopáticos y esta variable criterio.

posibles efectos del género en estas asociaciones, se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquica en el que se introdujeron, en el primer paso, las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y la variable Género (1 = hombre, 2 = mujer) y, en el segundo paso, las interacciones Género x Escala-TriPM. El primer paso del modelo fue significativo, $F(4, 138) = 8.23, p < .0001, R^2 = .193$, con las variables Género ($\beta = -.37, p < .0001$) y Desinhibición-TriPM ($\beta = -.19, p < .03$) contribuyendo significativamente de forma única. La contribución de las puntuaciones en Audacia-TriPM disminuyó respecto al modelo sin incluir el género ($\beta = -.15, p = .05$), lo que sugiere que parte de la contribución única de este dominio se debe a las diferencias de base entre hombres ($M = 2.70, DT = 2.18$) y mujeres ($M = 1.12, DT = 1.58$) en la amplitud del Incong-P3. No se observó ningún efecto de los términos de interacción de las escalas del TriPM con el género en el segundo paso del modelo, $\Delta F(3, 135) = 0.10, p = .96, \Delta R^2 = .002$.

Por un lado, estos resultados dan soporte empírico a la propuesta de que el componente P300 en tareas de flancos se asocia de forma fiable y negativa a elevadas puntuaciones en rasgos externalizantes (cf. Nelson y cols., 2011). Por otro lado, las características de bajo miedo y baja ansiedad de la psicopatía (incluidas en el fenotipo de audacia) también se asociaron en nuestro estudio con una menor amplitud del Incong-P300 en Pz, resultado que se discutirá en mayor profundidad posteriormente.

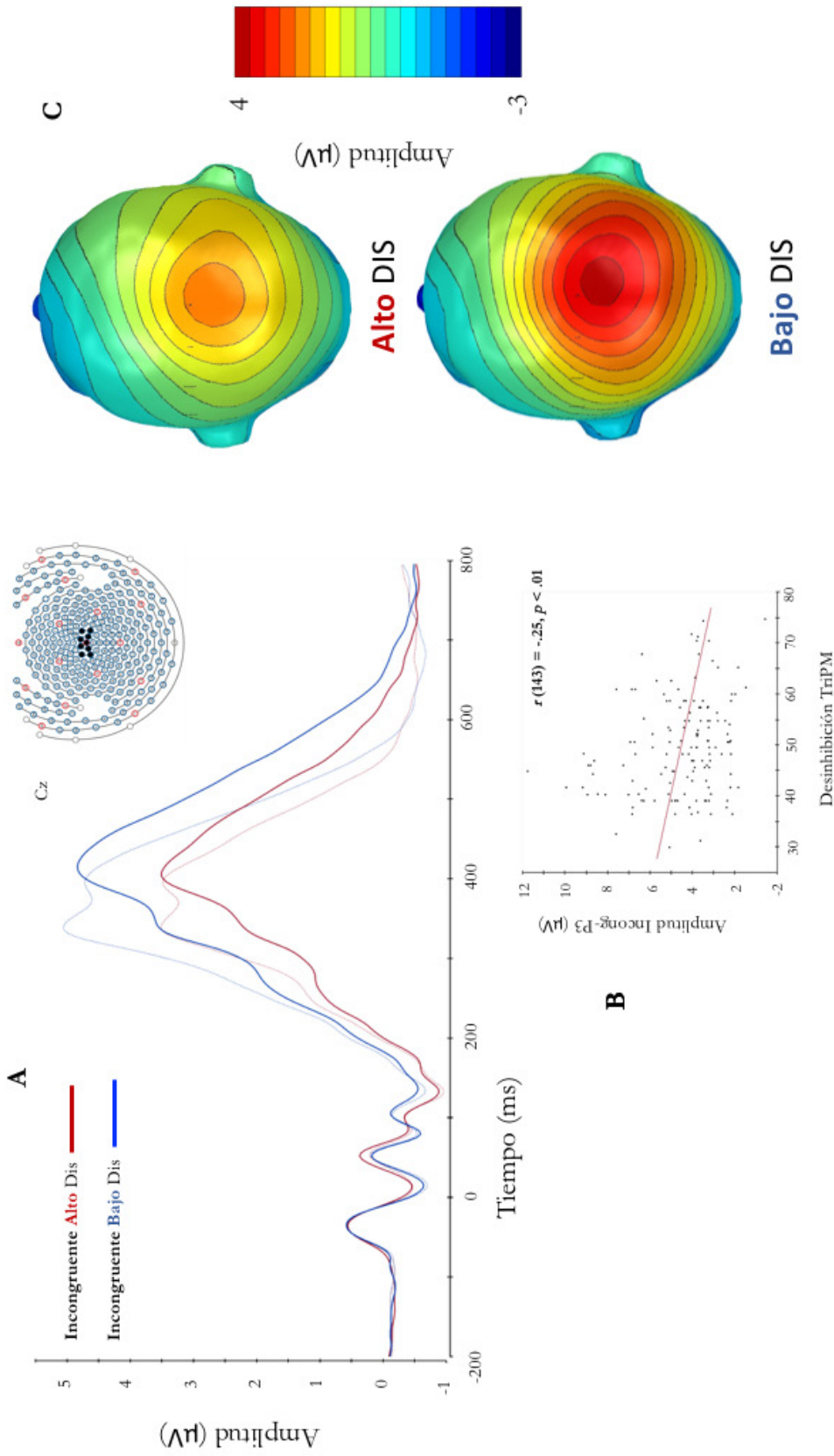


Figura 5.8. Amplitud del Incong-P3 en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM en la tarea de flancos de flechas: (A) Grandes promedios para los participantes con Altas (N = 71) y Bajas (N = 72) puntuaciones en Desinhibición-TriPM, en función de la mediana, en las condiciones Congruente (líneas finas) e Incongruente (líneas sólidas) en Cz. (B) Grafico de dispersión de la relación entre la amplitud del Incong-P3 y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. (C) Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 300 a 600 ms en la condición Incongruente para los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM.

5.4.2.4. Procesamiento de errores en la tarea de flancos: FL-ERN y FL-Pe

La Tabla 5.13 muestra los estadísticos descriptivos de los componentes anclados a las respuestas estudiados en la tarea de flancos de flechas.

Tabla 5.13. Medias (y desviaciones típicas) de los potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea de flancos de flechas en las distintas áreas de interés. Los valores medios y desviaciones típicas corresponden a valores de voltaje (μV).

	Fz	FCz	Cz	CPz	Pz
FL-ERN	-0.41 (1.15)	-0.46 (1.45)	0.90 (2.30)	-	-
FL-CRN	0.10 (1.37)	1.65 (1.55)	3.52 (2.53)	-	-
FL-Pe	-	-	4.03 (3.00)	4.10 (2.86)	2.51 (2.90)
FL-Pc	-	-	0.42 (1.71)	0.71 (1.54)	-0.22 (1.63)

FL-ERN: Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para el FL-ERN y el FL-CRN demostraron, de forma consistente con la investigación previa, una mayor actividad cerebral de polaridad negativa —relativa— de 0 a 100 ms tras las respuestas erróneas ($M = 0.01$, $DT = 1.22$) que tras los aciertos ($M = 1.75$, $DT = 1.51$), como indicó el efecto principal de la variable Respuesta, $F(1, 142) = 236.97$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .63$. También resultó significativo el efecto principal de la variable Área, $F(2, 284) = 137.99$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .49$, indicando que la mayor negatividad tras las respuestas se observó en Fz ($M = -0.15$, $DT = 1.08$), seguido de FCz ($M = 0.59$, $DT = 1.27$) y de Cz ($M = 2.21$, $DT = 2.20$), $t_s(142) =$ de 8.23 a 13.01, $p_s < .0001$. Por último, la interacción significativa Respuesta x Área, $F(2, 284) = 122.04$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .46$, indicó que el ERN fue máximo en FCz, mientras el CRN lo fue en Fz. La diferencia ERN-CRN fue mayor en Cz ($M = -2.62$, $DT = 2.01$), seguido de FCz ($M = -2.11$, $DT = 1.59$), y Fz ($M = -0.51$, $DT = 1.35$), siendo todas las comparaciones significativamente diferentes entre sí, $t_s(142) =$ de 4.74 a 14.23, $p_s < .0001$.

FL-Pe: De forma consistente con la conceptualización del Pe, se observó una mayor positividad en la ventana de 150 a 350 ms tras las respuestas erróneas ($M = 3.54$, $DT = 2.50$) que tras los aciertos ($M = 0.30$, $DT = 1.47$), como indicó el efecto principal de la variable Respuesta, $F(1, 142) = 328.69$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .70$. El efecto significativo de la variable Área, $F(2, 284) = 66.62$, $p <$

.0001, $\eta^2_p = .32$, indicó una mayor actividad en general tras las respuestas en CPz ($M = 2.59$, $DT = 2.02$) y Cz ($M = 2.37$, $DT = 2.05$) que en Pz ($M = 1.15$, $DT = 1.71$), $t_s(142) =$ de 7.85 a 10.85, $p_s < .0001$. Por último, la interacción Respuesta x Área, $F(2, 284) = 21.96$, $p < .0001$, $\eta^2_p = .13$, indicó que había diferencias significativas en la diferencia Pe-Pc entre áreas, siendo esta diferencia mayor en CPz ($M = 3.68$, $DT = 2.42$) que en Cz ($M = 3.32$, $DT = 2.44$) y Pz ($M = 2.73$, $DT = 2.53$), $t_s(148) =$ de 3.01 a 7.65, $p_s < .01$.

En la Figura 5.9 se pueden observar los grandes promedios para el FL-ERN y el FL-Pe, en FCz y en CPz, donde ambos componentes fueron máximos en la condición de Error en las distintas áreas estudiadas.

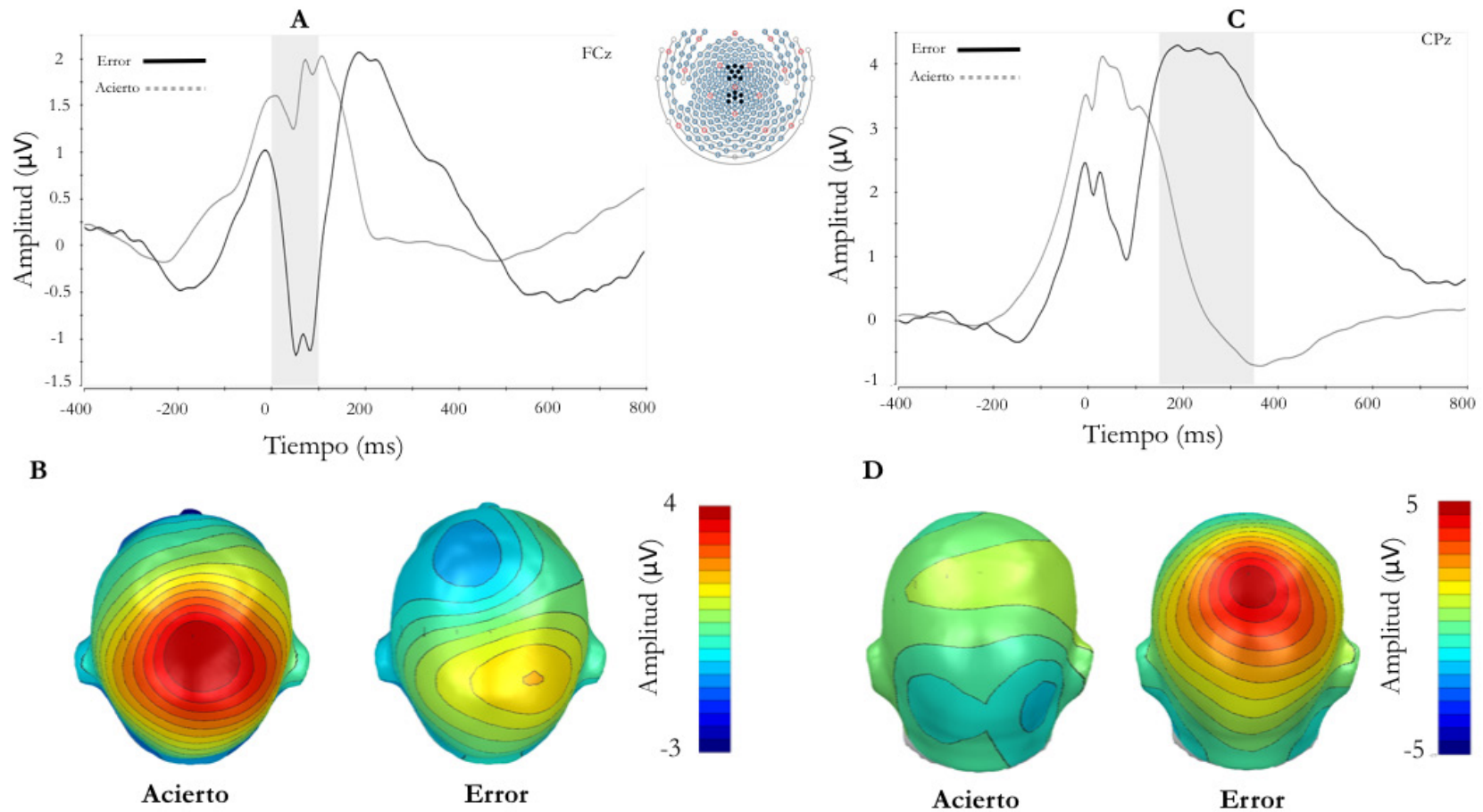


Figura 5.9. Potenciales evocados anclados a las respuestas en la tarea de flancos de flechas: (A) Grandes promedios para las condiciones Acierto y Error (**FL-ERN**) en la agrupación de sensores FCz (en gris aparece representada la ventana temporal 0-100 ms, en la que se cuantificó el FL-ERN). (B) Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 0 a 100 ms tras las respuestas para las condiciones Acierto y Error. (C) Grandes promedios para las condiciones Acierto y Error (**FL-Pe**) en la agrupación de sensores CPz (en gris aparece representada la ventana temporal 150-350 ms, en la que se cuantificó el FL-Pe). (D) Mapas topográficos de la actividad EEG en la ventana temporal de 150 a 350 ms tras las respuestas para las condiciones Acierto y Error.

5.4.2.5. Contribución de las puntuaciones del TriPM en la amplitud de los componentes FL-ERN y FL-Pe

La Tabla 5.14 muestra las relaciones bivariadas entre la amplitud del FL-ERN y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.14. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente FL-ERN (N = 143) en las tres áreas de interés.

	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R ²
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
FL-ERN en Fz	.07	.09	-.04	-.08	.02	.07	.011
FL-ERN en FCz	.02	.02	-.01	.01	-.03	-.03	.001
FL-ERN en Cz	-.07	-.09	-.01	.11	-.16 ⁺	-.21*	.038

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Como se puede observar en la Tabla 5.14, y de forma contraria a las hipótesis planteadas (HIPÓTESIS 1), se observó un relación *negativa* marginalmente significativa ($p = .06$) entre las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM y la amplitud del FL-ERN en Cz —es decir, que las puntuaciones elevadas en Desinhibición-TriPM tendieron a asociarse con mayores amplitudes de este componente de polaridad negativa. Ningún modelo de regresión lineal múltiple sobre la amplitud del FL-ERN fue significativo en ninguna de las áreas de estudio, $F_s(3, 139) < 1.83$, $p_s > .15$, aunque el coeficiente β para las puntuaciones de Desinhibición-TriPM en el modelo para Cz sí resultó significativo ($p = .03$).

En la Figura 5.10 se muestran los grandes promedios de la condición de Error en Cz —donde aparecen tanto el ERN como el Pe— para los participantes con altas y bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM, en función de la mediana, a efectos de visualización. Como se puede observar, la mayor amplitud del FL-ERN en Cz en el grupo de participantes altos en Desinhibición parecía deberse a diferencias en la positividad que precede al inicio del FL-ERN. De igual forma que para el NoGo-ERN (véase el apartado 5.4.1.5), se exploró la posibilidad de que los efectos encontrados se

explicaran por la elección de una línea de base temprana (-400 a -200 ms previos a la respuesta). Así, se calculó la amplitud de la positividad que precede al FL-ERN en la ventana de -75 a 25 ms alrededor de la respuesta (cf. Pailing y cols., 2002; Santesso y Segalowitz, 2009), y se midió el FL-ERN de dos formas: mediante diferencias (pico a pico) y mediante puntuaciones residuales (véase la Nota al pie 5.2), para después calcular las correlaciones con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. La amplitud del FL-ERN pico a pico en Cz no correlacionó de forma significativa con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, $r(143) = -.12, p = .15$, como tampoco lo hizo el FL-ERN residual, $r(143) = -.10, p = .23$. Estos resultados sugieren que los efectos encontrados para el FL-ERN en Cz dependen, en gran medida, de la línea de base escogida (cf. Pailing y cols., 2002; Santesso y Segalowitz, 2009), y probablemente están relacionados con la amplitud del P300 en los ensayos donde se cometen errores —por ejemplo, véase Meyer y cols. (2107), para la evidencia de que las relaciones entre la amplitud del ERN y el Transtorno de Ansiedad Generalizada dependen en parte de la amplitud del P300 al estímulo, en una tarea de flancos similar a la utilizada en nuestro estudio (véase también Hajcak, Vidal y cols., 2004). Con objeto de contrastar esta suposición, se calculó la correlación parcial entre el FL-ERN en Cz y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, controlando por la amplitud del FL-P300 en Cz, y resultó una r parcial de .03 ($p = .73$). Estos resultados corroboran la idea de que la asociación entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y la amplitud del FL-ERN en Cz son atribuibles a la varianza compartida con el componente P300 al estímulo.

La Tabla 5.15 muestra las asociaciones bivariadas entre la amplitud del FL-Pe y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM, así como los coeficientes β estandarizados que reflejan la contribución única de cada dimensión de la psicopatía en los análisis de regresión lineal.

Tabla 5.15. Correlaciones bivariadas (r) y coeficientes de regresión beta estandarizados (β) entre las puntuaciones en las escalas del TriPM y la amplitud del componente FL-Pe (N = 143) en las tres áreas de interés.

	Audacia TriPM		Maldad TriPM		Desinhibición TriPM		R ²
	r	(β)	r	(β)	r	(β)	
FL-Pe en Cz	-.14 ⁺	-.16 ⁺	-.07	.06	-.19*	-.23*	.063*
FL-Pe en CPz	-.13	-.14 ⁺	-.07	.04	-.17*	-.19*	.048 ⁺
FL-Pe en Pz	-.12	-.12	-.10	-.01	-.16 ⁺	-.15	0.41

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; TriPM = *Triarchic Psychopathy Measure* (Patrick, 2010).

Las puntuaciones elevadas en Desinhibición-TriPM se relacionaron de forma significativa con menores amplitudes del FL-Pe en Cz y CPz. El modelo de regresión lineal múltiple para el FL-Pe en Cz fue significativo, $F(3, 139) = 3.10, p = .03$, explicando un 6.3% de la varianza; únicamente las puntuaciones en Desinhibición-TriPM contribuyeron de forma única a este modelo ($\beta = -.23, p < .02$), aunque también se observó una tendencia estadística para las puntuaciones en Audacia-TriPM ($\beta = -.16, p = .06$)^{5.5}. El modelo para el FL-Pe en CPz se aproximó asimismo a la significación estadística, $F(3, 139) = 2.32, p = .08, R^2 = .048$, con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM también contribuyendo de forma única ($\beta = -.19, p < .05$). En la Figura 5.10. se encuentran representados los efectos encontrados sobre el componente FL-Pe en Cz para los participantes con altas y bajas puntuaciones en Desinhibición-TriPM, en función de la mediana, a efectos de visualización.

