

**Universidad de Granada**

Facultad de Psicología

**Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico**



# **COMPONENTES PERIFÉRICOS Y CENTRALES DE LA ATENCIÓN Y LAS RESPUESTAS DEFENSIVAS**

**Tesis Doctoral**

Presentada por:

**Pedro M. Guerra Muñoz**

Dirigida por:

**D. Jaime Vila Castellar**



## **INFORME DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS**

D. Jaime Vila Castellar, Catedrático de Personalidad, Evaluación y Tratamiento  
Psicológico de la Universidad de Granada

CERTIFICA: Que la presente Tesis Doctoral titulada **Componentes periféricos y  
centrales de la atención y las respuestas defensivas** ha sido realizada por

D. Pedro M. Guerra Muñoz bajo mi dirección y cumple los requisitos de  
calidad y originalidad para su defensa.

Y para que conste expido el presente certificado en Granada a 17 de Marzo de  
2007.

Fdo: Jaime Vila Castellar

# Índice General

|  | <b>Páginas</b> |
|--|----------------|
| <b>Presentación.....</b>   | <b>9</b>       |
| <b>Capítulo I. La Atención dentro del marco de la Psicología.....</b>                      | <b>11</b>      |
| 1. Marco Histórico.....  | 14             |
| 1.1. Fenomenología.....  | 14             |
| 1.2. Análisis Teórico.....   | 16             |
| 1.3. Investigación Empírica.....   | 17             |
| 1.4. Los orígenes de la Psicología actual de la Atención.....                              | 19             |
| 1.5. La Atención dentro del Paradigma Conductista.....                                     | 20             |
| 1.6. La Psicología Cognitiva.....  | 21             |
| 1.6.1. Los Modelos Estructurales.....  | 22             |
| 1.6.1.1. Modelos de Selección Temprana.....  | 23             |
| 1.6.1.2. Modelos de Selección Tardía.....  | 25             |
| 1.6.1.3. Modelos de Filtro Flexible.....   | 27             |
| 1.6.2. La metáfora del ordenador.....  | 28             |
| 1.6.3. Las propuestas de Lavie y Tsal (1994) y Pashler (1998).....                         | 28             |
| 1.6.3.1. El Modelo de Lavie y Tsal.....  | 29             |
| 1.6.3.2. El Modelo de Pashler.....   | 30             |
| 1.6.4. La atención dentro del marco de la Neurociencia Cognitiva.....                      | 32             |
| 1.6.4.1. La teoría de las redes atencionales de Posner.....                                | 33             |
| 1.6.5. La Tradición Psicofisiológica.....  | 37             |
| 1.6.5.1. Orientación.....  | 37             |
| 1.6.5.2. Actitud Atencional.....   | 42             |
| 1.6.5.3. Selectividad.....   | 46             |
| 1.6.5.4. Esfuerzo.....   | 49             |
| 1.6.5.5. Medidas autonómicas y centrales de procesamiento cognitivo.....                   | 52             |
| 2. El estudio combinado de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo..... | 56             |
| <b>Capítulo II. Conceptualización de la Respuesta Cardíaca de Defensa.....</b>             | <b>61</b>      |
| 1. Interpretación cognitiva de los cambios en tasa cardíaca.....                           | 62             |
| 2. La Respuesta Cardíaca de Defensa: perspectivas actuales.....                            | 64             |
| 2.1. Forma de la Respuesta.....  | 65             |

|  |    |
|--|----|
| 2.2. Características del estímulo evocador de la RCD.....  | 67 |
| 2.3. Habituaación de la respuesta.....   | 69 |
| 2.4. Diferencias individuales y de género.....   | 71 |
| 2.5. Significaaión fisiológica.....  | 73 |
| 2.6. Significaaión psicológica.....  | 75 |
| 2.7. Modulaación de la Respuesta Cardiacaa de Defensa.....   | 76 |
| 2.7.1. Modulaación emocional de la Respuesta Cardiacaa de Defensa.....                                   | 76 |
| 2.7.2. Modulaación atencional de la Respuesta Cardiacaa de Defensa.....                                  | 79 |
| 3. Mecanismos neurofisiológicos de la modulaación emocional y atencional de los reflejos defensivos..... | 81 |