Con objeto de descartar una posible influencia de la amplitud del FL-ERN en las relaciones encontradas entre la amplitud del FL-Pe y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM —y procediendo de igual forma a lo realizado con el componente NoGo-Pe—, se llevó a cabo un último modelo de regresión en el que tanto el FL-ERN en Cz como las puntuaciones en Desinhibición, Audacia y Maldad del TriPM se introdujeron como predictores del FL-Pe en Cz. El modelo fue significativo, $F(2, 140) = 24.49, p < .0001, R^2 = .42$, y en este caso únicamente el FL-ERN contribuyó de forma única ($\beta = .61, p < .0001$). Este resultado sugiere que son las diferencias en el FL-ERN —que parecen deberse a la varianza compartida con el P300 al estímulo— las que explican la asociación del FL-Pe con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM ($\beta = -.10, p = .19$).

^{5.5} Para descartar la influencia del género en las relaciones observadas, se llevó a cabo un análisis de regresión jerárquica sobre la amplitud del componente FL-Pe en Cz, incluyendo las puntuaciones en las tres escalas del TriPM y la variable Género (1 = hombre, 2 = mujer) en el primer paso del modelo, y las interacciones Género x Escala-TriPM en el segundo paso. El modelo de regresión en el primer paso fue significativo, $F(4, 138) = 6.89, p < .0001, R^2 = .166$: se observaron contribuciones significativas de la variable Género ($\beta = -.32, p < .0001$ —mayores amplitudes en hombres ($M = 5.56, DT = 3.68$) que en mujeres ($M = 3.41, DT = 2.44$) y de la variable Desinhibición-TriPM ($\beta = -.25, p < .01$), pero no de Audacia-TriPM ($\beta = -.12, p = .12$). Los términos de interacción introducidos en el segundo paso del modelo no produjeron un incremento significativo en la varianza explicada de la amplitud del FL-Pe en Cz, $\Delta F(3, 135) = 0.26, p = .85, \Delta R^2 = .005$, por lo que no hubo diferencias de género en la relación entre los rasgos psicopáticos y esta variable criterio.

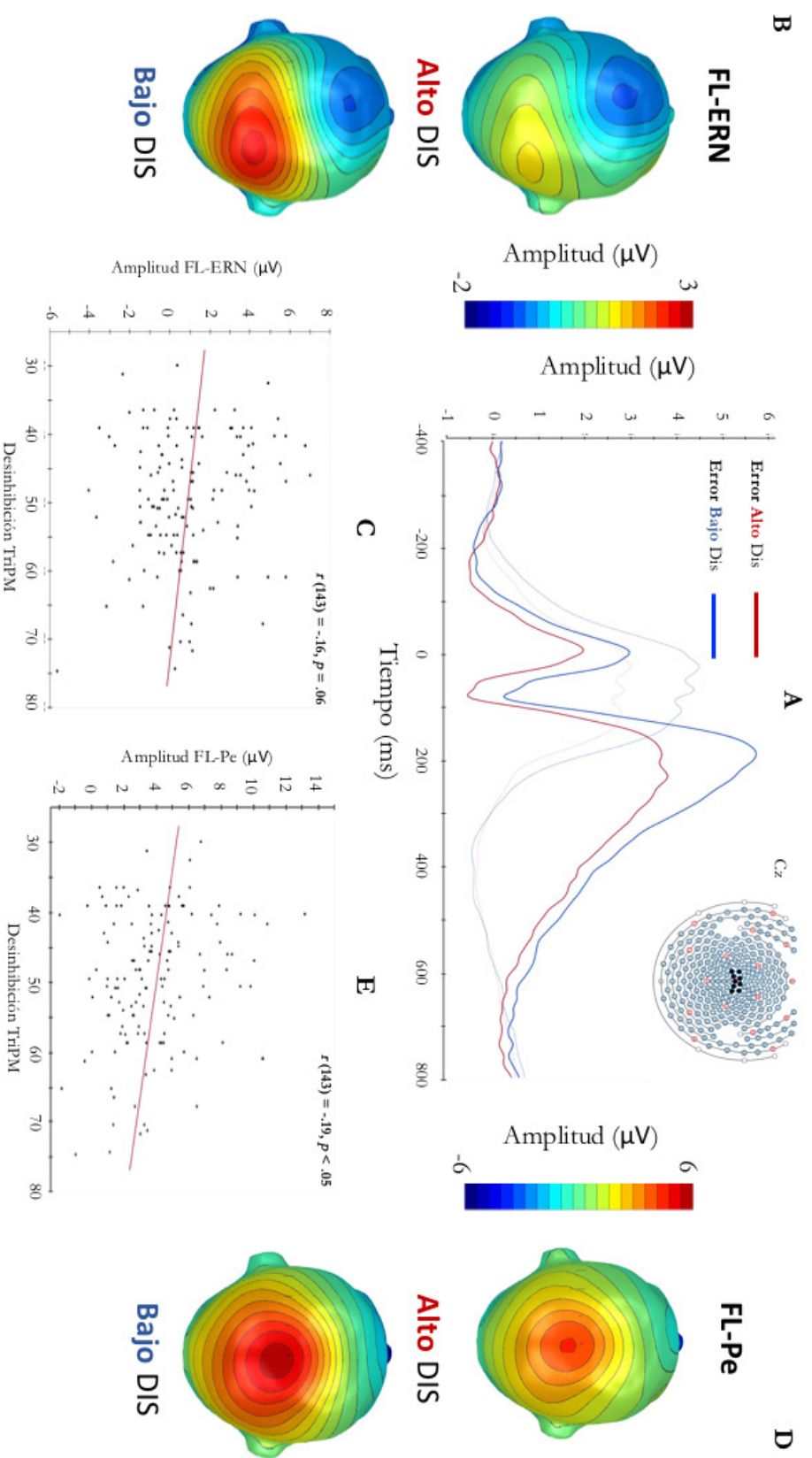


Figura 5.10. Amplitud del FL-ERN y del FL-Pe en los participantes con Altas y Bajas puntuaciones en Desinhibición-TripM en la tarea de flancos de flechas: (A) Grandes promedios para los participantes con **Altas** (N = 71) y **Bajas** (N = 72) puntuaciones en Desinhibición-TripM (DIS), en función de la mediana, en las condiciones **Acierto** (líneas finas) y **Error** (líneas sólidas) en Cz, donde se observa tanto el FL-ERN como el FL-Pe. (B) Mapas topográficas de la actividad EEG en la ventana temporal de 0 a 100 ms en la condición **Error** para los participantes con **Altas** y **Bajas** puntuaciones en Desinhibición-TripM. (C) Gráfico de dispersión de la relación entre la amplitud del **FL-ERN** en Cz y las puntuaciones en Desinhibición-TripM. (D) Mapas topográficas de la actividad EEG en la ventana temporal de 150 a 350 ms en la condición **Error** para los participantes con **Altas** y **Bajas** puntuaciones en Desinhibición-TripM. (E) Gráfico de dispersión de la relación entre la amplitud del **FL-Pe** en Cz y las puntuaciones en Desinhibición-TripM.

5.4.3. COVARIACIÓN ENTRE POTENCIALES EVOCADOS ANCLADOS A LA RESPUESTA Y AL ESTÍMULO EN LAS DOS TAREAS Y LOS RASGOS PSICOPÁTICOS

El último paso en los análisis fue examinar la covariación entre los potenciales evocados estudiados en la presente investigación y examinar sus asociaciones con los rasgos psicopáticos.

En las secciones anteriores se ha proporcionado evidencia de las asociaciones únicas y significativas entre la escala de Desinhibición-TriPM y el NoGo-P3, el NoGo-ERN y el NoGo-Pe —de forma significativa tras controlar la varianza compartida con el NoGo-ERN—, además de con el Incong-P3 y el FL-Pe —en la que también parecen influir diferencias en el P300 al estímulo. El FL-ERN se asoció de forma *inversa* —mayores amplitudes del FL-ERN— a las puntuaciones en Desinhibición-TriPM en Cz, pero dicho efecto pareció deberse en parte a la influencia del P300 en la tarea de flancos en esta área. El NoGo-ERN se asoció de forma más potente a las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM en FCz, así que se escogió **FCz para medir los componentes ERN y N200** estudiados, de acuerdo también con la investigación previa (cf. Burwell y cols., 2016). Por otro lado, dada la consistencia en los resultados obtenidos respecto a las asociaciones entre las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM y los **componentes Pe y P300** estudiados en ambas tareas **en Cz**, y considerando nuestro objetivo de examinar las asociaciones entre los factores que expliquen la covariación entre los potenciales evocados y los rasgos psicopáticos —véase más adelante (cf. Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013)—, se escogieron las amplitudes de estos componentes en **Cz** para examinar la covariación entre ellos.

La Tabla 5.16 muestra las correlaciones entre los 8 potenciales evocados estudiados en la presente tesis doctoral: NoGo-ERN, FL-ERN, NoGo-Pe, FL-Pe, NoGo-N2, Incong-N2, NoGo-P3 e Incong-P3. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo sobre los 143 participantes que tuvieron datos válidos para cuantificar todos los componentes de interés en ambas tareas. En la tabla también se incluyen las correlaciones con las puntuaciones en las tres escalas del TriPM.

Como se puede observar en la Tabla 5.16, las correlaciones del mismo componente entre tareas fueron significativas. Las correlaciones más robustas se obtuvieron para los componentes Pe ($r = .72$), y las más débiles, para los componentes N200 ($r = .38$). Los dos P300 estudiados también correlacionaron entre sí de forma bastante elevada ($r = .62$), y la correlación entre los dos ERN fue moderadamente alta ($r = .46$). Entre tareas, los componentes P300 correlacionaron también de forma más elevada con los distintos Pe's estudiados (rango $r_s = .62$ a $.86$) que con los ERN y N200 (rango $r_s = .11$ a $.47$). Por su parte, los componentes de polaridad negativa —ERN y N200— correlacionaron más fuertemente entre sí (r promedio = $.48$) que con los componentes de polaridad positiva —P300 y Pe— (r promedio = $.25$).

Tabla 5.16. Correlaciones bivariadas (r) entre las amplitudes de los distintos componentes de interés (diagonal inferior) y las puntuaciones en las tres escalas del TriPM.

	NG ERN	NG Pe	NG N2	NG P3	FL ERN	FL Pe	FL N2	FL P3	A	M	D
NGERN	-								.08	.11	.21*
NGPe	.14	-							-.12	-.09	-.17*
NGN2	.61**	.33**	-						-.03	.10	.13
NGP3	.03	.76**	.33**	-					-.11	-.08	-.15+
FLERN	.46**	.35**	.48**	.24**	-				.02	-.01	-.03
FLPe	.12	.72**	.21*	.65**	.35**	-			-.14+	-.07	-.19*
FLN2	.24**	.33**	.38**	.20*	.73**	.28**	-		-.01	-.09	-.06
FLP3	.11	.68**	.26**	.62**	.50**	.86**	.47**	-	-.12	-.11	-.25**

Nota: NG = Tarea Go/NoGo; FL = Tarea de flancos; A = Audacia-TriPM; M = Maldad-TriPM; D = Desinhibición-TriPM. En azul aparecen las casillas que reflejan las correlaciones entre el mismo componente entre tareas.

Nota: + $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$

Además de calcular las correlaciones, se realizó un análisis factorial exploratorio con factorización de ejes principales con objeto de evaluar la coherencia entre los distintos componentes y extraer puntuaciones factoriales que representaran la varianza compartida entre los mismos (cf. Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013; Yancey y cols., 2016). También en la línea de estudios previos que han examinado la covariación entre potenciales evocados en distintas tareas, se escogió el método de rotación Varimax para maximizar las correlaciones elevadas y minimizar las bajas, y obtener factores no correlacionados entre sí (cf. Burwell y cols., 2016). En este análisis, se retuvieron los dos únicos factores que presentaron *eigenvalues* mayores que 1, y que explicaron conjuntamente el 71.12 % de la varianza total. La prueba de esfericidad de Bartlett ($\chi^2 = 729.80$, 28, $p < .0001$) y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Okin (KMO = .738) indicaron que el método de

extracción fue adecuado para los datos. La Tabla 5.17 muestra la solución factorial con las saturaciones de los 8 componentes estudiados.

Tabla 5.17. Factorización de ejes principales con rotación varimax de los potenciales evocados.

	Factor 1: P3-Pe	Factor 2: N2-ERN
Incong-P3	.84	.28
FL-Pe	.88	.14
NoGo-Pe	.82	.21
NoGo-P3	.77	.10
FL-ERN	.27	.81
FL-N2	.27	.61
NoGo-ERN	-.03	.64
NoGo-N2	.18	.66
Varianza explicada	49.57%	21.53%

Nota: las saturaciones > .30 aparecen en **negrita**.

De forma coherente con las correlaciones bivariadas, en la solución factorial de la Tabla 5.17 se observó que los componentes P300 y Pe se agruparon en torno a un primer factor que explicaba el 49.57% de la varianza total (**Factor-P3Pe**, en adelante), y en el que todos saturaron de forma apreciable (saturaciones de .77 a .88). Este factor es similar al encontrado en estudios previos (cf. Burwell y cols., 2016), y sugiere que tanto distintos componentes P300 como Pe parecen representar procesos similares relacionados con la asignación de recursos atencionales para la evaluación de estímulos objetivo y/o del resultado de nuestras acciones durante los errores (Burwell y cols., 2016). Por otro lado, el factor en el que se agruparon los componentes ERN y N2 (saturaciones de .61 a .81) explicó el 21.53% de la varianza (**Factor-N2ERN**, en adelante), y parece consistente con la idea de que ambos componentes reflejan la detección del conflicto de respuesta en distintas fases del procesamiento de la información y en distintas tareas (p. ej., Amodio y cols., 2008; Nieuwenhuis y cols., 2003; Yeung y cols., 2004).

El último apartado de análisis consistió en evaluar las correlaciones entre las puntuaciones en estos factores latentes y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, dado que únicamente éstas se asociaron de forma fiable a algunos de los indicadores incluidos en el análisis factorial (véase la Tabla 5.16). Así, las puntuaciones en Desinhibición-TriPM correlacionaron significativamente de forma inversa con las puntuaciones en el Factor-P3Pe, $r(143) = -.25, p < .01$ (véase la Figura 5.11), pero no se asociaron significativamente con las puntuaciones en el Factor-N2ERN, $r(143) = .10, p = .24$. Por último, para evaluar la singularidad o el solapamiento de las asociaciones significativas entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y cada indicador individual, se calcularon las correlaciones parciales entre ellos, en las que se controló la influencia de los factores que explican las correlaciones entre los distintos potenciales evocados.

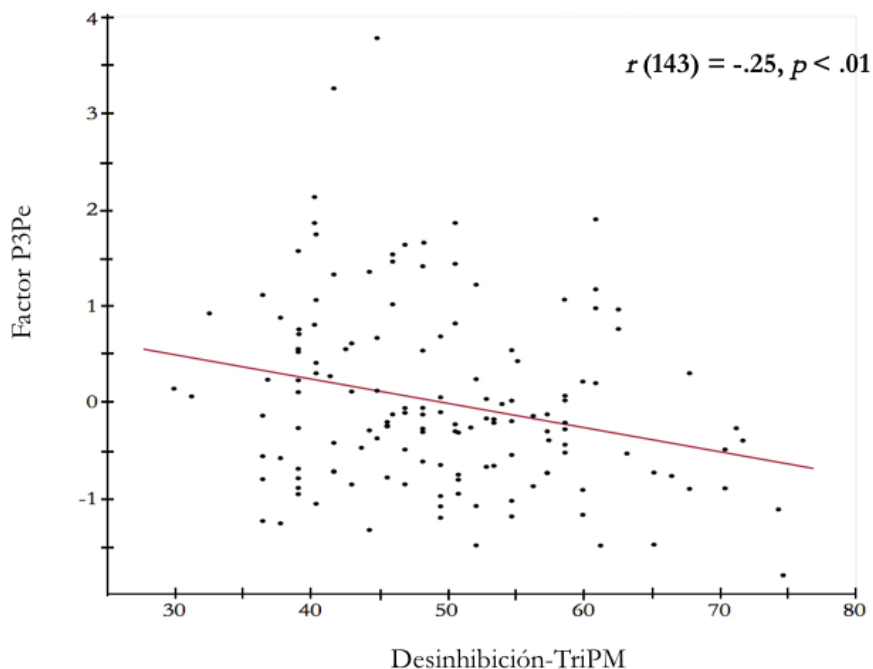


Figura 5.11. Gráfico de dispersión de la relación entre las puntuaciones en el Factor P3Pe y las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM.

La Tabla 5.18 resume estos cálculos, incluyendo asimismo las correlaciones bivariadas (que ya se presentaban en la Tabla 5.16) para facilitar la comparación.

Como se puede observar en la Tabla 5.18, las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM no se asociaron de forma significativa a ninguno de los componentes Pe y P300 estudiados tras controlar por las puntuaciones en el factor latente que refleja la varianza compartida entre los mismos. Por el contrario, la amplitud del NoGo-ERN continuó asociándose de forma

significativa a las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, incluso controlando por las puntuaciones en el factor latente que explica la varianza compartida con los otros componentes ERN y N2 estudiados en la presente investigación.

Tabla 5.18. Relaciones entre las puntuaciones en **Desinhibición-TriPM** y la amplitud de los potenciales evocados estudiados (N=143), tanto a nivel bivariado (r) como controlando (r parcial) por las puntuaciones en los factores latentes.

Variable control: Factor-P3Pe		
	r	r parcial
NoGo-Pe	-.17*	.10
FL-Pe	-.19*	.10
NoGo-P3	-.15⁺	.09
Incong-P3	-.25**	-.07
Variable control: Factor-N2ERN		
NoGo-ERN	.21*	.19*

Nota: ⁺ $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$

5.5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era examinar la existencia de **déficits en el procesamiento de errores** en la psicopatía subclínica, mediante el estudio de las asociaciones entre los componentes ERN y Pe medidos en dos de los paradigmas experimentales más ampliamente empleados en este campo de estudio —una tarea Go/NoGo y una tarea de flancos de flechas— y los rasgos psicopáticos evaluados en el marco del modelo triárquico de la psicopatía (Patrick y cols., 2009).

Además de estudiar los componentes anclados a las respuestas, en esta investigación se estudiaron también los componentes anclados al estímulo (N200 y P300) en ambas tareas, para comprender en mayor profundidad posibles déficits en el procesamiento de estímulos en los dos paradigmas experimentales empleados.

Respecto al **ERN**, los resultados del presente estudio demostraron una reducida amplitud del ERN asociada de forma selectiva a elevadas puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM en la **tarea Go/NoGo**. Este resultado es plenamente consistente con las hipótesis planteadas (HIPÓTESIS 1) y la propuesta de una **reducida amplitud del ERN** como un marcador psicofisiológico de la **dimensión externalizante de la psicopatología** (Hall y cols., 2007), que subyace de forma específica a los rasgos de **desinhibición de la psicopatía** de acuerdo con los modelos duales (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009). En este sentido, los resultados del presente trabajo son también consistentes con estudios previos que han asociado una reducida amplitud del ERN a las características de desinhibición de la psicopatía en **muestras de la población general** (Bresin y cols., 2014; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016; véanse también Esteller y cols., 2012; Fonfría y cols., 2013).

No obstante, los resultados del presente estudio demostraron que las relaciones entre el ERN y las características de desinhibición de la psicopatía pueden **depender del paradigma experimental en las que se mide el ERN**. Concretamente, en la **tarea de flancos de flechas** no se observó una reducida amplitud del ERN asociada al fenotipo de desinhibición de la psicopatía —cabe mencionar que la *mayor* amplitud del ERN en Cz en esta tarea asociada a las puntuaciones elevadas en Desinhibición-TriPM (una asociación completamente opuesta a lo esperado) venía explicada por la actividad precedente relacionada con el P300.

Estos resultados, en general, demuestran que la amplitud del ERN contiene varianza específica ligada al paradigma experimental en el que es medido, y que parte de esta varianza única puede asociarse de forma diferencial con distintas variables que tienen que ver con diferencias individuales (Riesel y cols., 2013; Weinberg, Dieterich y cols., 2016). La correlación observada entre los ERNs en el presente estudio ($r = .46$) corrobora esta afirmación: aunque ambos componentes comparten un 21.16% de la varianza, únicamente la amplitud del ERN en la tarea Go/NoGo contiene varianza en común con las puntuaciones en la escala de Desinhibición-TriPM^{5.7}. En este sentido, parece que las características de desinhibición de la psicopatía se asocian a posibles déficits en la detección de los errores (Coles y cols., 2001; Holroyd y Coles, 2002), o a una menor sensibilidad en la detección del conflicto de respuesta durante la comisión de un error (Larson y cols., 2014; Yeung y cols., 2004), cuando este error resulta **de una inadecuada inhibición de tendencias de respuesta predominantes** —p. ej., en el contexto de la tarea Go/NoGo—, pero no cuando se trata de los errores de discriminación inducidos por interferencia —p. ej., en el contexto de una tarea de flancos.

De esta forma, los resultados de este estudio pueden tener implicaciones a la hora de seleccionar paradigmas experimentales para el estudio del procesamiento de errores en la psicopatía. Así,

^{5.7} La correlación entre la amplitud del NoGo-ERN en FCz y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM se mantuvo significativa tras controlar el peso del FL-ERN, r parcial = .25, $p < .01$

nuestros resultados sugieren que los posibles déficits en el procesamiento de errores asociados a las características de desinhibición de la psicopatía se observan de forma más clara en el contexto de **tareas de inhibición de respuestas**.

Esta propuesta, sin embargo, debe considerarse en términos de las limitaciones y las características de la muestra empleada en este estudio, por lo que debería replicarse en otras poblaciones. En este sentido, estudios recientes que han empleado paradigmas Go/NoGo no han encontrado asociaciones entre los rasgos psicopáticos y la amplitud del ERN en poblaciones penitenciarias, incluso aplicando una perspectiva multidimensional (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016). Una posible explicación a esta inconsistencia podría ser la forma de evaluar las características psicopáticas. En consecuencia, sería necesario en futuros estudios evaluar los rasgos psicopáticos en poblaciones penitenciarias mediante el empleo de instrumentos de autoinforme —TriPM, PPI-R, etc.— y no mediante entrevista —p. ej., PCL-R— para corroborar y extender los resultados de este estudio a otras poblaciones. Por otro lado, tampoco se puede descartar el uso de tareas de flancos para estudiar el procesamiento de errores asociado al fenotipo de desinhibición de la psicopatía, ya que otros estudios sí han encontrado una reducida amplitud del ERN en tareas de flancos de letras con estímulos *NoGo* en individuos con rasgos externalizantes (Hall y cols., 2007). Así, la selección de paradigmas híbridos para futuras investigaciones —que permitan medir el ERN en los dos tipos de errores estudiados en esta tesis—, puede ayudar a consolidar los resultados obtenidos en este estudio que muestran que las **características de desinhibición de la psicopatía se asocian a una menor amplitud del ERN en el contexto de errores de inhibición de respuesta**.

Respecto al **Pe**, en el presente estudio se encontraron **asociaciones negativas** entre las amplitudes del **NoGo-Pe** y el **FL-Pe** y las puntuaciones en **Desinhibición-TriPM**. En concreto, **en la tarea Go/NoGo** dichas relaciones se observaron de forma más clara tras controlar la varianza compartida entre el NoGo-ERN y el NoGo-Pe. En la **tarea de flancos de flechas**, la relación entre las puntuaciones en Desinhibición-TriPM y la amplitud del Pe desapareció cuando la amplitud del FL-ERN se controló de forma estadística. Estos resultados sugieren que el solapamiento —o la varianza compartida entre ambos componentes— parece operar de forma diferente entre tareas en lo que se refiere a las asociaciones con las características de desinhibición de la psicopatía: la menor amplitud del NoGo-ERN en los participantes con altas puntuaciones en Desinhibición dificulta encontrar asociaciones más robustas con el NoGo-Pe —y que emergen al considerar el NoGo-ERN—, al contrario de lo que ocurre en la tarea de flancos de flechas, donde las diferencias individuales asociadas a desinhibición en el FL-Pe únicamente se observan cuando no se controla por la amplitud del FL-ERN —al menos, en la muestra de la presente investigación. En este sentido, estudios futuros podrían considerar aplicar otros procedimientos de análisis, como análisis de componentes principales temporo-espacial —de forma similar a estudios recientes en el campo de estudio de la

psicopatía (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016)— para entender mejor y descomponer dicho solapamiento entre componentes (véanse también Arbel y Donchin, 2009; Endrass y cols., 2012) y evaluar las relaciones con los rasgos psicopáticos. Este hecho es importante si tenemos en cuenta una posible división funcional del componente Pe ‘temprano’ — más relacionado con el ERN en términos de localización de fuentes y significado funcional— y ‘tardío’ —más relacionado con el reconocimiento consciente de los errores y procesos de asignación de recursos atencionales para el procesamiento de errores (Arbel y Donchin, 2009; Endrass y cols., 2012; van Veen y Carter, 2002a). Los resultados de este trabajo sugieren la presencia de posibles déficits en la detección consciente de los errores (Niehwenhuis y cols., 2001; Ullsperger y cols., 2010) y/o en la asignación de recursos para el procesamiento de eventos motivacionalmente relevantes e infrecuentes, como la comisión de errores (Arbel y Donchin, 2009; Leuthold y Sommer, 1999; Ridderinkhof y cols., 2009) asociados a las características de desinhibición de la psicopatía en muestras de la población general, aunque esta interpretación debe ser considerada teniendo en cuenta las limitaciones anteriormente comentadas, así como las inconsistencias en la literatura previa sobre las asociaciones entre la amplitud del componente Pe y los rasgos psicopáticos. En este sentido, una reducida amplitud del Pe se ha asociado en estudios previos a las características antisociales de la psicopatía en muestras de adolescentes varones encarcelados (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016) pero, en general, la configuración de rasgos psicopáticos asociados al Pe ha sido inconsistente hasta la fecha, encontrándose reducciones asociadas a las características afectivas en mujeres (Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016) o aumentos asociados a las características afectivo/interpersonales y de estilo de vida en varones encarcelados (Steele y cols., 2016). Este hecho hace **necesaria una mayor investigación** en este campo, en particular en poblaciones no penitenciarias —donde no se ha examinado este componente en estudios previos (Bresin y cols., 2014; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016)— para **corroborar la presencia de una reducida amplitud del Pe asociada a las características de desinhibición del trastorno.**

La relación entre los componentes Pe estudiados y las características de desinhibición fue más consistente que la encontrada para el ERN, quizás porque, al contrario de lo que ocurriría con el componente ERN, el NoGo-Pe y el FL-Pe compartieron mucha mayor varianza entre tareas ($r = .72$). En este sentido, la correlación encontrada entre tareas para el componente Pe —en Cz— en nuestro estudio es superior a las reportadas en trabajos previos (Burwell y cols., 2016; Riesel y cols., 2013). En suma, los resultados del presente estudio sugieren que los déficits en la detección consciente o en estadios más tardíos de evaluación sobre la comisión de un error se encuentran relacionados de forma específica a las características de desinhibición de la psicopatía (véase también Maurer, Steele, Cope y cols., 2016) —y no a los rasgos de audacia o maldad del trastorno—, y que las posibles asociaciones con las diferencias individuales en personalidad son menos dependientes del paradigma experimental para el Pe que para el ERN.

Respecto a los componentes relacionados con el **procesamiento de estímulos en la tarea Go/NoGo**, nuestros resultados sugieren que **las características de desinhibición de la psicopatía se asocian a una menor amplitud del componente NoGo-P3 en Cz**, de forma consistente con estudios previos en muestras de la población general evaluadas en psicopatía mediante el PPI-R (Kim y Jung, 2014), y con la hipótesis 2 planteada en este estudio, aunque esta asociación fue más débil que las encontradas para otros componentes en este estudio. La asociación selectiva entre este componente con las características de impulsividad y desinhibición de la psicopatía coincide con las asociaciones encontradas por Kim y Jung (2014) entre el NoGo-P3 y elevadas puntuaciones en la impulsividad motora, que se asocia fuertemente a la escala de Desinhibición-TriPM (véase Capítulo 3). Así, los estudios previos en población penitenciaria quizás no hayan detectado diferencias en el NoGo-P3 por haber aplicado una perspectiva unitaria en la evaluación de la psicopatía (Kiehl y cols., 2000; Munro y cols., 2007b). Como se ha visto durante la introducción, de los componentes relacionados con la inhibición de respuestas, el NoGo-P3 es el que se ha asociado de forma más clara a aspectos evaluativos del proceso o el resultado de la inhibición de respuestas (Huster y cols., 2013, para una revisión). Así, las características de desinhibición se asocian a una menor evaluación de este proceso durante la tarea empleada en este estudio. Es importante señalar, sin embargo, que nuestro paradigma no permite descartar que los efectos encontrados se deban a la relativa frecuencia de presentación de los estímulos *Go* y *NoGo*, —efectos *oddball*, que se han asociado también a elevadas puntuaciones en rasgos externalizantes (p. ej., Nelson y cols., 2011). En este sentido, son necesarios más estudios —con diseños más complejos que permitan diferenciar de forma fiable los procesos relacionados con el procesamiento de estímulos de alta y baja frecuencia de los de inhibición de respuestas (p. ej., Albert y cols., 2013)— para corroborar la implicación de las características de desinhibición de la psicopatía en posibles **déficits en la inhibición de respuestas**, dada la escasa literatura en este campo de estudio hasta la fecha (cf. Kiehl y cols., 2000; Kim y Jung, 2014; Munro y cols., 2007b).

En la **tarea de flancos de flechas**, de forma ampliamente consistente con la propuesta de una reducida amplitud del P300 en tareas de flancos como indicador electrocortical de la dimensión externalizante de la psicopatología (cf. Nelson y cols., 2011), las puntuaciones elevadas en la escala de **Desinhibición-TriPM se asociaron a una reducida amplitud del Incong-P3**, lo que también confirmó la hipótesis 2 planteada en este estudio. Aunque el componente P300 en tareas de flancos ha sido relativamente poco estudiado, la reducción de este componente asociada a rasgos externalizantes ha sido interpretada en términos de posibles deterioros en el procesamiento de estímulos objetivo en tareas de tiempo de reacción—p. ej., la asignación de recursos atencionales (Clayson y Larson, 2011)— que entran en juego tras procesos perceptivos más básicos (Nelson y cols., 2011).

Tomados de forma conjunta, estos resultados corroboran que **los rasgos externalizantes de la psicopatía se asocian negativamente a distintas variantes del componente P300**, de acuerdo con la investigación en el campo de la psicopatología externalizante (cf. Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013).

En el presente estudio no se observaron asociaciones significativas entre los rasgos psicopáticos y la amplitud de los componentes NoGo-N2 e Incong-N2. Sí que se observaron tendencias estadísticas para la contribución de las características de desinhibición de la psicopatía en la amplitud del NoGo-N2 y de las de maldad en la amplitud del Incong-N2, pero ninguno de estos dos fenotipos contribuyó de forma única en la amplitud de ambos componentes en los modelos de regresión lineal —por lo que no se cumplió la hipótesis 3, relativa a la asociación entre la amplitud del NoGo-N2 y los rasgos de desinhibición de la psicopatía. Por lo tanto, nuestros resultados **no permitieron demostrar** la existencia de posibles **déficits en la detección del conflicto de respuesta** durante el procesamiento de los estímulos *NoGo* (p. ej., Nieuwenhuis y cols., 2003; Huster y cols., 2013, para una revisión), o durante el procesamiento de los flancos en los ensayos incongruentes (véase Yeung y cols., 2004; Yeung y Cohen, 2006; Larson y cols., 2014, para revisiones), **asociados a los rasgos psicopáticos**, al menos en la presente muestra.

Los resultados del análisis factorial exploratorio realizado con objeto de examinar el grado de solapamiento entre los distintos potenciales evocados, así como sus relaciones con la psicopatía, reveló dos factores interpretables que reflejaron la varianza compartida entre los componentes de polaridad positiva tardíos anclados a la respuesta y al estímulo — NoGo-Pe, FL-Pe, NoGo-P3, Incong-P3— y entre los componentes más tempranos de polaridad negativa anclados a respuestas y estímulos —NoGo-ERN, FL-ERN, NoGo-N2, Incong-N2.

El primer factor de la solución factorial, **'Factor-P3Pe'**, fue ampliamente similar al encontrado en estudios previos (Burwell y cols., 2016). Así, el hecho de que los componentes Pe estudiados en esta investigación se agruparan de forma coherente con los dos componentes P300 respalda empíricamente **la interpretación del Pe como un componente que comparte características con el P300** (Arbel y Donchin, 2009; Leuthold y Sommer, 1999; Ridderinkhof y cols., 2009). Ambos componentes correlacionaron de forma robusta en el presente estudio, en la línea de estudios previos que han examinado las relaciones entre el P300 y el Pe (Burwell y cols., 2016; Cassidy y cols., 2012; Davies y cols., 2001). Los resultados del análisis factorial sugieren asimismo que pueden representar procesos que operan en sistemas cerebrales similares y que se relacionan con **la asignación de recursos atencionales para el procesamiento y evaluación de estímulos y respuestas que representan eventos motivacionalmente significativos** (Nieuwenhuis y cols., 2005; Ridderinkhof y cols., 2009). De forma importante, estudios previos con una metodología similar han proporcionado evidencia de que distintas variantes del P300 se agrupan formando factores comunes *'neurométricos'*

que se asocian de forma fiable con rasgos externalizantes (cf. Nelson y cols., 2011; Patrick y cols., 2013). En el presente estudio, las puntuaciones en el factor 'P3Pe' correlacionaron negativamente con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, por lo que los resultados del presente estudio replican estos resultados previos y los extienden al incluir el componente Pe como un indicador entre otros componentes P300. Merece destacarse el hecho de que las puntuaciones en dicho factor 'P3Pe' explicaron la correlaciones observadas entre cada indicador individual 'P300' y 'Pe' estudiado y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. Por tanto, los resultados de este estudio demostraron que las características de desinhibición de la psicopatía se asocian de forma fiable y negativa a una medida compuesta que probablemente refleja procesos relacionados con la asignación de recursos para el procesamiento tanto de los estímulos objetivo como de las respuestas erróneas, y que operan de forma similar en las dos tareas estudiadas.

Este resultado es consistente con estudios previos que han demostrado la existencia de asociaciones entre elevadas puntuaciones en rasgos externalizantes y déficits en procesos evaluativos **de estímulos objetivo en distintas tareas** (cf. Nelson y cols., 2011; Perkins y cols., 2017), al tiempo que también pueden **incluir una menor evaluación o asignación de recursos para el procesamiento de los errores** en tareas de tiempo de reacción.

El segundo factor que se extrajo, '**Factor-N2ERN**', es consistente con las interpretaciones sobre el significado funcional del ERN y del N2 en términos de componentes que reflejan distintos estadios —pre-respuesta durante el procesamiento de estímulos y post-respuesta durante el procesamiento de errores (Yeung y cols., 2004)— del procesamiento del conflicto de respuesta mediado por la ACC en distintas tareas (Nieuwenhuis y cols., 2003; Yeung y cols., 2004). En este sentido, estudios previos han demostrado elevadas correlaciones entre el NoGo-ERN y el NoGo-N2 (Amodio y cols., 2008), y entre el ERN y N200 en tareas de flancos (Yeung y cols., 2004). De forma importante, aunque el NoGo-ERN saturó de forma apreciable en el factor 'N2ERN', dicho factor no correlacionó de forma significativa con las puntuaciones en Desinhibición-TriPM, y tampoco explicó las relaciones entre la amplitud del componente NoGo-ERN y las puntuaciones en Desinhibición-TriPM. Este resultado implica que **el NoGo-ERN contiene varianza específica relacionada con el fenotipo de desinhibición de la psicopatía** que, a su vez, no es atribuible a la varianza que comparte con los otros indicadores electrocorticales relacionados con el procesamiento del conflicto de respuestas medidos en este estudio.

Un último aspecto a comentar es la ausencia de relaciones entre las variables conductuales y los rasgos psicopáticos en el presente estudio. Dado que muchos de los componentes estudiados parecen representar correlatos electrofisiológicos de importantes procesos implicados en una adecuada adaptación y regulación de la conducta —procesamiento de errores, inhibición de respuestas— (Ullsperger y cols., 2014, para una revisión), podría resultar sorprendente que algunos de los

posibles ‘déficits’ encontrados en este estudio ocurrieran en ausencia de diferencias conductuales en el rendimiento en las distintas tareas. Sin embargo, éste parece ser un resultado habitual en la literatura en el campo de estudio de la psicopatía y el procesamiento de errores: se han encontrado a menudo asociaciones con distintos potenciales evocados en ausencia de diferencias conductuales, tanto en tareas Go/NoGo (Maurer, Steele, Cope y cols., 2016, Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016), como en tareas de flancos de letras (Hall y cols., 2007), como en tareas Simon (Pasion y cols., 2016) —aunque véase también Heritage y Benning (2013) para una peor ejecución asociada a las características de desinhibición de la psicopatía en muestras no penitenciarias. En este sentido, una posibilidad es que los ‘déficits’ o diferencias en la amplitud de los indicadores electrocorticales estudiados asociados a los rasgos psicopáticos no tengan consecuencias conductuales en el contexto de estas tareas de laboratorio, pero sí en contextos más ecológicos o en situaciones de la vida real (Hall y cols., 2007).

Finalmente, en el presente estudio se observaron algunas contribuciones —en su mayoría, tendencias estadísticas— de las puntuaciones en Audacia-TriPM en la (menor) amplitud de los componentes FL-Pe, NoGo-Pe e Incong-P3. Estas relaciones fueron débiles y desaparecieron tras incluir el género en los modelos de regresión, excepto la relación entre las puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM y la amplitud del Incong-P3, que se mantuvo ($p = .05$). En esta misma línea, recientemente se ha demostrado una asociación entre síntomas del trastorno de ansiedad generalizada y una mayor amplitud del P300 en la misma versión de la tarea de flancos empleada en este estudio (Meyer y cols., 2017). Así, esta relación podría ser explicada en términos de que las características de bajo miedo que subyacen al fenotipo de audacia del MTP representan una dimensión que se asocia de forma *negativa* a distintos indicadores de psicopatología internalizante, incluidos síntomas del trastorno de ansiedad generalizada (Nelson, Strickland, Krueger, Arbisi y Patrick, 2016). En este sentido, es evidente la necesidad de más estudios que exploren las relaciones entre el P300 y el rasgo de ausencia de miedo.

CONCLUSIONES GENERALES

Capítulo 6

Conclusiones generales

El **objetivo principal** de esta investigación fue examinar la existencia de **déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica** mediante el estudio de las asociaciones entre los constructos fenotípicos de **audacia, maldad y desinhibición** del MTP y los potenciales evocados anclados a la comisión de respuestas erróneas, y también de los potenciales evocados anclados a los estímulos, en dos tareas cognitivas de tiempo de reacción implementadas en la misma muestra de participantes no institucionalizados. El marco teórico adoptado para conceptualizar y evaluar la psicopatía fue el recientemente formulado **modelo triárquico de la psicopatía** (Patrick y cols., 2009).