### **Capítulo III. La Emoción y los Reflejos Defensivos: El Modelo De Lang.....85**

|   |     |
|---|-----|
| 1. El estudio científico de la emoción.....   | 85  |
| 2. Contexto emocional: el IAPS ( <i>International Affective Picture System</i> ).....                       | 89  |
| 3. Correlatos fisiológicos y conductuales del procesamiento de imágenes afectivas.....                      | 95  |
| 4. El Reflejo Motor de Sobresalto.....  | 98  |
| 5. Estructuras neurofisiológicas que controlan la potenciaación e inhibición del Reflejo de Sobresalto..... | 102 |

### **Capítulo IV. El Ritmo Alfa.....105**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Origen de la actividad rítmica cerebral.....  | 106 |
| 2. Caracterizaación de las oscilaciones en el EEG: espontáneas, inducidas, evocadas..... | 108 |
| 2.1. Oscilaciones Delta y Theta.....   | 109 |
| 2.2. Oscilaciones Beta.....  | 109 |
| 2.3. Oscilaciones Gamma.....   | 110 |
| 2.4. Oscilaciones Alfa.....  | 110 |
| 3. Cambios tónicos en actividad Alfa.....  | 112 |
| 3.1. Cambios en frecuencia relacionados con la edad.....                                 | 112 |
| 3.2. Cambios en la potencia de Alfa relacionados con la edad.....                        | 113 |
| 3.3. Cambios en la reactividad de Alfa relacionados con la edad.....                     | 114 |
| 3.4. Cambios en la potencia de Alfa durante el ciclo sueño-vigilia.....                  | 115 |
| 4. Cambios fásicos en actividad Alfa.....  | 116 |
| 4.1. Cambios en la actividad Alfa en tareas de memoria.....                              | 116 |
| 4.2. Cambios en la actividad Alfa relacionados con la atención.....                      | 119 |
| 4.3. Cambios en la actividad Alfa y conciencia visual.....                               | 120 |

### **Capítulo V. Objetivos e Hipótesis de la investigaación.....121**

|  |            |
|--|------------|
| 1. Objetivos e hipótesis.....  | 121        |
| <i>Estudio 1: Índices electrocorticales y cardiacos de procesamiento cognitivo.....</i>                              | <i>122</i> |
| <i>Estudio 2: Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales(Ruido Blanco) I.....</i>  | <i>126</i> |
| <i>Estudio 3: Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales(Ruido Blanco) II.....</i> | <i>128</i> |

**Capítulo VI. Primer Estudio: Índices electrocorticales y cardiacos de procesamiento cognitivo.....129**

|   |     |
|---|-----|
| 1. METODOLOGÍA.....                               | 129 |
| 1.1. Participantes.....                           | 129 |
| 1.2. Diseño.....                                  | 129 |
| 1.3. Tareas.....                                  | 130 |
| 1.4. Aparatos e Instrumentos.....                 | 132 |
| 1.5. Variables Dependientes.....                  | 133 |
| 1.6. Procedimiento.....                           | 135 |
| 1.7. Análisis.....                                | 137 |
| 2. RESULTADOS.....                                | 138 |
| 2.1. Potenciales Evocados.....                    | 138 |
| 2.2. Tasa Cardíaca.....                           | 150 |
| 2.3. Correlaciones entre EEG y Tasa Cardíaca..... | 157 |
| 2.4. Resumen de los resultados.....               | 161 |