En esta investigación se intentó avanzar de una forma metodológicamente más sólida en el estudio del procesamiento de errores en la psicopatía utilizando (a) dos de los paradigmas cognitivos más frecuentemente empleados en este campo de estudio (tareas Go/NoGo y tareas de flancos), en los que (b) se examinaron tanto los componentes anclados a las respuestas (ERN y Pe) como los relacionados con el procesamiento de los estímulos (N200 y P300), lo que posibilitó también (c) explorar la covariación entre los componentes relacionados con el procesamiento de errores y de los estímulos medidos en ambas tareas. La adopción de esta estrategia permitió abordar cuatro **objetivos específicos** y contrastar tres **hipótesis** sobre la relación entre los fenotipos de la psicopatía y el procesamiento de errores y/o de estímulos.

El **primer objetivo** fue examinar la **fiabilidad y validez convergente** de los componentes ERN y Pe entre tareas Go/NoGo y de flancos de letras, para comprobar si, como indica la investigación previa, ambas señales electrocorticales relacionadas con el procesamiento de errores pueden medirse de forma fiable en distintas tareas (Riesel y cols., 2013).

Nuestro **segundo objetivo** consistió en examinar las asociaciones tanto del **ERN** como del **Pe** con las tres expresiones fenotípicas de la psicopatía propuestas desde el MTP (audacia, maldad, desinhibición) en ambas tareas. Esta estrategia permitiría comprobar si, de acuerdo con la propuesta de una reducida amplitud del ERN como un marcador de la dimensión externalizante de la psicopatología, así como de algunos resultados previos obtenidos en muestras de la población general (Bresin y cols., 2014; Heritage y Benning, 2013; Pasion y cols., 2016), las características de **desinhibición** de la psicopatía se asociaban a una **menor amplitud del ERN en ambas tareas** (Hipótesis 1). Mediante el examen de la amplitud del componente Pe pretendimos caracterizar el curso temporal del procesamiento de errores en la psicopatía en estadios más tardíos y relacionados con la detección consciente de los errores. En este caso no se establecieron hipótesis específicas sobre la posible contribución de los constructos de audacia, maldad y desinhibición de la psicopatía en la amplitud del

Pe dadas las inconsistencias encontradas en la literatura previa (cf. Maurer, Steele, Cope y cols., 2016; Maurer, Steele, Edwards y cols., 2016; Steele y cols., 2016)

En cuanto al **tercer objetivo**, en este estudio nos planteamos también examinar las relaciones entre los rasgos psicopáticos y los componentes **N200** y **P300** en ambas tareas. Por un lado, estos análisis posibilitaron comprobar si, como sugiere la literatura en el campo de estudio de la psicopatología externalizante (Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013), las características de **desinhibición** de la psicopatía se asocian a una **reducida amplitud de distintas variantes del componente P300**, incluido el P300 en tareas de flancos (Nelson y cols., 2011), y el NoGo-P3, de acuerdo con estudios previos en poblaciones no penitenciarias evaluadas en psicopatía (Kim y Jung, 2014) (Hipótesis 2). Por otro lado, permitieron arrojar luz sobre la inconsistencia en el campo de estudio de la psicopatía sobre las asociaciones entre el componente NoGo-N2 y los rasgos psicopáticos (Hipótesis 3; cf. Kiehl y cols., 2000; Kim y Jung, 2014; Munro y cols., 2007b).

El **cuarto y último objetivo** fue examinar la **covariación** entre los distintos potenciales evocados estudiados con el propósito concreto de comprender la singularidad o el solapamiento de las relaciones observadas entre cada componente individual y los rasgos psicopáticos.

Para la consecución de estos objetivos fue necesario comprobar previamente la **adecuada evaluación de la psicopatía** de la muestra que participó en esta investigación (360 estudiantes de la Universitat Jaume I de Castellón). El **análisis psicométrico** de la adaptación española (Poy y cols., 2014) del **TriPM** (Patrick, 2010) confirmó la fiabilidad y la validez convergente y discriminante de las puntuaciones en las tres escalas —Audacia-TriPM, Maldad-TriPM y Desinhibición-TriPM—, demostrándose así su adecuación para acometer el objetivo principal de este estudio (véase Capítulo 3).

En relación al **primer objetivo** (‘Fiabilidad y validez convergente del ERN y del Pe entre tareas’), nuestros resultados demostraron una adecuada fiabilidad de las dos mitades —calculada mediante el método *odd-even* (cf. Riesel y cols., 2013)— para los componentes ERN y Pe medidos en tareas Go/NoGo y de flancos de letras. Los resultados de este **estudio piloto** pusieron de manifiesto que la mayor consistencia interna —fiabilidad de las dos mitades— y nivel de convergencia para el componente **ERN** se observó en **FCz**. Por otra parte, el componente **Pe** mostró una **mayor fiabilidad en la tarea Go/NoGo** que en la tarea de flancos estudiada. El área donde se demostró una **mayor convergencia entre tareas** para el componente Pe —en **Cz**— contrastó con la tendencia a estudiar este componente fundamentalmente en Pz en estudios de fiabilidad. La principal **limitación** de este estudio piloto fue que los dos paradigmas experimentales empleados difirieron marcadamente en el número de errores incluidos en los promedios para cuantificar los componentes ERN y Pe: la tarea de flancos de letras inicialmente programada generó muy pocos errores comparada con la tarea Go/NoGo, a pesar de su larga duración (40 minutos). Este hecho pudo afectar a la

fiabilidad demostrada por el Pe en la tarea de flancos de letras, que fue menor a la observada en estudios previos (cf. Olvet y Hajcak, 2009b; Riesel y cols., 2013). En consecuencia, se decidió utilizar una tarea de flancos de flechas que posibilitara la comisión de un mayor número de errores (cf. Hajcak y cols., 2005; Riesel y cols., 2013) para responder al objetivo principal de la presente investigación.

En cuanto al **segundo objetivo** (‘Asociaciones entre la amplitud de los componentes ERN y Pe y los rasgos psicopáticos en tareas Go/NoGo y de flancos de flechas’), los resultados sobre las relaciones entre **el ERN** y los fenotipos de la psicopatía propuestos desde el MTP demostraron que este componente se **asoció de forma positiva —menor amplitud del ERN— y selectiva a elevadas puntuaciones en Desinhibición en la tarea Go/NoGo**, pero no en la tarea de flancos de flechas. De esta forma, nuestros resultados muestran que las características de desinhibición de la psicopatía se asocian a posibles déficits en estadios **tempranos** del procesamiento de errores en contextos donde los errores resultan de una inadecuada **inhibición de respuestas** predominantes, no cuando los errores resultan de una inadecuada discriminación de un estímulo objetivo entre distractores, al menos en muestras de la población general evaluadas en psicopatía mediante instrumentos de autoinforme. Estos resultados, por tanto, confirmaron parcialmente la Hipótesis 1 planteada en esta investigación. Aparte de las posibles implicaciones de estos resultados para la selección de tareas en futuros estudios sobre el procesamiento de errores en la psicopatía, nuestros resultados demuestran de forma clara que **una evaluación más exhaustiva tanto de los rasgos psicopáticos —evaluación multidimensional— como del ERN —medido en distintos paradigmas— puede construir una valiosa estrategia para examinar la existencia de posibles déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía.**

Respecto al **componente Pe**, los resultados del presente estudio mostraron una **reducción en la amplitud del componente Pe** asociada a **elevadas puntuaciones** en la escala de **Desinhibición-TriPM**. De esta forma, los resultados de esta investigación indican la posible existencia de déficits en estadios más **ardíos** del procesamiento de errores asociadas a las características fenotípicas de desinhibición de la psicopatía. La reducción del componente Pe se manifestó de forma más clara en la tarea de flancos de flechas, aunque en la tarea Go/NoGo también se observó, pero tras controlar por las diferencias en la amplitud del ERN.

Los resultados relacionados con el **tercer objetivo** de este proyecto (‘Asociaciones entre la amplitud de los componentes N200 y P300 y los rasgos psicopáticos en tareas Go/NoGo y de flancos de flechas’) demostraron la presencia de una **reducida amplitud de los componentes NoGo-P3 —en la tarea Go/NoGo— e Incong-P3 —en la tarea de flancos— asociada a las características de desinhibición de la psicopatía**. Estos resultados confirmaron la Hipótesis 2 planteada en este estudio. Además, también se observaron contribuciones únicas de las puntuaciones en la escala de Audacia-TriPM en la reducida amplitud del Incong-P3. Por otro lado, no se encontró ninguna contri-

bución única de los fenotipos de audacia, maldad y desinhibición de la psicopatía en la amplitud de los componentes NoGo-N2 e Incong-N2 en este estudio, por lo que no se confirmó la Hipótesis 3 respecto a la contribución de las características de desinhibición de la psicopatía en la amplitud del NoGo-N2.

Finalmente, los análisis para responder al **cuarto objetivo** ('Covariación entre los componentes ERN y Pe, y N200 y P300 entre tareas Go/NoGo y de flancos de flechas') demostraron que existe una amplia proporción de **varianza compartida** entre indicadores electrocorticales entre tareas. Por un lado, nuestros datos demuestran que tanto **distintas variantes** del componente **P300** como del **Pe** reflejan procesos similares, y que todos ellos saturan de forma apreciable en un factor común (**Factor P3Pe**) que explica sus interrelaciones. Por otro lado, evidencian que los componentes tempranos de polaridad negativa **ERN y N200** estudiados correlacionan más fuertemente entre sí que con otros componentes P300, y saturan de forma más potente en otro factor distinto (**Factor N2ERN**).

Además, el factor que representa la varianza compartida entre los componentes P300 y Pe estudiados (**Factor P3Pe**) **se asoció de forma inversa a las puntuaciones en la escala de Desinhibición** y explicó las asociaciones entre este fenotipo y cada componente P300 y Pe estudiado. En cambio, el Factor N2ERN no se asoció de forma significativa con las puntuaciones en Desinhibición, y la amplitud del NoGo-ERN continuó asociándose de forma significativa con las puntuaciones en Desinhibición tras controlar por las puntuaciones en el Factor N2ERN. De forma conjunta, los resultados de este apartado de análisis corroboraron que la relación de las características de desinhibición de la psicopatía con el ERN parecen más dependientes del paradigma experimental empleado que las asociaciones que muestra este fenotipo con otros indicadores electrocorticales P300 y Pe.

En resumen, los datos aportados en la presente tesis doctoral acerca de los déficits en el procesamiento de errores en la psicopatía subclínica tienen un valor añadido respecto a la investigación previa en este campo, en tanto que se ha examinado la **contribución diferencial de los rasgos psicopáticos** en la amplitud de los componentes **ERN y Pe** medidos **en dos paradigmas experimentales** en el mismo grupo de participantes. Esta aproximación, **unida al estudio de los componentes evocados N200 y P300**, ha permitido caracterizar de forma completa los posibles **déficits en la monitorización de la conducta y sus resultados** en la psicopatía subclínica. Es importante reseñar, además, que en el presente estudio la psicopatía se ha conceptualizado y medido en el marco del **modelo triárquico de la psicopatía** (MTP; Patrick y cols., 2009). Dada su reciente formulación, los resultados de esta investigación son novedosos y constituyen una de las primeras pruebas de la **validez de este modelo** para esclarecer las bases neurobiológicas de los distintos componentes sintomáticos de la psicopatía.

A continuación, en las Tablas 6.1 y 6.2 se resumen las **aportaciones de esta tesis doctoral** a la investigación en psicopatía, así como al estudio del procesamiento de errores mediante potenciales evocados, respectivamente.

Tabla 6.1. Aportaciones a la investigación en psicopatía.

<ul style="list-style-type: none"> Las asociaciones entre una reducida amplitud del <i>Error-Related Negativity</i> (ERN) —índice de posibles déficits en la detección temprana de los errores o del conflicto de respuesta durante los errores— y los rasgos de desinhibición de la psicopatía se observan de forma clara tras los errores en tareas de inhibición de respuestas (tareas Go/NoGo) pero no en tareas de interferencia (tareas de flancos), al menos en muestras de la población general.
<ul style="list-style-type: none"> La reducida amplitud del componente ERN asociada a las características externalizantes de la psicopatía puede verse modulada por el paradigma experimental en el que este componente es evaluado.
<ul style="list-style-type: none"> La amplitud del componente <i>Error Positivity</i> (Pe) —implicado en estadios más tardíos de procesamiento y probablemente relacionado con aspectos evaluativos ligados a la detección consciente de los errores— se asocia inversamente a las características de desinhibición de la psicopatía en tanto que representa procesos similares con otros componentes P300.
<ul style="list-style-type: none"> Las características de desinhibición de la psicopatía se asocian de forma inversa con distintas variantes del P300, de forma consistente con los resultados previos en la literatura sobre los marcadores psicofisiológicos de la vulnerabilidad externalizante, siendo dichas relaciones menos dependientes del paradigma experimental en el que se evalúan estos componentes.
<ul style="list-style-type: none"> La psicopatía no es un constructo unitario con una etiología única: sus distintos componentes sintomatológicos se asocian de forma diferencial a distintas constelaciones de rasgos de personalidad y marcadores psicofisiológicos en tareas de laboratorio, tal y como sostiene el modelo del proceso dual (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009).
<ul style="list-style-type: none"> La <i>Triarchic Psychopathy Measure</i> (Patrick, 2010) es un instrumento fiable y válido para evaluar las características de la psicopatía en hombres y mujeres españoles de la población normal (Poy y cols., 2014).
<ul style="list-style-type: none"> La psicopatía es un constructo con una naturaleza dimensional: los rasgos de personalidad y marcadores psicofisiológicos asociados al trastorno en poblaciones penitenciarias pueden observarse también en muestras de la población normal.
<ul style="list-style-type: none"> La evaluación de la psicopatía debe ser multifacética y dimensional.

Tabla 6.2. Aportaciones al estudio de los componentes ERN y Pe en estudios de diferencias individuales.
<ul style="list-style-type: none"> • El ERN y el Pe pueden medirse de forma fiable en distintos paradigmas experimentales, pero sus propiedades psicométricas pueden variar en función del paradigma experimental empleado para medirlos.
<ul style="list-style-type: none"> • Ambos componentes contienen varianza compartida y específica ligada a las demandas del paradigma experimental —o del tipo de error— en que son medidos.
<ul style="list-style-type: none"> • Pueden existir disociaciones dependientes del paradigma experimental en las relaciones de los componentes ERN y Pe con otras variables que tienen que ver con diferencias individuales.

En conclusión, el **modelo triárquico de la psicopatía** (Patrick y cols., 2009) constituye un marco prometedor para avanzar en la comprensión de las distintas manifestaciones de este trastorno de la personalidad y sus bases neurobiológicas. El estudio de la **contribución diferencial** de los constructos de **audacia, maldad y desinhibición** del modelo en la amplitud de los componentes ERN y Pe —y otras variantes del P300— en las dos tareas empleadas en este estudio ha permitido comprobar empíricamente parte de la propuesta de los **modelos duales de la psicopatía** (Fowles y Dindo, 2006, 2009; Patrick y Bernat, 2009) al tiempo que plantear nuevas hipótesis para futuros estudios. En este sentido, la propuesta de una **reducida amplitud del ERN** como un marcador psicofisiológico de la dimensión externalizante de la psicopatología (Hall y cols., 2007; Patrick y Bernat, 2009) quizás deba considerar la posibilidad de que los **procesos responsables de la generación del ERN** se asocian de forma **diferencial a las características de desinhibición** de la psicopatía **en función del paradigma experimental** en que este componente es evaluado. Esta relación es clara en los errores en tareas de **inhibición de respuestas**, pero no lo es en los errores de discriminación inducidos por interferencia. Por otro lado, **los posibles déficits en estadios más tardíos del procesamiento de errores** —representados en la amplitud del **componente Pe**— se asocian a las características de desinhibición de la psicopatía en tanto que este componente puede representar procesos similares a los que representa el componente P300 en otras tareas, lo que corrobora que una reducida amplitud del P300 constituye un marcador psicofisiológico estable de las características de **vulnerabilidad externalizante** en el contexto de distintas tareas (cf. Bernat y cols., 2011; Nelson y cols., 2011; Patrick, Venables y cols., 2013; Perkins y cols., 2017; Yancey y cols., 2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias bibliográficas

- Achenbach, T. y Edelbrock, C. (1978). The classification of child psychopathology: A review and analysis of empirical efforts. *Psychological Bulletin*, 85(6), 1275-1301. doi: /10.1037/0033-2909.85.6.1275
- Albert, J., López-Martín, S., Hinojosa, J.A. y Carretié L. (2013). Spatiotemporal characterization of response inhibition. *NeuroImage*, 76, 272–281. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.03.011
- Alexander, W.H. y Brown, J.W. (2012). Medial Prefrontal Cortex as an action-outcome predictor. *Nature Neuroscience*, 14(10), 1338–1344. doi: 10.1038/nn.2921
- Almeida, P.R., Seixas, M.J., Ferreira-Santos, F., Vieira, J.B., Paiva, T.O., Moreira, P.S. y Costa P. (2015). Empathic, moral and antisocial outcomes associated with distinct components of psychopathy in healthy individuals: a Triarchic model approach. *Personality and Individual Differences*, 85, 205–211. doi: 10.1016/j.paid.2015.05.012
- Amodio, D.M., Master, S.L., Yee, C.M. y Taylor S.E. (2008). Neurocognitive components of the behavioral inhibition and activation systems: implications for theories of self-regulation. *Psychophysiology*, 45(1), 11-9. doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00609.x
- Arbel, Y. y Donchin E. (2009). Parsing the componential structure of post-error ERPs: A principal component analysis of ERPs following errors. *Psychophysiology*, 46(6), 1179–1189. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00857.x
- Arrindell, W.A., Emmelkamp, P.M.G y van der Ende, J. (1984). Phobic dimensions: I. Reliability and generalizability across samples, gender and nations: The fear survey schedule (FSS-III) and the fear questionnaire (FQ). *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 6(4), 207–253. doi: 10.1016/0146-6402(84)90001-8
- Baldwin, S.A., Larson, M.J. y Clayson, P.E. (2015). The dependability of electrophysiological measurements of performance monitoring in a clinical sample: A generalizability and decision analysis of the ERN and Pe. *Psychophysiology*, 52(6), 790-800. doi: 10.1111/psyp.12401
- Benning, S.D., Patrick, C.J., Blonigen, D.M., Hicks, B.M. y Iacono W.G. (2005). Estimating facets of psychopathy from normal personality traits: A step toward community epidemiological investigations. *Assessment*, 12, 3-18. doi: 10.1177/1073191104271223
- Benning, S.D., Patrick, C.J., Hicks B M., Blonigen D.M. y Krueger R. (2003). Factor structure of the Psychopathic Personality Inventory: Validity and implications for clinical assessment. *Psychological Assessment*, 15, 340–350. doi: 10.1037/1040-3590.15.3.340

- Benning, S.D., Patrick, C.J. y Iacono W.G. (2005). Psychopathy, startle blink modulation, and electrodermal reactivity in twin men. *Psychophysiology*, 42, 753-762. doi: 10.1111/j.1469-8986.2005.00353.x
- Bernat, E.M., Nelson, L.D., Steele, V.R., Gehring, W.J. y Patrick, C.J. (2011). Externalizing psychopathology and gain-loss feedback in a simulated gambling task: dissociable components of brain response revealed by time-frequency analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 120(2), 352-64. doi: 10.1037/a0022124
- Bernstein, P.S., Scheffers, M.K. y Coles, M.G.H. (1995). "Where did I go wrong?" A psychophysiological analysis of error detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(6), 1312-1322. doi: 10.1037/0096-1523.21.6.1312
- Birbaumer, N., Veit, R., Lotze, M., Erb, M., Hermann, C., Grodd, W. y Flor H. (2005). Deficient fear conditioning in psychopathy: A functional magnetic resonance imaging study. *Archives of General Psychiatry*, 62, 799-805. doi: 10.1001/archpsyc.62.7.799
- Blair, R.J. (1995). A cognitive developmental approach to mortality: investigating the psychopath. *Cognition*, 57(1), 1-29. doi: 10.1016/0010-0277(95)00676-P
- Blair, R.J. (2001). Neurocognitive models of aggression, the antisocial personality disorders, and psychopathy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 71(6), 727-31. doi: 10.1136/jnnp.71.6.727
- Blonigen, D.M., Hicks, B., Krueger, R., Patrick, C.J. y Iacono W. (2005). Psychopathic personality traits: Heritability and genetic overlap with internalizing and externalizing pathology. *Psychological Medicine*, 35, 637-648. doi: 10.1017/S0033291704004180
- Boksem, M.A.S., Meijman, T.F. y Lorist M.M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72(2), 123-132. doi: 10.1016/j.biopsycho.2005.08.007
- Boldt, A. y Yeung, N. (2015). Shared Neural Markers of Decision Confidence and Error Detection. *Journal of Neuroscience*, 35(8), 3478-3484. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0797-14.2015
- Botvinick, M.M., Braver, T.S., Barch, D.M., Carter, C.S. y Cohen J.D. (2001). Conflict Monitoring and Cognitive Control. *Psychological Review*, 108(3), 624-652. doi: 10.1037/0033-295X.108.3.624
- Brazil, I.A., de Bruijn, E.R.A., Bulten, B.H., von Borries, A.K.L., van Lankveld, J.J.D.M., Buitelaar, J.K. y Verkes, R.J. (2009). Early and late components of error monitoring in violent offenders with psychopathy. *Biological Psychiatry*, 65, 137-143. doi: 10.1016/j.biopsycho.2008.08.011

- Bresin, K., Finy, M.S., Sprague, J. y Verona E. (2014). Response monitoring and adjustment: differential relations with psychopathic traits. *Journal of Abnormal Psychology*, 123(3), 634-49. doi: 10.1037/a0037229
- Brislin, S.J., Buchman-Schmitt, J.M., Joiner, T.E. y Patrick C.J. (2016). “Do unto others”? Distinct psychopathy facets predict reduced perception and tolerance of pain. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 7(3), 240-246. doi: 10.1037/per0000180
- Brislin, S.J., Drislane, L.E., Smith, S.T., Edens, J.F. y Patrick, C.J. (2015). Development and validation of triarchic psychopathy scales from the Multidimensional Personality Questionnaire. *Psychological Assessment*. 27,(3), 838-51. doi: 10.1037/pas0000087
- Brislin, S.J., Yancey, J.R., Perkins, E.R., Palumbo, I.M., Drislane, L.E., Salekin, R.T., Fanti, K.A., Kimonis, E.R., Frick, P.J., Blair y R.J., Patrick, C.J. (2017). Callousness and Affective Face Processing in Adults: Behavioral and Brain-Potential Indicators. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*. (No se especifica paginacion). doi: 10.1037/per0000235
- Burwell, S.J., Malone, S.M. y Iacono, W.G. (2016). One-year developmental stability and covariance among oddball, novelty, go/no-go, and flanker event-related potentials in adolescence: A monozygotic twin study. *Psychophysiology*, 53(7), 991–1007. doi: 10.1111/psyp.12646
- Buss AH, y Plomin R (1984). *Temperament : Early Developing Personality Traits*. Erlbaum : Hillsdale, NJ.
- Carlson S.R., Thái S. y McLarnon M.E. (2009). Visual P3 amplitude and self-reported psychopathic personality traits: Frontal reduction is associated with Self-Centered Impulsivity. *Psychophysiology*, 46, 100-113. doi: 10.1111/j.1469-8986.2008.00756.x
- Carp, J. y Compton, R.J. (2009). Alpha power is influenced by performance errors. *Psychophysiology*, 46(2), 336-43. doi: 10.1111/j.1469-8986.2008.00773.x
- Carter, C.S, Braver, T.S., Barch, D.M., Botvinick, M.M., Noll, D. y Cohen J.D. (1998). Anterior Cingulate Cortex, Error Detection, and the Online Monitoring of Performance. *Science*, 280 (5364), 747-749. doi: 10.1126/science.280.5364.747
- Carter, C. y van Veen V. (2007). Anterior cingulate cortex and conflict detection: an update of theory and data. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 367–79. doi: 10.3758/CABN.7.4.367
- Cassidy, S.M., Robertson, I.H. y O’Connell R.G. (2012). Retest reliability of event-related potentials: evidence from a variety of paradigms. *Psychophysiology*, 49(5):659-64. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01349.x

- Cavanagh, J.F. y Shackmany A.J. (2015). Frontal midline theta reflects anxiety and cognitive control: meta-analytic evidence. *Journal of Physiology-Paris*, 109(1-3), 3-15. doi:10.1016/j.jphysparis.2014.04.003.
- Chen, C.Y., Tien, Y.M., Juan, C.H., Tzeng, O.J.L. y Hung D.L. (2005). Neural correlates of impulsive-violent behavior: an event-related potential study. *Neuroreport*, 16(11), 1213-6. doi: 10.1097/00001756-200508010-00016
- Clayson, P.E. y Larson, M.J. (2011). Conflict adaptation and sequential trial effects: Support for the Conflict Monitoring Theory. *Neuropsychologia*, 49(7), 1953–1961. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.03.023
- Clayson, P.E. y Miller G.A. (2017). Psychometric considerations in the measurement of event-related brain potentials: Guidelines for measurement and reporting. *International Journal of Psychophysiology*, 111, 57-67. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2016.09.005
- Clayson P.E., Baldwin S.A. y Larson M.J. (2013). How does noise affect amplitude and latency measurement of event-related potentials (ERPs)? A methodological critique and simulation study. *Psychophysiology*, 50, 174-186. doi: 10.1111/psyp.12001
- Cleckley H. (1941/1976). *The mask of sanity: An Attempt to Clarify Some Issues about the So-called Psychopathic Personality*. St. Louis, MO: Mosby
- Cloninger C (1987). A systematic method for clinical description and classification of personality variants: a proposal. *Archives of General Psychiatry* 44, 573–588. doi: 10.1001/archpsyc.1987.01800180093014
- Coles M.G.H., Scheffers M.K. y Holroyd C.B. (2001). Why is there an ERN/Ne on correct trials? Response representations, stimulus-related components, and the theory of error-processing. *Biological Psychology*, 56, 173-189. doi: 10.1016/S0301-0511(01)00076-X
- Cooke, D.J., Forth, A.E. y Hare R.D. (1998). *Psychopathy: Theory, research, and implications for society*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishing. doi: 10.1007/978-94-011-3965-6
- Cooke, D.J., Michie, C., Hart, S.D. y Hare, R.D. (1999). Evaluating the Screening Version of the Hare Psychopathy Checklist—Revised (PCL:SV): An item response theory analysis. *Psychological Assessment*, 11(1), 3-13. doi: 10.1037//1040-3590.11.1.3
- Costa, P.T. y McCrae, R.R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) Professional Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

- Costa, P.T. y McCrae, R.R. (1999). *Inventario de personalidad NEO revisado (NEO PI-R) e Inventario NEO reducido de Cinco Factores (NEO-FFI): manual profesional*. Madrid: TEA Ediciones.
- Courchesne, E., Hillyard, S.A. y Galambos R. (1975). Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiology*, 39(2), 131-43. doi: 10.1016/0013-4694(75)90003-6
- Crego, C. y Widiger, T.A. (2014). Psychopathy, DSM-5, and a caution. *Personality Disorders*, 5(4), 335-47. doi: 10.1037/per0000078
- Crego, C. y Widiger, T.A. (2015). Psychopathy and the DSM. *Journal of Personality*, 83(6), 665–677. doi: 10.1111/jopy.12115
- Danielmeier, C. y Ullsperger, M. (2011). Post-error adjustments. *Frontiers in Psychology*, 2, 1–10. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00233
- Danielmeier, C., Wessel, J.R., Steinhauser, M. y Ullsperger M. (2009). Modulation of the error-related negativity by response conflict. *Psychophysiology*, 46(6), 1288–1298. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00860.x
- Davies, P.L., Segalowitz, S.J., Dywan, J. y Pailing, P.E. (2001). Error-negativity and positivity as they relate to other ERP indices of attentional control and stimulus processing. *Biological Psychology*, 56(3), 191-206. doi: 10.1016/s0301-0511(01)00080-1
- Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., Fiehler, K., Cramon, D.Y. von y Engel A.K. (2005). Trial-by-Trial Coupling of Concurrent Electroencephalogram and Functional Magnetic Resonance Imaging Identifies the Dynamics of Performance Monitoring. *The Journal of Neuroscience*, 25(50), 11730–11737. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3286-05.2005
- Dehaene, S., Posner, M.I. y Tucker, D.M. (1994). Localization of a neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*, 5, 303-305. doi: 10.1111/j.1467-9280.1994.tb00630.x
- Dikman, Z.V. y Allen, J.J.B. (2000). Error monitoring during reward and avoidance learning in high- and low-socialized individuals. *Psychophysiology*, 37(1), 43–54. doi: 10.1111/1469-8986.3710043
- Dindo, L. y Fowles, D. (2011). Dual temperamental risk factors for psychopathic personality: Evidence from self-report and skin conductance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100, 557-566. doi: 10.1037/a0021848
- Donchin, E. y Coles, M.G.H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating?. *Behavioral and Brain Sciences*, 11(3), 355–425. doi: 10.1017/S0140525X00058027

- Donkers, F.C.L. y Van Boxtel, G.J.M. (2004). The N2 in go/no-go tasks reflects conflict monitoring not response inhibition. *Brain and Cognition*, 56(2), 165–176. doi: 10.1016/j.bandc.2004.04.005
- Donnellan, M.B. y Burt, S.A. (2016). A Further Evaluation of the Triarchic Conceptualization of Psychopathy in College Students. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 38, 172. doi: doi:10.1007/s10862-015-9512-z
- Drislane, L.E., Patrick, C.J. y Arsal G. (2014). Clarifying the content coverage of differing psychopathy inventories through reference to the Triarchic Psychopathy Measure. *Psychological Assessment*, 26(2), 350–62. doi: 10.1037/a0035152
- Dudschig, C. y Jentsch, I. (2009). Speeding before and slowing after errors: is it all just strategy?. *Brain Research*. 1296, 56-62. doi: 10.1016/j.brainres.2009.08.009
- Elkins-Brown, N., Saunders, B. y Inzlicht M. (2016). Error-related electromyographic activity over the corrugator supercilii is associated with neural performance monitoring. *Psychophysiology*, 53(2), 159–170. doi: 10.1111/psyp.12556
- Endrass, T., Klawohn, J., Preuss, J. y Kathmann N. (2012). Temporospatial dissociation of Pe subcomponents for perceived and unperceived errors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 178. doi: 10.3389/fnhum.2012.00178
- Endrass, T., Reuter, B. y Kathmann N. (2007). ERP correlates of conscious error recognition: Aware and unaware errors in an antisaccade task. *European Journal of Neuroscience*, 26(6), 1714–1720. doi: 10.1111/j.1460-9568.2007.05785.x
- Enriquez-Geppert, S., Konrad, C., Pantev, C. y Huster R. J. (2010). Conflict and inhibition differentially affect the N200/P300 complex in a combined go/nogo and stop-signal task. *NeuroImage*, 51(2), 877–887. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.02.043
- Eriksen, B.A. y Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a target letter in a non- search task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143–149. doi: 10.3758/bf03203267
- Esteller, A. (2014). *Naturaleza de la psicopatía subclínica en mujeres: Reactividad autonómica y electrocortical*. (Tesis doctoral). Universitat Jaume I, Castellón, España
- Esteller, A., Poy, R., Moltó, J. (2016) Deficient aversive-potentiated startle and the triarchic model of psychopathy: The role of boldness. *Biological Psychology* 117, 131-140 . doi: 10.1016/j.biopsycho.2016.03.012

- Esteller, A., Ribes, P., Poi, R., Segarra, P., Lopez, R., Fonfria, A., ... y Moltó, J. (2012). Psychopathy and the error-related negativity: The role of externalizing tendencies. *Psychophysiology*, 49, S87. Poster presented at 52nd Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research, New Orleans.
- Falkenstein M. (2004). ERP correlates of erroneous performance. En M Ullsperger y M. Falkenstein (Eds.), *Errors, conflicts, and the brain. Current opinions on performance monitoring* (pp. 5-14). Leipzig: Max-Planck-Institut für Kognitions-und Neurowissenschaften.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J. y Hoormann, J. (1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP components: II. Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 78, 447-455. doi: 10.1016/0013-4694(91)90062-9
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J. y Blanke, L. (1990). Effects of errors in choice reaction tasks on de ERP under focused and divided attention. En C.H.M. Brunia, A.W.K. Gaillard, A. Kok (Eds.), *Psychophysiological brain research*, 1, 192-195 The Netherlands: Tilburg University Press.
- Falkenstein, M., Hoormann, J., Christ, S. y Hohnsbein J. (2000). ERP components on reaction errors and their functional significance: A tutorial. *Biological Psychology*, 51, 87-107. doi: 10.1016/S0301-0511(99)00031-9
- Falkenstein, M., Hoormann, J. y Hohnsbein, J. (1999). ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*. 101(2-3), 267-91. doi: 10.1016/s0001-6918(99)00008-6
- Fallgatter, A. J. y Strik, W. K. (1999). The NoGo-anteriorization as a neurophysiological standard-index for cognitive response control. *International Journal of Psychophysiology*, 32, 233-238. doi: 10.1016/s0167-8760(99)00018-5
- Fiehler, K., Ullsperger, M. y von Cramon D.Y. (2005). Electrophysiological correlates of error correction. *Psychophysiology*. 42(1), 72-82. doi: 10.1111/j.1469-8986.2005.00265.x
- Fischer, A.G., Danielmeier, C., Villringer, A., Klein, T.A. y Ullsperger M. (2016). Gender Influences on Brain Responses to Errors and Post-Error Adjustments. *Scientific Reports* 6:24435 doi: 10.1038/srep24435
- Flor, H., Birbaumer, N., Hermann, C., Ziegler S. y Patrick, C. J. (2002). Aversive Pavlovian conditioning in psychopaths: Peripheral and central correlates. *Psychophysiology*, 39, 505-518. doi: 10.1111/1469-8986.3940505

- Folstein, J.R. y Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. *Psychophysiology*, *45*(3), 467-79. doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x
- Fonfría, A., Esteller, A., Poy, R., Segarra, P., López, R., Ribes, P., Ventura, C. y Moltó, J. (2013). Reduced error-related negativity and the triarchic model of psychopathy: The role of Disinhibition. 53rd Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research. *Psychophysiology*, *50*, S1. Florence, Italy
- Forster, B. y Pavone, E.F. (2008). Electrophysiological correlates of crossmodal visual distractor congruency effects: evidence for response conflict. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *8*, 65–73. doi: 10.3758/CABN.8.1.65
- Forth, A.E., Kosson, D. y Hare, R.D. (2003). *The Hare Psychopathy Checklist: Youth Version*. Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Fowles, D.C. (1980). The three arousal model: Implications of Gray's two-factor learning theory for heart rate, electrodermal activity, and psychopathy. *Psychophysiology*, *17*, 87-104. doi: 10.1111/j.1469-8986.1980.tb00117.x
- Fowles, D.C. y Dindo, L. (2006) A dual-deficit model of psychopathy. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy*, (pp. 14-34). New York: Guilford Press.
- Fowles D.C. y Dindo, L. (2009). Temperament and psychopathy: A dual-pathway model. *Current Directions in Psychological Science*, *18*, 179-183. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01632.x
- Frances, A.J. (1980). The DSM-III personality disorders section: A comentary. *The American Journal of Psychiatry*. *137*(9):1050-4. doi: 10.1176/ajp.137.9.1050
- Frick, P.J. y Hare, R.D. (2001). *Antisocial Process Screening Device*. Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Frick, P.J. y Marsee, M.A. (2006). Psychopathy and developmental pathways to antisocial behavior in youth. In C.J. Patrick (Ed.), *The handbook of psychopathy*, (pp. 353–375). New York: Guilford Press.
- Frick, P.J. y Morris, A.S. (2004). Temperament and developmental pathways to conduct problems. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, *43*(1), 36-42. doi: 10.1207/s15374424jccp3301_6
- Frick, P.J., O'Brien, B.S., Wootton, J.M. y McBurnett, K. (1994). Psychopathy and conduct problems in children. *Journal of Abnormal Psychology*. *103*(4), 700-7. doi: 10.1037//0021-843x.103.4.700

- Frick, P.J., Ray, J.V., Thornton, L.C. y Kahn, R.E. (2014). Can callous-unemotional traits enhance the understanding, diagnosis, and treatment of serious conduct problems in children and adolescents? A comprehensive review. *Psychological Bulletin*, 140(1), 1-57. doi: 10.1037/a0033076
- Frick, P.J. y Viding, E. (2009). Antisocial behavior from a developmental psychopathology perspective. *Development and Psychopathology*, 21(4), 1111-1131. doi: 10.1017/s0954579409990071.
- Gao, Y. y Raine, A. (2009). P3 event-related potential impairments in antisocial and psychopathic individuals: a meta-analysis. *Biological Psychology*, 82(3), 199-210 doi: 10.1016/j.biopsycho.2009.06.006
- Gehring, W.J. y Fencsik, D.E. (2001). Functions of the medial frontal cortex in the processing of conflict and errors. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(23), 9430–9437. pmid: 11717376
- Gehring, W.J., Goss, B., Coles, M.G., Meyer, D.E. y Donchin, E. (1993). A neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*, 4, 385-390. doi: 10.1111/j.1467-9280.1993.tb00586.x
- Gehring, W.J., Liu, Y., Orr, J.M. y Carp, J. (2012). The error-related negativity. En S. J. Luck y E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-related Potential Components*, 231-300. New York: Oxford University Press.
- Gentsch A., Ullsperger P. y Ullsperger M. (2009). Dissociable medial frontal negativities from a common monitoring system for self- and externally caused failure of goal achievement. *Neuroimage*, 47(4), 2023-30 doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.05.064
- Gorenstein, E.E. y Newman, J.P (1980). Disinhibitory psychopathology: a new perspective and a model for research. *Psychological Review*, 87(3):301-15. doi: 10.1037/0033-295x.87.3.301
- Groom, M.J. y Cragg, L. (2016). Differential modulation of the N2 and P3 event-related potentials by response conflict and inhibition. *Brain and Cognition*, 97, 1–9. doi: 10.1016/j.bandc.2015.04.004
- Hajcak, G. y Foti, D. (2008). Errors are aversive: Defensive motivation and the error-related negativity: Research report. *Psychological Science*, 19(2), 103–108. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02053.x
- Hajcak, G., McDonald, N. y Simons, R.F. (2004). Error-related psychophysiology and negative affect. *Brain and Cognition*, 56(2), 189–197. doi: 10.1016/j.bandc.2003.11.001
- Hajcak, G., McDonald, N., y Simons, R.F. (2003). Anxiety and error-related brain activity. *Biological Psychology*, 64, 77-90. doi: 10.1016/S0301-0511(03)00103-0