**Capítulo VII. Segundo Estudio: Respuestas defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.....165**

|   |     |
|---|-----|
| 1. METODOLOGÍA.....                     | 165 |
| 1.1. Participantes.....                 | 165 |
| 1.2. Diseño.....                        | 165 |
| 1.3. Tarea Experimental.....            | 166 |
| 1.4. Aparatos e Instrumentos.....       | 166 |
| 1.5. Variables Dependientes.....        | 167 |
| 1.6. Procedimiento.....                 | 170 |
| 1.7. Análisis.....                      | 172 |
| 2. RESULTADOS.....                      | 173 |
| 2.1. Respuesta Cardíaca de Defensa..... | 173 |
| 2.2. Reflejo Motor de Sobresalto.....   | 178 |
| 2.3. Conductancia Eléctrica.....        | 179 |
| 2.4. EEG.....                           | 182 |

|   |            |
|---|------------|
| 2.5. Resumen de los Resultados.....   | 186        |
| <b>Capítulo VIII. Tercer Estudio: Respuestas defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.....</b> | <b>189</b> |
| 1. METODOLOGÍA.....   | 189        |
| 1.1. Participantes.....   | 189        |
| 1.2. Diseño.....  | 189        |
| 1.3. Tarea Experimental.....  | 190        |
| 1.4. Aparatos e Instrumentos.....   | 190        |
| 1.5. Variables Dependientes.....  | 191        |
| 1.6. Procedimiento.....   | 192        |
| 1.7. Análisis.....  | 192        |
| 2. RESULTADOS.....  | 193        |
| 2.1. Respuesta Cardíaca de Defensa.....   | 193        |
| 2.2. Reflejo Motor de Sobresalto.....   | 199        |
| 2.3. Conductancia Eléctrica.....  | 200        |
| 2.4. EEG.....   | 206        |
| 2.5. Resumen de los resultados.....   | 211        |
| <b>Capítulo IX. Discusión General y Conclusiones.....</b>   | <b>213</b> |
| 1. Principales resultados obtenidos en los estudios realizados.....   | 214        |
| 1.1. Índices electrocorticales y cardíacos de procesamiento cognitivo.....  | 214        |
| Confirmación de hipótesis.....  | 215        |
| 1.2. Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.....                                   | 216        |
| Confirmación de hipótesis.....  | 217        |
| 1.3. Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.....                                  | 218        |
| Confirmación de hipótesis.....  | 219        |
| 2. Implicaciones teóricas y metodológicas.....  | 220        |
| 2.1. Orientación.....   | 220        |
| 2.2. Actitud Atencional.....  | 221        |
| 2.3. Esfuerzo.....  | 221        |
| 2.4. Características del estímulo evocador de la RCD.....   | 222        |
| 2.5. Habituaón de la respuesta.....   | 224        |
| 2.6. Diferencias en la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto.....  | 226        |
| 2.7. Actividad Alfa y Respuesta Cardíaca de Defensa.....  | 227        |
| 3. Limitaciones y Perspectivas Futuras.....   | 229        |
| 4. Conclusiones.....  | 231        |

**Bibliografia.....233**

**Anexos.....269**





# PRESENTACIÓN

El objetivo del presente trabajo de investigación ha sido combinar medidas fisiológicas periféricas y centrales en dos ámbitos: por un lado, el estudio de los procesos atencionales haciendo especial hincapié en la conveniencia de proporcionar métodos de análisis que optimicen la comparación de ambos tipos de medida; por otro, el estudio de procesos motivacionales y emocionales implicados en las reacciones defensivas.

El trabajo se estructura en torno a nueve capítulos. En los cuatro primeros se realiza una revisión de los cuatro temas que centran la parte más teórica de la investigación: la atención, los reflejos defensivos, el modelo de Lang y el ritmo alfa. El capítulo quinto plantea los objetivos e hipótesis para cada uno de los tres estudios realizados.

Los capítulos sexto, séptimo y octavo recogen la metodología y los resultados de estos tres estudios, cada uno centrado en:

1. Índices electrocorticales y cardiacos de procesamiento cognitivo.
2. Respuestas defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.
3. Respuestas defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.