- Hajcak, G., Moser, J.S., Yeung, N. y Simons R.F. (2005), On the ERN and the significance of errors. *Psychophysiology*, 42, 151–160. doi: 10.1111/j.1469-8986.2005.00270.x
- Hajcak, G., Vidal, F., y Simons, R. (2004). Difficulties with easy tasks: ERN/Ne and stimulus component overlap. En M. Ullperger & M. Falkenstein (Eds.), *Errors, conflicts, and the brain: Current opinions on response monitoring*. (pp. 204-2110). Leipzig, Germany: MPI of Cognition Neuroscience.
- Hall, J.R. y Benning, S.D. (2006). The “successful” psychopath: Adaptive and subclinical manifestations of psychopathy in the general population. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of Psychopathy*, (pp. 459-478). New York: The Guilford Press
- Hall, J.R., Benning, S.D. y Patrick, C.J. (2004). Criterion-related validity of the three factor model of psychopathy: Personality, behavior, and adaptive functioning. *Assessment*, 11, 4-16. doi: 10.1177/1073191103261466.
- Hall, J.R., Bernat, E.M. y Patrick C.J. (2007). Externalizing psychopathology and the error-related negativity. *Psychological Science*, 18, 326-333. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01899.x
- Hall, J.R., Drislane, L.E., Patrick, C.J., Morano, M., Lilienfeld, S.O. y Poythress N. (2014). Development and validation of Triarchic construct scales from the psychopathic personality inventory. *Psychological Assessment*, 26(2), 447-461. doi: 10.1037/a0035665
- Hare, R.D. (1965a). Acquisition and generalization of a conditioned-fear response in psychopathic and non-psychopathic criminals. *Journal of Psychology*, 59(2), 367–370. <https://doi.org/10.1080/00223980.1965.10544625>
- Hare, R.D. (1965b). Temporal gradient of fear arousal in psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology*. 70(6), 442-5. doi: 10.1037/h0022775
- Hare, R. D. (1978). Electrodermal and cardiovascular correlates of psychopathy. In R. D. Hare & D. Schalling (Eds.), *Psychopathic behavior: Approaches to research* (pp. 107-142). Chichester, UK: Wiley.
- Hare, R.D. (1980). A research scale for the assessment of psychopathy in criminal populations. *Personality and individual differences*, 1, 11-119. doi: 10.1016/0191-8869(80)90028-8
- Hare, R.D. (1983). Diagnosis of antisocial personality disorder in two prison populations. *American Journal of Psychiatry*, 140(7), 887-90. doi: 10.1176/ajp.140.7.887

- Hare, R.D. (1985). Comparison of procedures for the assessment of psychopathy. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 53, 7-16. doi: 10.1037/0022-006X.53.1.7
- Hare, R. D. (1991). *The Hare Psychopathy Checklist-Revised*. Toronto, Canada: Multi-Health Systems.
- Hare, R.D. (1996). Psychopathy: A clinical construct whose time has come. *Criminal Justice and behavior*, 23, 25-54. doi: 10.1177/0093854896023001004
- Hare, R.D. (2003). *The Hare Psychopathy Checklist-Revised* (2nd ed.). Toronto, ON: Multi-Health Systems. (Adapt. Española, TEA, 2010).
- Hare, R.D., Clark, D., Grann, M. y Thornton D. (2000). Psychopathy and the predictive validity of the PCL-R: An international perspective. *Behavioral Sciences and the Law*, 18(5), 623–645. doi: 10.1002/1099-0798(200010)18:5<623::AID-BSL409>3.0.CO;2-W
- Hare, R.D., Harpur, T.J., Hakstian, A.R., Forth, A.E., Hart, S.D. y Newman, J.P. (1990). The revised Psychopathy Checklist: Reliability and factor structure. *Psychological Assessment*, 2(3), 338–341. doi: 10.1037/1040-3590.2.3.338
- Hare, RD y Neumann, CS. (2005). Structural models of psychopathy. *Current Psychiatry Reports*, 7(1), 57-64. doi: 10.1007/s11920-005-0026-3
- Hare, R.D. y Neumann, C.S. (2006). The PCL-R Assessment of Psychopathy: Development, Structural Properties, and New Directions. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy*, (pp.58-88). New York: Guilford Press.
- Hare, R.D. y Neumann, C.S. (2008). Psychopathy as a clinical and empirical construct. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4, 217-246. doi: 10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091452
- Hare, R.D. y Neumann, C.S. (2010). The role of antisociality in the psychopathy construct: comment on Skeem and Cooke (2010). *Psychological Assessment*, 22(2), 446-54. doi: 10.1037/a0013635
- Harpur, T.J., Hakstian, A.R. y Hare, R.D. (1988). Factor structure of the Psychopathy Checklist. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56, 741-747. doi: 10.1037/0022-006X.56.5.741
- Harpur, T.J., Hare, R.D. y Hakstian A.R. (1989). Two-factor conceptualization of psychopathy: Construct validity and assessment implications. *Psychological Assessment*, 1, 6-17. doi: 10.1037/1040-3590.1.1.6
- Hart, S.D., Cox, D.N. y Hare, R.D. (1995). *Manual for the Psychopathy Checklist: Screening Version (PCL:SV)*. Toronto, ON: Multi-Health Systems.

- Heritage, A.J. y Benning, S.D. (2013). Impulsivity and response modulation deficits in psychopathy: Evidence from ERN and N1. *Journal of Abnormal Psychology*, 122, 215-222. doi: 10.1037/a0030039
- Herpertz, S.C., Wert, h U., Lukas, G., Qunaibi, M., Schuerkens, A., Kunert, H. J., y Sass, H. (2001). Emotion in criminal offenders with psychopathy and borderline personality disorder. *Archives of General Psychiatry*, 58, 737-745. doi: 10.1001/archpsyc.58.8.737
- Herrmann, M.J., Römmler, J., Ehlis, A.C., Heidrich, A. y Fallgatter A.J. (2004). Source localization (LORETA) of the error-related-negativity (ERN/Ne) and positivity (Pe). *Cognitive Brain Research*, 20(2), 294-9. doi: 10.1016/j.cogbrainres.2004.02.013
- Herve H., Yuille J.C. (2007). *The Psychopath: Theory, Research, and Practice*. Mahwah, New York: Lawrence Erlbaum Associates
- Hewig, J., Coles, M.G.H., Trippe, R.H., Hecht, H. y Miltner, W.H.R. (2011). Dissociation of Pe and ERN/Ne in the conscious recognition of an error. *Psychophysiology*, 48(10), 1390–1396. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01209.x
- Hiatt, K.D. y Newman, J.D. (2006). Understanding Psychopathy: The Cognitive Side. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of Psychopathy*, (pp.334-352). New York: Guilford Press.
- Hicks, B.M., Bernat, E., Malone, S.M., Iacono, W.G., Patrick, C.J., Krueger, R.F. y McGue M. (2007). Genes mediate the association between P3 amplitude and externalizing disorders. *Psychophysiology*, 44, 98-105. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00471.x
- Hicks, B.M. y Patrick, C.J. (2006). Psychopathy and negative emotionality: Analyses of suppressor effects reveal distinct relations with emotional distress, fearfulness, and anger-hostility. *Journal of Abnormal Psychology*, 115, 276-287. doi: 10.1037/0021-843X.115.2.276
- Hill, K.E., Samuel, D.B. y Foti, D. (2016). Contextualizing individual differences in error monitoring: Links with impulsivity, negative affect, and conscientiousness. *Psychophysiology*. 53(8):1143-53. doi: 10.1111/psyp.12671
- Holroyd, C.B., Dien, J., y Coles, M.G.H. (1998). Error-related scalp potentials elicited by hand and foot movements: Evidence for an output-independent error-processing system in humans. *Neuroscience Letters*, 242(2), 65–68. doi: 10.1016/S0304-3940(98)00035-4
- Holroyd, C. y Coles, M. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review*, 109(4), 679–709. doi: 10.1037//0033-295X.109.4.679

- Hughes, G. y Yeung, N. (2011). Dissociable correlates of response conflict and error awareness in error-related brain activity. *Neuropsychologia*, *49*(3), 405-415. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.036
- Huster, R.J., Enriquez-Geppert, S., Lavalley, C.F., Falkenstein, M. y Herrmann C.S. (2013). Electroencephalography of response inhibition tasks: Functional networks and cognitive contributions. *International Journal of Psychophysiology*, *87*(3), 217-233. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2012.08.001
- Iacono, W. G., Carlson, S. R., Malone, S. M. y McGue, M. (2002). P3 event-related potential amplitude and the risk for disinhibitory disorders in adolescent boys. *Archives of General Psychiatry*, *59*, 750-757. doi: 10.1001/archpsyc.59.8.750
- Jennings, J.R. (1987). Editorial policy on analyses of variance with repeated measures. *Psychophysiology*, *24*, 474-5. doi: 10.1111/j.1469-8986.1987.tb00320.x
- Jodo, E., Kayama, Y. (1992). Relation of a negative ERP component to response inhibition in a Go/No-go task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* *82*(6):477-82. doi: 10.1016/0013-4694(92)90054-L
- Karpman, B. (1941). On the need for separating psychopathy into two distinct clinical types: Symptomatic and idiopathic. *Journal of Criminology and Psychopathology*, *3*, 112-137
- Karpman, B. (1948). The myth of the psychopathic personality. *American Journal of Psychiatry*, *104*, 523-534. doi: 10.1176/appi.ajp.104.9.523
- Kerns, J.G., Cohen, J.D., MacDonald, A.W. 3rd, Cho, R.Y., Stenger, V.A. y Carter C.S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*(5660):1023-6. doi: 10.1126/science.1089910
- Kiehl, K.A., Smith, A.M., Hare, R.D. y Liddle, P.F. (2000). An event-related potential investigation of response inhibition in schizophrenia and psychopathy. *Biological Psychiatry*, *48*, 210-221. doi: 10.1016/S0006-3223(00)00834-9
- Kim, Y. y Jung, Y.S. (2014). Reduced frontal activity during response inhibition in individuals with psychopathic traits: An sLORETA study. *Biological Psychology*, *97*, 49-59. doi: 10.1016/j.biopsycho.2014.02.004
- Kochanska, G. (1997). Multiple pathways to conscience for children with different temperaments: from toddlerhood to age 5. *Developmental Psychology*, *33*(2), 228-240. doi: 10.1037/0012-1649.33.2.228

- Kopp, B., Mattler U., Goertz, R. y Rist, F. (1996). N2, P3 and the lateralized readiness potential in a nogo task involving selective response priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99(1), 19–27. doi: 10.1016/0921-884X(96)95617-9
- Kopp, B., Rist, F. y Mattler, U. (1996). N200 in the flanker task as a neurobehavioral tool for investigating executive control. *Psychophysiology*, 33(3), 282–294. doi: 10.1111/j.1469-8986.1996.tb00425.x
- Kraepelin, E. (1904). *Psychiatrie: Ein Lehrbuch (7th ed.)*. Leipzig: Germany: BarthPsychiatrie v. 2
- Kraepelin, E. (1915). *Psychiatrie: Ein Kurzes Lehrbuch für Studierende und Ärzte (8th ed.)*. Leipzig, Germany: Barth
- Krakowski, M.I., Foxe, J., de Sanctis, P., Nolan K., Hoptman, M.J., Shope, C., ... y Czobor, P. (2015). Aberrant response inhibition and task switching in psychopathic individuals. *Psychiatry Research*, 229(3), 1017–1023. doi: 10.1016/j.psychres.2015.06.018
- Kramer, M.D., Patrick, C.J., Krueger, R.F. y Gasperi, M. (2012). Delineating physiologic defensive reactivity in the domain of self-report: phenotypic and etiologic structure of dispositional fear. *Psychological Medicine*, 42, 1305-1320. doi: 10.1017/S0033291711002194
- Krueger, R.F. (1999). The structure of common mental disorders. *Archives of General Psychiatry*, 56(10), 921-6. doi: 10.1001/archpsyc.56.10.921
- Krueger, R. F., Hicks, B.M., Patrick, C.J., Carlson, S.R., Iacono, W.G. y McGue, M. (2002). Etiologic connections among substance dependence, antisocial behaviour, and personality: Modeling the externalizing spectrum. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 411-424. doi: 10.1037/0021-843X.111.3.411
- Krueger, R.F., Markon, K.E., Patrick, C.J., Benning, S.D. y Kramer, M. (2007). Linking antisocial behavior, substance abuse, and personality: An integrative quantitative model of the adult externalizing spectrum. *Journal of Abnormal Psychology*, 116, 645-666. doi: 10.1037/0021-843X.116.4.645
- Laming, D. (1979). Autocorrelation of choice-reaction times. *Acta Psychologica*, 43(5), 381-412. doi: 10.1016/0001-6918(79)90032-5
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe : studies of motivation and attention. *American Psychologist* 50, 372–385. doi: 10.1037//0003-066x.50.5.372
- Lang, P. J., Bradley, M. M., y Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review* , 97, 377–395. doi: 10.1037//0033-295x.97.3.377

- LaPierre, D., Braun, C.M. y Hodgins, S. (1995). Ventral frontal deficits in psychopathy: Neuropsychological test findings. *Neuropsychologia*, 33, 139-151. doi: 10.1016/0028-3932(94)00110-B
- Larson, M.J., Baldwin, S.A., Good, D.A. y Fair, J.E. (2010). Temporal stability of the error-related negativity (ERN) and post-error positivity (Pe): the role of number of trials. *Psychophysiology*, 47(6), 1167-71.. doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.01022.x.
- Larson, M.J., Clayson, P.E. y Clawson, A. (2014). Making sense of all the conflict: a theoretical review and critique of conflict-related ERPs. *International Journal of Psychophysiology*, 93(3), 283-97. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2014.06.007
- Leuthold, H. y Sommer, W. (1999). ERP correlates of error processing in spatial S-R compatibility tasks. *Clinical Neurophysiology*, 110(2), 342–357. doi: 10.1016/S1388-2457(98)00058-3
- Levenson, M.R., Kiehl, K.A. y Fitzpatrick, C.M. (1995). Assessing psychopathic attributes in a noninstitutionalized population. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 151-158. doi: 10.1037/0022-3514.68.1.151
- Levenston, G.K., Patrick, C.J., Bradley, M.M. y Lang P.J. (2000). The psychopath as an observer: Emotion and attention in picture processing. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, 373-386. doi: 10.1037/0021-843X.109.3.373
- Lilienfeld, S.O. (1994). Conceptual problems in the assessment of psychopathy. *Clinical Psychology Review*, 14, 17–38. doi: 10.1016/0272-7358(94)90046-9
- Lilienfeld, S.O. (2013). Is psychopathy a syndrome? Commentary on Marcus, Fulton, and Edens. *Personality Disorders*, 4(1), 85–6. doi: 10.1037/a0027544
- Lilienfeld, S.O. y Andrews, B.P. (1996). Development and preliminary validation of a self-report measure of psychopathic personality traits in noncriminal populations. *Journal of Personality Assessment*, 66, 488-524. doi: 10.1207/s15327752jpa6603_3
- Lilienfeld, S.O. y Fowler, K.A. (2006). The self-report assessment of psychopathy: Problems, pitfalls, and promises. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of Psychopathy*, (pp. 107-132). New York: The Guilford Press.
- Lilienfeld, S.O., Patrick, C.J., Benning, S.D., Berg, J., Sellbom, M. y Edens, J.F. (2012). The role of fearless dominance in psychopathy: Confusions, controversies, and clarifications. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 3(3), 327–340. doi: 10.1037/a0026987

- Lilienfeld, S.O., Smith, S.F., Sauvigné, K.C., Patrick, C.J., Drislane, L.E., Lutzman, R.D. y Krueger, R.F. (2016). Is boldness relevant to psychopathic personality? Meta-analytic relations with non-Psychopathy Checklist-based measures of psychopathy. *Psychological Assessment*, 28(10), 1172–1185. doi: 10.1037/pas0000244
- Lilienfeld, S.O., Watts, A.L., Smith, F.S., Berg, J.M. y Lutzman, R. D. (2015). Psychopathy Deconstructed and Reconstructed: Identifying and Assembling the Personality Building Blocks of Cleckley's Chimera. *Journal of Personality*, 83(6), 593–610. doi: 10.1111/jopy.12118
- Lilienfeld, S.O. y Widows, M.R. (2005). *Psychopathic Personality Inventory-Revised (PPI-R) professional manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- López, R. (2010). *Déficit en el sistema motivacional aversivo en psicópatas subclínicos evaluados mediante el Psychopathic Personality Inventory-Revised (PPI-R)*, (Tesis doctoral), Universitat Jaume I, Castellón, España.
- López, R., Poy, R., Patrick, C. J. y Moltó, J. (2013). Deficient fear conditioning and self-reported psychopathy: The role of fearless dominance. *Psychophysiology*, 50, 210-218. doi: 10.1111/j.1469-8986.2012.01493.x
- Lykken, D.T. (1957). A study of anxiety in the sociopathic personality. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 55, 6-10. doi: 10.1037/h0047232
- Lykken, D.T. (1995). *The antisocial personalities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Lynam D.R. y Derefinko K. (2006). Psychopathy and personality. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy*, (pp. 133-155). New York: Guilford.
- Lynam, D.R. y Miller, J.D. (2012). Fearless dominance and psychopathy: A response to Lilienfeld et al. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 3(3), 341–353. doi: 10.1037/a0028296
- Lynam, D.R. y Miller, J.D. (2015). Psychopathy from a Basic Trait Perspective: The Utility of a Five-Factor Model Approach. *Journal of Personality*, 83(6), 611–626. doi: 10.1111/jopy.12132
- Mahmut, M.K., Homewood, J. y Stevenson, R.J. (2008). The characteristics of non-criminals with high psychopathy traits: Are they similar to criminal psychopaths? *Journal of Research in Personality*, 42, 679-692. doi: 10.1016/j.jrp.2007.09.002
- Marcus, D.K., Fulton, J.J. y Edens, J.F. (2013). The two-factor model of psychopathic personality: evidence from the psychopathic personality inventory. *Personality Disorders*, 4(1), 67-76. doi: 10.1037/a0025282

- Marsh, A.A., Finger, E.C., Mitchell, D.G., Reid, M.E., Sims, C., Kosson, D.S., ... y Blair, R.J. (2008). Reduced amygdala response to fearful expressions in adolescents with callous-unemotional traits and disruptive behavior disorders. *American Journal of Psychiatry*, 165, 712-720. doi: 10.1176/appi.ajp.2007.07071145
- Maruo, Y., Schacht, A., Sommer, W. y Masaki, H. (2016). Impacts of motivational valence on the error-related negativity elicited by full and partial errors. *Biological Psychology*, 114, 108–116. doi: 10.1016/j.biopsycho.2015.12.004
- Masaki, H., Tanaka, H., Takasawa, N. y Yamazaki, K. (2001). Error-related brain potentials elicited by vocal errors. *Neuroreport*, 12(9), 1851-1855. doi: 10.1097/00001756-200107030-00018
- Maurer, J.M., Steele, V.R., Cope, L.M., Vincent, G.M., Stephen, J.M., Calhoun, V.D. y Kiehl, K.A. (2016). Dysfunctional error-related processing in incarcerated youth with elevated psychopathic traits. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 19, 70–77. doi: 10.1016/j.dcn.2016.02.006
- Maurer, M., Steele, V.R., Edwards, B.G., Bernat, E.M., Calhoun, V.D. y Kiehl K.A. (2016). Dysfunctional error-related processing in female psychopathy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(7), 1059–1068. doi: 10.1093/scan/nsv070
- McCord, W. y McCord J. (1964). *The psychopath: an essay on the criminal mind*. New York: Van Nostrand
- McCrae, R.R. y Costa, P.T. (1990). *Personality in adulthood*. New York: Guilford
- Meyer A., Riesel, A. y Proudfit, G.H. (2013). Reliability of the ERN across multiple tasks as a function of increasing errors. *Psychophysiology*, 50, 1220-1225. doi: 10.1111/psyp.12132
- Meyer, A., Lerner, M.D., De Los Reyes, A., Laird, R.D. y Hajcak, G. (2017). Considering ERP difference scores as individual difference measures: Issues with subtraction and alternative approaches. *Psychophysiology*. 54(1), 114-122. doi: 10.1111/psyp.12664
- Miller, J.D., Lamkin, J., Maples-Keller, J.L. y Lynam D.R. (2016). Viewing the triarchic model of psychopathy through general personality and expert-based lenses. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 7(3), 247-58. doi: 10.1037/per0000155
- Miller, J.D. y Lynam, D.R. (2012). An examination of the Psychopathic Personality Inventory's nomological network: a meta-analytic review. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 3(3):305-26. doi: 10.1037/a0024567

- Miller, J.D., Lynam, D.R., Widiger, T.A. y Leukefeld C. (2001). Personality disorders as extreme variants of common personality dimensions: Can the Five-Factor Model adequately represent psychopathy? *Journal of Personality*, *69*, 253-276. doi: 10.1111/1467-6494.00144
- Millon, T. (1981). *Disorders of personality: DSM-III: Axis II*. Chichester: Wiley.
- Miltner, W. H. R., Braun, C. H., & Coles, M. G. H. (1997). Event-related brain potentials following incorrect feedback in a time-estimation task: Evidence for a “generic” neural system for error detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*, 788–798. doi: 10.1162/jocn.1997.9.6.788
- Mitchell, D.G., Colledge, E., Leonard, A. y Blair, R.J. (2002). Risky decisions and response reversal: Is there evidence of orbitofrontal cortex dysfunction in psychopathic individuals? *Neuropsychologia*, *40*, 2013-2022. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00056-8
- Moltó, J., Carmona, E., Poy, R., Ávila, C. y Torrubia, R. (1996). Psychopathy Checklist-Revised in Spanish prison populations: Some data on reliability and validity. *Issues in Criminological and Legal Psychology*, *24*, 109-114.
- Moltó, J., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M.C. y Montañés, S. (2007). Response perseveration in psychopaths: Interpersonal/Affective or Social Deviance traits? *Journal of Abnormal Psychology*, *116*, 632-637. doi: 10.1037/0021-843X.116.3.632
- Moltó, J., Poy, R. y Torrubia, R. (2000). Standardization of the Hare Psychopathy Checklist-Revised in a Spanish prison sample. *Journal of Personality Disorders*, *14*, 84-96. doi: 10.1521/pedi.2000.14.1.84
- Morgan, A. B. y Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*, *20*, 113-136. doi: 10.1016/S0272-7358(98)00096-8
- Moser, J.S., Moran, T.P. y Jendrusina, A.A. (2012). Parsing relationships between dimensions of anxiety and action monitoring brain potentials in female undergraduates. *Psychophysiology*, *49*(1), 3-10. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01279.x
- Munro, G.E.S., Dywan J., Harris G.T., McKee S., Unsal A. y Segalowitz S.J. (2007a). ERN varies with degree of psychopathy in an emotion discrimination task. *Biological Psychology*, *76*, 31-42. doi: 10.1016/j.biopsycho.2007.05.004
- Munro, G.E.S., Dywan, J., Harris, G.T., McKee, S., Unsa, I.A. y Segalowitz, S.J. (2007b). Response inhibition in psychopathy: the frontal N2 and P3. *Neuroscience Letters*, *418*(2):149-53 doi: 10.1016/j.jocn_a_00962

- Navarro-Cebrian, A., Knight, R.T. y Kayser, A.S. (2016). Frontal Monitoring and Parietal Evidence: Mechanisms of Error Correction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(8), 1166–1177. doi:10.1162/jocn_a_00962
- Nelson, L.D., Patrick, C.J. y Bernat, E.M. (2011). Operationalizing proneness to externalizing psychopathology as a multivariate psychophysiological phenotype. *Psychophysiology*, 48, 64-72. doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.01047.x
- Nelson, L.D., Strickland, C., Krueger, R.F., Arbisi, P.A. y Patrick, C.J. (2016). Neurobehavioral Traits as Transdiagnostic Predictors of Clinical Problems. *Assessment*, 23(1),75-85. doi: 10.1177/1073191115570110
- Neumann, C.S., Hare, R.D. y Newman, J.P. (2007). The super-ordinate nature of the Psychopathy Checklist-Revised. *Journal of Personality Disorders*, 21, 102-117. doi: 10.1521/pedi.2007.21.2.102
- Neumann, C.S., Hare, R.D. y Pardini D.A. (2015). Antisociality and the Construct of Psychopathy: Data From Across the Globe. *Journal of Personality*, 83(6), 678–692. doi: 10.1111/jopy.12127
- Neumann, C.S., Malterer, M.B. y Newman, J.P. (2008). Factor structure of the Psychopathic Personality Inventory (PPI): findings from a large incarcerated sample. *Psychological Assessment*, 20(2), 169-74. doi: 10.1037/1040-3590.20.2.169
- Newman, J.P. (1998). *Psychopathic Behavior: An Information Processing Perspective*. En D.M. Storf, J. Breiling & J.D. Master (Eds). New York: Wiley.
- Newman, J.P. y Kosson, D.S. (1986). Passive avoidance learning in psychopathic and nonpsychopathic offenders. *Journal of Abnormal Psychology*, 95, 252-256. doi: 10.1037/0021-843X.95.3.252
- Newman, J.P., Patterson, C.M. y Kosson, D.S. (1987). Response perseveration in psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology*, 96, 145-148. doi: 10.1037/0021-843X.96.2.145
- Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G. y Cohen J.D. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus--norepinephrine system. *Psychological Bulletin*, 131(4), 510–532. doi: 10.1037/0033-2909.131.4.510
- Nieuwenhuis, S., De Geus, E.J. y Aston-Jones, G. (2011). The anatomical and functional relationship between the P3 and autonomic components of the orienting response. *Psychophysiology*, 48(2), 162–175. doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.01057.x

- Nieuwenhuis, S., Ridderinkhof, K.R., Blom, J., Band, G.P. y Kok A. (2001). Error-related brain potentials are differentially related to awareness of response errors: evidence from an antisaccade task. *Psychophysiology*, 38(5), 752–760. doi: 10.1111/1469-8986.3850752
- Nieuwenhuis, S., Yeung, N., Van Den Wildenberg, W. y Ridderinkhof, K.R. (2003). Electrophysiological correlates of anterior cingulate function in a go/no-go task: Effects of response conflict and trial type frequency. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3, 17-26. doi: 10.3758/CABN.3.1.17
- Notebaert, W., Houtman, F., Opstal, F.V., Gevers, W., Fias, W. y Verguts, T. (2009). Post-error slowing: an orienting account. *Cognition*. 111(2), 275-9. doi: 10.1016/j.cognition.2009.02.002
- O’Connell, R.G., Dockree, P.M., Bellgrove, M.A., Kelly, S.P., Hester, R., Garavan, H., ... y Foxe, J.J. (2007). The role of cingulate cortex in the detection of errors with and without awareness: A high-density electrical mapping study. *European Journal of Neuroscience*, 25(8), 2571–2579. doi: 10.1111/j.1460-9568.2007.05477.x
- Olivet D.M., Hajcak G. (2008). The error-related negativity (ERN) and psychopathology: Toward an endophenotype. *Clinical Psychology Review*, 28, 1343-1354. doi: 10.1016/j.cpr.2008.07.003
- Olivet, D.M. y Hajcak, G. (2009a). The stability of error-related brain activity with increasing trials. *Psychophysiology*, 46(5), 957–961. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00848.x
- Olivet, D.M. y Hajcak, G. (2009b). Reliability of error-related brain activity. *Brain Research*, 1284, 89–99. doi: 10.1016/j.brainres.2009.05.079
- Olivet, D.M. y Hajcak, G. (2009c). The effect of trial-to-trial feedback on the error-related negativity and its relationship with anxiety. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 9(4), 427–433. doi: 10.3758/CABN.9.4.427
- Overbeek, T.J.M., Nieuwenhuis, S. y Ridderinkhof, K.R. (2005). Dissociable components of error processing: On the functional significance of the Pe vis-a-vis the ERN/Ne. *Journal of Psychophysiology*, 19(4), 319–329. doi: 10.1027/0269-8803.19.4.319
- Pailing, P.E. y Segalowitz, S.J. (2004a). The effects of uncertainty in error monitoring on associated ERPs. *Brain and Cognition*, 56(2) - 215-33. doi: 10.1016/j.bandc.2004.06.005
- Pailing, P.E. y Segalowitz, S.J. (2004b). The error-related negativity as a state and trait measure: motivation, personality, and ERPs in response to errors. *Psychophysiology*, 41(1), 84-95. doi: 10.1111/1469-8986.00124

- Pailing, P.E., Segalowitz, S.J., Dywan, J. y Davies, P. L. (2002). Error negativity and response control. *Psychophysiology*, 39, 198-206. doi: 10.1111/1469-8986.3920198
- Partridge, G.E. (1928). A study of 50 cases of psychopathic personality. *American Psychiatric Association* 84, 953-973. doi: 10.1176/ajp.84.6.953
- Pasion, R., Cruz, A.R. y Barbosa F. (2016). Dissociation of boldness and disinhibition psychopathic traits in ERN modulation. *Personality and Individual Differences*, 95, 6–10. doi: 10.1016/j.paid.2016.02.017
- Pastor, M.C., Moltó J., Vila J., y Lang P.J. (2003). Startle reflex modulation, affective ratings and autonomic reactivity in incarcerated Spanish psychopaths. *Psychophysiology*, 40, 934-938. doi: 10.1111/1469-8986.00111
- Patrick, C.J. (2006a). *Handbook of psychopathy*. New York: Guilford Press.
- Patrick, C.J. (2006b). Back to the future: Cleckley as a guide to the next generation of psychopathy research. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy*, (pp. 91–106). New York: Guilford Press.
- Patrick, C.J. (2007a). Antisocial personality disorder and psychopathy. En W. T. O'Donohue, K. A. Fowler y S. O. Lilienfeld (Eds.), *Personality disorders: Toward the DSM-V* (pp. 109-166). New York: Sage.
- Patrick, C.J. (2007b). Getting to the heart of psychopathy. En H. Hervé y K. Yuille (Eds.), *The psychopath: Theory, research, and practice* (pp. 207-252). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Patrick, C.J. (2010). Operationalizing the Triarchic Conceptualization of Psychopathy: Preliminary Description of Brief Scales for Assessment of Boldness, Meanness, and Disinhibition. Manuscrito sin publicar.
- Patrick, C. J. y Bernat, E. M. (2009). Neurobiology of psychopathy: A two-process theory. En G. G. Berntson y J. T. Cacioppo (Eds.), *Handbook of neuroscience for the behavioral sciences*. New York: John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9780470478509.neubb002057
- Patrick, C.J. y Bernat, E.M. (2010). Neuroscientific foundations of psychopathology. En T. Milton, R. F. Krueger, and E. Simonsen (Eds.), *Contemporary Directions in Psychopathology: Toward the DSM-V*, (pp. 419-452). New York: Guilford Press.
- Patrick, C.J., Bernat, E.M., Malone, S.M., Iacono, W.G., Krueger, R.F. y McGue M. (2006). P300 amplitude as an indicator of externalizing in adolescent males. *Psychophysiology*, 43(1), 84-92. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00376.x

- Patrick, C.J., Bradley, M.M. y Lang P.J. (1993). Emotion in the criminal psychopath: startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology*, 102(1), 82-92.. doi: 10.1037/0021-843X.102.1.82
- Patrick, C.J. y Drislane, L.E. (2015). Triarchic Model of Psychopathy: Origins, Operationalizations, and Observed Linkages with Personality and General Psychopathology. *Journal of Personality*, 83(6):627-43.
- Patrick, C.J., Drislane, L.E. y Strickland, C. (2012). Conceptualizing Psychopathy in Triarchic Terms: Implications for Treatment. *International Journal of Forensic Mental Health*, 11(4), 253–266. doi: 10.1080/14999013.2012.746761
- Patrick, C.J., Durbin, C.E. y Moser, J.S. (2012). Reconceptualizing antisocial deviance in neurobehavioral terms. *Development and Psychopathology*, 24, 1047-1071. doi: 10.1017/S0954579412000533
- Patrick, C.J., Edens, J.F., Poythress, N.G., Lilienfeld, S.O. y Benning S.D. (2006). Construct validity of the psychopathic personality inventory two-factor model with offenders. *Psychological Assessment*, 18(2), 204-8. doi: 10.1037/1040-3590.18.2.204
- Patrick, C.J., Fowles, D.C. y Krueger, R.F. (2009). Triarchic conceptualization of psychopathy: Developmental origins of disinhibition, boldness, and meanness. *Development and psychopathology*, 21, 913-938. doi: 10.1017/S0954579409000492
- Patrick, C.J. y Hajcak, G. (2016). Reshaping clinical science: Introduction to the Special Issue on Psychophysiology and the NIMH Research Domain Criteria (RDoC) initiative. *Psychophysiology*, 53(3), 281–285. doi: 10.1111/psyp.12613
- Patrick, C.J., Hicks, B.M., Krueger, R.F. y Lang, A.R. (2005). Relations between psychopathy facets and externalizing in a criminal offender sample. *Journal of Personality Disorders*, 19, 339-356. doi: 10.1521/pedi.2005.19.4.339
- Patrick, C.J., Kramer, M.D., Krueger, R.F. y Markon, K.E. (2013). Optimizing efficiency of psychopathology assessment through quantitative modeling: development of a brief form of the Externalizing Spectrum Inventory. *Psychological Assessment*, 25(4), 1332-48. doi: 10.1037/a0034864
- Patrick, C.J., Vaidyanathan, U., Benning, S.D., Hicks, B.M. y Kramer, M.D. (2010). Refining measurement of the fearless-dominance component of psychopathy: Development and validation of the Boldness Inventory. *Unpublished manual*, 2010
- Patrick, C.J., Venables, N.C. y Drislane, L.E. (2013). The role of fearless dominance in differentiating psychopathy from antisocial personality disorder: comment on Marcus, Fulton, and Edens. *Personality Disorders*, 4(1), 80–2. doi: 10.1037/a0027173

- Patrick, C.J., Venables, N.C., Yancey, J.R., Hicks, B.M., Nelson, L. D., y Kramer, M.D. (2013). A construct-network approach to bridging diagnostic and physiological domains: application to assessment of externalizing psychopathology. *Journal of Abnormal Psychology*, 122(3), 902–16. doi: 10.1037/a0032807
- Patrick, C.J. y Zempolich, K.A. (1998). Emotion and aggression in the psychopathic personality. *Aggression and Violent Behavior*. Elsevier Science Ltd 3, 303–338. doi: 10.1016/S1359-1789(97)00003-7
- Patterson, C.M. y Newman, J.P. (1993). Reflectivity and learning from aversive events: toward a psychological mechanism for the syndromes of disinhibition. *Psychological Review*, 100(4), 716–36. doi: 10.1037/0033-295X.100.4.716
- Patton, J.H., Stanford, M.S. y Barratt, E.S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *Journal of Clinical Psychology*, 51, 768–774. doi: 10.1002/1097-4679(199511)51:6<768::AID-JCLP2270510607>3.0.CO;2-1
- Perkins, E.R., Yancey, J.R., Drislane, L.E., Venables, N.C., Balsis, S. y Patrick, C.J. (2017). Methodological issues in the use of individual brain measures to index trait liabilities: The example of noise-probe P3. *International Journal of Psychophysiology*, 111, 145–155. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2016.11.012
- Peyk, P., De Cesarei, A. y Junghöfer, M. (2011). Electro Magneto Encephalography Software: overview and integration with other EEG/MEG toolboxes. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1-10. doi: 10.1155/2011/861705
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2128–2148. doi: 10.1016/j.clinph.2007.04.019
- Pontifex, M.B., Scudder, M.R., Brown, M.L., O’Leary, K.C., Wu, C.T., Themanson, J. R., y Hillman, C. H. (2010). On the number of trials necessary for stabilization of error-related brain activity across the life span. *Psychophysiology*, 47(4), 767–773. doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.00974.x
- Porter, S. y Woodworth, M. (2006). Psychopathy and aggression. En C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy*, (pp. 481–494). New York: Guilford Press.
- Potts, G.F. (2011). Impact of reward and punishment motivation on behavior monitoring as indexed by the error-related negativity. *International Journal of Psychophysiology*, 81(3), 324–331. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.07.020

- Potts, G.F, George, M.R, Martin, L.E. y Barratt, E.S. (2006). Reduced punishment sensitivity in neural systems of behavior monitoring in impulsive individuals. *Neuroscience Letters*, 397, 130-134. doi: 10.1016/j.neulet.2005.12.003
- Poy, R., Segarra, P., Esteller, A., López, R. y Moltó, J. (2014). FFM description of the triarchic conceptualization of psychopathy in men and women. *Psychological Assessment*, 26(1), 69-76. doi: 10.1037/a0034642
- Poythress, N.G., Edens, J.F. y Lilienfeld, S.O. (1998). Criterion-related validity of the Psychopathic Personality Inventory in a prison sample. *Psychological Assessment*, 10, 426-430. doi: 10.1037/1040-3590.10.4.426
- Rabbitt, P.M. (1966a). Errors and error correction in choice-response tasks. *Journal of Experimental Psychology*, 71(2), 264-72. doi: 10.1037/h0022853
- Rabbitt, P.M. (1966b). Error correction time without external error signals. *Nature*, 212(5060), 438. doi: 10.1038/212438a0
- Rabbitt, P.M. (1967). Learning to ignore irrelevant information. *The American Journal of Psychology*, 80(1), 1-13. doi: 10.2307/1420536 .
- Rabbitt, P.M. (2002). Consciousness is slower than you think. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 55(4), 1081-92. doi: 10.1080/02724980244000080
- Ribes, P., López, R., Poy, R., Segarra, P., Esteller, A., Fonfría, A., Ventura, C. y Moltó, J. (2011). Evaluación de la psicopatía desde el modelo de los cinco factores de la personalidad. *Fòrum de recerca*, 16, 915-930. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10234/77388>
- Ribes, P., Poy, R., Segarra, P., Esteller, A., López, R., Fonfría, A., Ventura, C. y Moltó, J. (2013). Reduced P300 and the triarchic model of psychopathy: The role of Disinhibition. *Psychophysiology*, 50, S1
- Ribes, P., Poy, R., Segarra, P., Fonfría, A., Esteller, A., Ventura, C. y Moltó, J. (2014). Convergent validity of the ERN across go/nogo and Flanker tasks: methodological issues. *Psychophysiology*, 51, S41.
- Ridderinkhof, K.R., de Vlugt, Y., Bramlage, A., Spaan, M. Elton, M., Snel, J. y Band, G.P.H. (2002). Alcohol consumption impairs detection of performance errors in mediofrontal cortex. *Science*, 298, 2209-2211. doi: 10.1126/science.1076929