El último capítulo resume los resultados obtenidos, plantea confirmación o rechazo de hipótesis y discute las implicaciones teóricas y metodológicas de la investigación, señalando las limitaciones y las perspectivas futuras.



## **CAPÍTULO PRIMERO**

# **La atención dentro del marco de la Psicología**

Probablemente uno de los términos más ligados a la propia historia de la Psicología sea el de atención (Tudela, 1992; Lupiáñez, 1999). Sin embargo, lejos de constituir un vocablo inequívoco, el concepto de atención siempre ha llevado consigo la asunción de una serie de problemas que, en el mejor de los casos, ha supuesto tal diversidad de acepciones que, hoy en día, cualquier investigador que desee estudiar alguno de los múltiples aspectos relacionados con dicho término se verá enfrentado en un primer momento a lo que para muchos autores ha supuesto un motivo de “rechazo”: su propia delimitación conceptual (Johnston y Dark, 1986; Styles, 1997). Quizá el problema guarde relación con la famosa aseveración de William James (1890) “todo el mundo sabe lo que es la atención”. Nuestro lenguaje cotidiano está lleno de ejemplos en los que utilizamos la palabra “atención” sin que ello conlleve, al menos aparentemente, sentimiento de confusión alguno. Por el contrario, hablamos sobre la atención como si su existencia fuese un hecho indiscutible y cuyo conocimiento parece estar bien estructurado. Este conjunto de ideas acerca de lo que significa atención y que, aplicado en un sentido más amplio, se ha dado en denominar “psicología popular”, constituyó el punto de inicio para los pioneros de la Psicología del siglo XIX, incluyendo a Oswald Külpe, Edward Titchener y William James. Sin embargo, ¿a qué nos referimos exactamente cuando hablamos, en sentido popular, de atención? Según Pashler (1998), dos son los aspectos que caracterizan la forma en que las personas

aluden a dicho término: selectividad y limitación de capacidad, descansando ambos en una serie de hechos que se dan de forma innegable en la realidad cotidiana: por una parte, de todos los estímulos presentes en una situación determinada sólo tenemos conciencia de una parte de los mismos y, por otra, dicho proceso de selección no sólo influye en nuestros estados mentales sino también en los comportamientos que emitimos. El segundo aspecto al que alude el uso coloquial del término atención es el de nuestra limitación para llevar a cabo varias operaciones mentales al mismo tiempo. Desde la psicología popular también se hace hincapié en el carácter voluntario de la atención: es el sujeto el que decide dirigir o no su atención a un estímulo, una actividad o un comportamiento.

En ocasiones, sin embargo, la atención es capturada sin que medie ningún acto de elección voluntario, incluso cuando tenemos la intención contraria. Es lo que se conoce como distracción. Otra de las ideas que se desprenden desde esta concepción es la referente al nivel de ejecución en una tarea: asumimos que prestar atención a una actividad supone una mejora en su ejecución. Esto normalmente es cierto, salvo para aquellas actividades o tareas en las que el nivel de automaticidad es muy alto. En este caso, lo que llamamos atención no sólo no ayuda sino que, incluso, puede llegar a interferir seriamente con lo que intentamos llevar a cabo. En cualquier caso, los aspectos de selectividad y limitación de capacidad no son los únicos recogidos por la psicología popular. Cuestiones tales como el esfuerzo (que, en términos coloquiales se identifica con la “atención” demandada por una tarea) o la disposición perceptiva (tendencia a la detección de un cambio estimular en función de nuestras expectativas), también quedan recogidos. Pero ¿por qué es importante tener en cuenta la noción popular acerca de la atención? Siguiendo a Pashler (1998), el modo en que planteamos el estudio de la atención tiene su punto de partida en todas estas concepciones dando lugar a una serie de consecuencias. La primera de ellas es el uso del término atención como constructo teórico para explicar una serie de fenómenos que abarcan desde los propiamente perceptivos a los de carácter motor (Neumann, 1996). Asumimos que tras la palabra atención hay una entidad correspondiente –lo que desde la Filosofía se ha denominado “reificación”. Este empleo del término atención deriva en un segundo problema: la dificultad para formular preguntas adecuadas acerca de la atención sin llegar a confundirla con cuestiones referentes al procesamiento perceptivo, motor o central como

tales (Neumann, 1996). Por último, dado que la atención se relaciona con múltiples aspectos de la actividad psíquica, es lícito cuestionarse su propia existencia en tanto que entidad (Pashler, 1998).