- Ridderinkhof, K.R., Ramautar, J.R. y Wijnen, J.G. (2009). To P(E) or not to P(E): a P3-like ERP component reflecting the processing of response errors. *Psychophysiology*, 46(3), 531-8. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00790.x
- Ridderinkhof, K.R., Ullsperger, M., Crone, E.A. y Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306(5695):443-7. doi: 10.1126/science.1100301
- Riesel, A., Weinberg, A., Endrass, T., Kathmann, N. y Hajcak, G. (2012). Punishment has a lasting impact on error-related brain activity. *Psychophysiology*, 49(2), 239–247. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01298.x
- Riesel, A., Weinberg, A., Endrass, T., Meyer, A. y Hajcak, G. (2013). The ERN is the ERN is the ERN? Convergent validity of error-related brain activity across different tasks. *Biological Psychology*, 93(3), 377–385. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.04.007
- Rietdijk, W.J.R., Franken, I.H.A. y Thurik, A.R. (2014). Internal consistency of event-related potentials associated with cognitive control: N2/P3 and ERN/Pe. *PLoS ONE*, 9(7), 3–9. doi: 10.1371/journal.pone.0102672
- Rodriguez-Fornells, A., Kurzbuch, A.R., y Münte, T.F. (2002). Time course of error detection and correction in humans: neurophysiological evidence. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 22(22), 9990–6. Pmid:12427856
- Roger, C., Bénar, C.G., Vidal, F., Hasbroucq, T. y Burle, B. (2010). Rostral Cingulate Zone and correct response monitoring: ICA and source localization evidences for the unicity of correct- and error-negativities. *NeuroImage*, 51(1), 391–403. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.02.005
- Ross, S.R., Benning, S.D., Patrick, C.J., Thompson, A. y Thurston, A. (2009). Factors of the Psychopathic Personality Inventory: Criterion-related validity and relationship to the BIS/BAS and Five-Factor Models of personality. *Assessment*, 16, 71-87. doi: 10.1177/1073191108322207
- Ross, S.R., Moltó, J., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M.C. y Montañés, S. (2007). Gray's model and psychopathy: BIS but not BAS differentiates primary from secondary psychopathy in noninstitutionalized young adults. *Personality and Individual Differences*, 43, 1644-1655. doi: 10.1016/j.paid.2007.04.020
- Roussy, S. y Toupin, J. (2000). Behavioral Inhibition Deficits in Juvenile Psychopaths. *Aggressive Behavior*, 413–424. doi: 10.1002/1098-2337(200011)26:6<413::AID-AB1>3.0.CO;2-Q

- Rueda, M.R., Posner, M.I., Rothbart, M.K. y Davis-Stober, C.P. (2004). Development of the time course for processing conflict: an event-related potentials study with 4 year olds and adults. *BMC Neuroscience*, 5, 39. doi: 10.1186/1471-2202-5-39
- Salekin, RT y Lynam, DR. (2010). *Handbook of Child and Adolescent Psychopathy*. New York: Guilford Press
- Santesso, D.L. y Segalowitz, S. J. (2009). The error-related negativity is related to risk taking and empathy in young men. *Psychophysiology*, 46(1), 143–152. doi: 10.1111/j.1469-8986.2008.00714.x
- Scheffers, M.K. y Coles, M.G.H. (2000). Performance Monitoring in a Confusing World: Error-Related Brain Activity, Judgments of Response Accuracy, and Types of Errors. *Journal of Experimental Psychology*, 26(1), 141–151. doi: 10.1037//0096-1523.26.1.141
- Schneider, K. (1923). Die psychopathischen Persönlichkeiten. En G. Aschaffenburg (Ed.), *Handbuch der Psychiatrie*. Leipzig: Deuticke.
- Schneider, K. (1934). *Die psychopathischen Persönlichkeiten*. (3rd ed.) Leipzig und Wien: Franz Deuticke
- Schroder, H.S., Moran, T.P., Donnellan, M.B. y Moser, J.S. (2014). Mindset induction effects on cognitive control: a neurobehavioral investigation. *Biological Psychology*, 103, 27-37. doi: 10.1016/j.biopsycho.2014.08.004
- Schulreich, S. (2016). Altered Performance Monitoring in Psychopathy: A Review of Studies on Action Selection, Error, and Feedback Processing. *Personality and Impulse Control Disorders*, 3(1), 19–27. doi: 10.1007/s40473-016-0061-x
- Schultz, W. (2002). Getting formal with dopamine and reward. *Neuron*, 36 (2), 241-63. doi: 10.1016/S0896-6273(02)00967-4
- Segalowitz, S.J., Santesso, D.L., Murphy, T.I., Homan, D., Chantzianoniou, D.K. y Khan, S. (2010). Retest reliability of medial frontal negativities during performance monitoring. *Psychophysiology*, 47(2), 260–270. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00942.x .
- Sellbom, M. y Phillips, T.R. (2013). An examination of the triarchic conceptualization of psychopathy in incarcerated and nonincarcerated samples. *Journal of Abnormal Psychology*, 122, 208-214. doi: 10.1037/a0029306
- Sellbom, M. y Verona, E. (2007). Neuropsychological correlates of psychopathic traits in a non-incarcerated sample. *Journal of Research in Personality*, 41, 276-294. doi: 10.1016/j.jrp.2006.04.001

- Sellbom, M., Wygant, D.B. y Drislane, L.E. (2015). Elucidating the Construct Validity of the Psychopathic Personality Inventory Triarchic Scales. *Journal of Personality Assessment*, 97(4), 374-81. doi: 10.1080/00223891.2014.962654
- Shackman, A.J., Salomons, T.V., Slagter, H.A., Fox, A.S., Winter, J.J. y Davidson, R.J. (2011). The integration of negative affect, pain and cognitive control in the cingulate cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(3), 154–167. doi: 10.1038/nrn2994 .
- Shalgi, S., Barkan, I. y Deouell, L. Y. (2009). On the positive side of error processing: Error-awareness positivity revisited. *European Journal of Neuroscience*, 29(7), 1522–1532. doi: 10.1111/j.1460-9568.2009.06690.x
- Shalgi, S. y Deouell, L. (2012). Is any awareness necessary for an Ne? *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1–15. doi: 10.3389/fnhum.2012.00124
- Shenhav, A., Botvinick, M. y Cohen, J. (2013). The expected value of control: An integrative theory of anterior cingulate cortex function. *Neuron*, 79(2), 217–240. doi: 10.1016/j.neuron.2013.07.007
- Sica, C., Drislane, L., Caudek, C., Angrilli, A., Bottesi, G., Cerea, S. y Ghisi, M.. (2015). A test of the construct validity of the Triarchic Psychopathy Measure in an Italian community sample. *Personality and Individual Differences* 82, 163–168. doi: 10.1016/j.paid.2015.03.015
- Simon, J.R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174-176. doi: 10.1037/h0027448
- Skeem, J.L. y Cooke, D.J. (2010a). Is criminal behavior a central component of psychopathy? Conceptual directions for resolving the debate. *Psychological Assessment*, 22, 433-445. doi: 10.1037/a0008512
- Skeem, J.L. y Cooke, D.J. (2010b). One measure does not a construct make: Directions toward reinvigorating psychopathy research – reply to Hare and Neumann (2010). *Psychological Assessment*, 22, 455-459. doi: 10.1037/a0014862
- Skeem, J.L., Johansson, P., Andershed, H., Kerr, M. y Louden, J.E. (2007). Two subtypes of psychopathic violent offenders that parallel primary and secondary variants. *Journal of Abnormal Psychology*, 116, 395–409. doi: 10.1037/0021-843X.116.2.395
- Skeem, J.L., Polaschek, D.L.L., Patrick, C.J. y Lilienfeld, S.O. (2011). Psychopathic personality: Bridging the gap between scientific evidence and public policy. *Psychological Science in the Public Interest, Supplement*, 12, 95-162. doi: 10.1177/1529100611426706

- Smith, J.L., Johnstone, S.J. y Barry, R.J. (2006). Effects of pre-stimulus processing on subsequent events in a warned Go/NoGo paradigm: Response preparation, execution and inhibition. *International Journal of Psychophysiology*, 61(2), 121–133. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2005.07.013
- Sokolov, E.N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. New York: Macmillan Pergamon Press.
- Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L. y Lushene, R.E. (1970). *The State-Trait Anxiety Inventory: Test manual*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Stanley, J.H., Wygant, D.B. y Sellbom, M. (2013). Elaborating on the construct validity of the Triarchic Psychopathy Measure in a criminal offender sample. *Journal of Personality Assessment*, 1-8. doi: 10.1080/00223891.2012.735302
- Steele, V.R., Maurer, J.M., Bernat, E.M., Calhoun, V.D. y Kiehl, K.A. (2016). Error-related processing in adult males with elevated psychopathic traits. *Personality Disorders*, 7(1), 80–90. doi: 10.1037/per0000143
- Steinhauser, M. y Yeung, N. (2010). Decision Processes in Human Performance Monitoring. *Journal of Neuroscience*, 30(46), 15643–15653. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1899-10.2010
- Strickland, C.M., Drislane, L.E., Lucy, M., Krueger, R.F. y Patrick, C.J. (2013). Characterizing psychopathy using DSM-5 personality traits. *Assessment*, 20, 327-338. doi: 10.1177/1073191113486691
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662. doi: 10.1037/h0054651
- Tellegen, A. (1982). *Brief manual for the Multidimensional Personality Questionnaire*. Unpublished manuscript, University of Minnesota, Minneapolis.
- Themanson, J.R., Pontifex, M.B., Hillman, C.H. y McAuley, E. (2011). The relation of self-efficacy and error-related self-regulation. *International Journal of Psychophysiology*, 80(1), 1-10. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.01.005
- Themanson, J.R., Rosen, P.J., Pontifex, M.B., Hillman, C.H. y McAuley, E. (2012). Alterations in error-related brain activity and post-error behavior over time. *Brain and Cognition*, 80(2), 257–265. doi: 10.1016/j.bandc.2012.07.003
- Torpey, D.C., Hajcak, G., Kim, J., Kujawa, A. y Klein, D.N. (2012). Electrocortical and behavioral measures of response monitoring in young children during a Go/No-Go task. *Developmental Psychobiology*, 54(2), 139-50. doi: 10.1002/dev.20590

- Torrubia, R., Ávila, C., Moltó, J. y Caseras, X. (2001) The Sensitivity to Punishment and Sensitivity to Reward Questionnaire (SPSRQ) as a measure of Gray's anxiety and impulsivity dimensions. *Personality and Individual Differences*, 31, 837-862. doi: 10.1016/S0191-8869(00)00183-5
- Ullsperger, M., Danielmeier, C., y Jocham, G. (2014). Neurophysiology of performance monitoring and adaptive behavior. *Physiological Reviews*, 94 (1), 35-79. doi: 10.1152/physrev.00041.2012
- Ullsperger, M., Fischer, A. G., Nigbur, R., y Endrass, T. (2014). Neural mechanisms and temporal dynamics of performance monitoring. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(5), 259–267. doi: 10.1016/j.tics.2014.02.009
- Ullsperger, M., Harsay, H.A., Wessel, J.R. y Ridderinkhof, K.R. (2010). Conscious perception of errors and its relation to the anterior insula. *Brain Structure and Function*, 214(5), 629-643. doi: 10.1007/s00429-010-0261-1
- Ullsperger, M. y von Cramon, D.Y. (2006). How does error correction differ from error signaling? An event-related potential study. *Brain Research*, 1105, 102-109. doi: 10.1016/j.brainres.2006.01.007
- Vaidyanathan, U., Hall, J., Patrick, C.J. y Bernat, E.M. (2011). Clarifying the role of defensive reactivity deficits in psychopathy and antisocial personality using startle reflex methodology. *Journal of Abnormal Psychology*, 120, 253-258. doi: 10.1037/a0021224
- Vaidyanathan, U., Nelson, L.D. y Patrick, C.J. (2012). Clarifying domains of internalizing psychopathology using neurophysiology. *Psychological Medicine*, 42, 447–459. doi: 10.1017/S0033291711001528
- Vaidyanathan, U., Patrick, C.J. y Cuthbert, B.N. (2009). Linking dimensional models of internalizing psychopathology to neurobiological systems: Affect-modulated startle as an indicator of fear and distress disorders and affiliated traits. *Psychological Bulletin*, 135, 909-942. doi: 10.1037/a0017222
- Vanman, E.J., Mejia V.Y., Dawson M.E., Schell A.M. y Raine, A. (2003). Modification of the startle reflex in a community sample: do one or two dimensions of psychopathy underlie emotional processing?. *Personality and Individual Differences* 35(8), 2007-2021. doi: 10.1016/s0191-8869(03)00052-7
- van Noordt, S.J. y Segalowitz, S.J. (2012). Performance monitoring and the medial prefrontal cortex: a review of individual differences and context effects as a window on self-regulation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 197. doi: 10.3389/fnhum.2012.00197
- van Veen, V. y Carter, C. S. (2002a). The timing of action-monitoring processes in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(4), 593–602. doi: 10.1162/08989290260045837

- Van Veen, V. y Carter, C. S. (2002b). The anterior cingulate as a conflict monitor: FMRI and ERP studies. *Physiology and Behavior*, 77(4–5), 477–482. doi: 10.1016/s0031-9384(02)00930-7
- Vasey M.W. y Thayer J.F. (1987). The continuing problem of false positives in repeated measures ANOVA in psychophysiology: a multivariate solution. *Psychophysiology*, 24(4), 479-86. doi: 10.1111/j.1469-8986.1987.tb00324.x
- Veit, R., Konicar, L., Klinzing, J.G., Barth, B., Yilmaz, O. y Birbaumer, N. (2013). Deficient fear conditioning in psychopathy as a function of interpersonal and affective disturbances. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 706. doi: 10.3389/fnhum.2013.00706
- Venables, N.C., Hall, J.R. y Patrick, C.J. (2014), Differentiating psychopathy from antisocial personality disorder: a triarchic model perspective. *Psychological Medicine*, 44(5):1005-13. doi: 10.1017/S003329171300161X
- Venables, N.C. y Patrick, C.J. (2012). Validity of the Externalizing Spectrum Inventory in a criminal offender sample: Relations with disinhibitory psychopathology, personality, and psychopathic features. *Psychological Assessment*, 24, 88-100. doi: 10.1037/a0024703
- Venables, N.C. y Patrick, C.J. (2014). Reconciling discrepant findings for P3 brain response in criminal psychopathy through reference to the concept of externalizing proneness. *Psychophysiology*, 51(5), 427–436. doi: 10.1111/psyp.12189
- Verona, E. y Patrick, C.J. y Joiner, T.E. (2001). Psychopathy, antisocial personality, and suicide risk. *Journal of Abnormal Psychology*, 110, 462-470. doi: 10.1037/0021-843X.110.3.462
- Vidal, F., Burle, B., Bonnet, M., Grapperon, J. y Hasbroucq, T. (2003). Error negativity on correct trials: A reexamination of available data. *Biological Psychology*, 64(3), 265–282. doi: 10.1016/S0301-0511(03)00097-8
- Vidal, F., Hasbroucq, T., Grapperon, J. y Bonnet, M. (2000). Is the “error negativity” specific to errors? *Biological Psychology*, 51(2), 109–128. doi: 10.1016/s0301-0511(99)00032-0
- Vilà-Balló, A., Hdez-Lafuente, P., Rostan, C., Cunillera, T. y Rodríguez-Fornells, A. (2014). Neurophysiological correlates of error monitoring and inhibitory processing in juvenile violent offenders. *Biological Psychology*, 102, 141-52. doi: 10.1016/j.biopsycho.2014.07.021
- Von Borries, A.K.L., Brazil, I.A., Bulten, B.H., Buitelaar, J.K., Verkes, R.J. y de Bruijn, E.R.A. (2010). Neural correlates of error-related learning deficits in individuals with psychopathy. *Psychological Medicine*, 40, 1559-1568. doi: 10.1017/S0033291709992017

- Wall, T.D., Wygant, D.B. y Sellbom, M. (2015). Boldness Explains a Key Difference Between Psychopathy and Antisocial Personality Disorder. *Psychiatry, Psychology and Law*, 22(1), 94–105. doi: 10.1080/13218719.2014.919627
- Weinberg, A., Dieterich, R. y Riesel, A. (2016). Error-related brain activity in the age of RDoC: A review of the literature. *International Journal of Psychophysiology*, 98(2), 276-299. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2015.02.029
- Weinberg, A. y Hajcak, G. (2011). Longer term test-retest reliability of error-related brain activity. *Psychophysiology*, 48(10), 1420–1425. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01206.x
- Weinberg, A., Meyer, A., Hale-Rude, E., Perlman, G., Kotov, R., Klein, D.N. y Hajcak, G. (2016). Error-related negativity (ERN) and sustained threat: Conceptual framework and empirical evaluation in an adolescent sample. *Psychophysiology*, 53(3), 372-85. doi: 10.1111/psyp.12538
- Weinberg, A., Riesel, A. y Hajcak, G. (2012). Integrating multiple perspectives on error-related brain activity: The ERN as a neural indicator of trait defensive reactivity. *Motivation and Emotion*, 36(1), 84–100. doi: 10.1007/s11031-011-9269-y
- Wessel, J. R. (2012). Error awareness and the error-related negativity: evaluating the first decade of evidence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1–16. doi: 10.3389/fnhum.2012.00088
- Wessel, J.R., Danielmeier, C. y Ullsperger, M. (2011). Error awareness revisited: accumulation of multimodal evidence from central and autonomic nervous systems. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(10), 3021-36. doi: 10.1162/jocn.2011.21635
- White, S.F. y Frick, P.J. (2010). Callous-unemotional traits and their importance to causal models of severe antisocial behavior in youth. En Randall T. Salekin, Donald R. Lynam (Eds.), *Handbook of child and adolescent psychopathy*, (pp. 135-155). New York: Guilford Press
- Williams, K.M., Paulhus, D.L. y Hare, R.D. (2007). Capturing the four-factor structure of psychopathy in college students via self-report. *Journal of Personality Assessment*, 88, 205-219. doi: 10.1080/00223890701268074
- Yancey, J.R., Venables, N.C., Hicks, B.M. y Patrick, C.J. (2013). Evidence for a heritable brain basis to deviance-promoting self-control. *Journal of Criminal Justice*, 41, 309-317. doi: 10.1016/j.jcrimjus.2013.06.002
- Yancey, J.R., Venables, N.C. y Patrick, C.J. (2016). Psychoneurometric operationalization of threat sensitivity: Relations with clinical symptom and physiological response criteria. *Psychophysiology*, 53(3), 393–405. doi: 10.1111/psyp.12512

- Yeung, N., Botvinick, M.M. y Cohen, J.D. (2004). The neural basis of error detection: conflict monitoring and the error-related negativity. *Psychological Review*, 111(4), 931-59. doi: 10.1037/0033-295X.111.4.931
- Yeung, N. y Cohen, J.D. (2006). The impact of cognitive deficits on conflict monitoring. Predictable dissociations between the error-related negativity and N2. *Psychological Science*, 17(2), 164-71. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01680.x
- Yeung, N., Ralph, J. y Nieuwenhuis, S. (2007). Drink alcohol and dim the lights: The impact of cognitive deficits on medial frontal cortex function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 347-355. doi: 10.3758/CABN.7.4.347
- Young, S.E., Friedman, N.P., Miyake, A., Willcutt, E.G., Corley, R.P., Haberstick, B.C. y Hewitt, J.K. (2009). Behavioral disinhibition: liability for externalizing spectrum disorders and its genetic and environmental relation to response inhibition across adolescence. *Journal of Abnormal Psychology*, 118(1), 117-30. doi: 10.1037/a0014657
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge: Cambridge University Press.