En cualquier caso, lo cierto es que, como apuntábamos al principio, el concepto de atención ha sido central en el desarrollo de la Psicología. Tanto es así, que incluso hay autores que establecen un paralelismo entre la historia de la atención y la historia de la Psicología (Tudela, 1992).

En el presente trabajo de investigación se revisarán las distintas posiciones teóricas en torno a la atención haciendo especial hincapié en lo referente al tratamiento que se ha dado desde la perspectiva psicofisiológica, analizando las principales aportaciones desde paradigmas que han usado preferentemente medidas centrales de procesamiento cognitivo (EEG, ERPs) así como los que han empleado medidas de carácter periférico (Tasa Cardíaca, Conductancia Eléctrica de la piel). Seguidamente se discutirá la necesidad de unir estas dos líneas de investigación y de combinar el registro de los denominados Potenciales Evocados y Tasa Cardíaca para que puedan aportar información comparable en la misma escala temporal, superando así las dificultades inherentes a la conjunción de ambos tipos de índices. Por último, se presentarán los datos de un primer estudio realizado para comprobar la viabilidad de la combinación de estas dos técnicas.

## **1. Marco Histórico**

Para entender la evolución de lo que hoy estudiamos bajo el nombre de “atención” resulta preciso considerar varios niveles de análisis: a) descripciones fenomenológicas -desde la Antigüedad Clásica hasta el s. XVII-, b) formulación de las grandes posiciones teóricas -finales del s. XVIII- y c) establecimiento de las principales áreas de investigación experimental -finales del s. XIX- (Hatfield, 1998).

## 1.1. Fenomenología

Las primeras descripciones de las características principales de la atención se remontan al pensamiento griego y pueden rastrearse en el pensamiento romano y europeo. Las ideas precursoras del concepto actual de focalización de la atención y claridad de los estímulos atendidos se atribuyen a Aristóteles y Lucretius (s. I a.C.) (Neumann, 1971; Hatfield, 1998). En el caso de Aristóteles, quien, por otra parte, no habla explícitamente de atención, lo que se plantea es si resulta posible percibir dos objetos simultáneamente en una única respuesta perceptiva y, por extensión, cuál es el alcance de nuestra conciencia sensorial (*sensory awareness*).

La división entre orientación voluntaria y orientación involuntaria encuentra su reflejo en los trabajos de Lucretius y Agustino de Hipona (354-430), respectivamente. En el primer caso, Lucretius plantea que existen dos formas básicas de dirigir activamente nuestra atención: a través de un proceso de anticipación de ocurrencia del estímulo (lo que supone una descripción temprana del efecto de *priming*) y a través de la respuesta motora de dirigir los órganos sensoriales hacia la fuente de estimulación. Agustino de Hipona reconoce la posibilidad de que la atención puede dirigirse de forma involuntaria. Descartes (1596-1650) aborda también esa cuestión, aunque quizá de manera más explícita, al hablar de fijación voluntaria frente a orientación involuntaria. En su caso, se asume que existe un equilibrio entre uno y otro aspecto, indicando que, dentro de ciertos límites, podemos mantener nuestra atención fija en un punto, pero que dichos límites pueden rebasarse por la ocurrencia de estímulos intensos y, presumiblemente, por aquellos que son notoriamente novedosos.

Más recientemente, Charles Bonnet (1769) menciona de manera específica cómo la atención incrementa la percepción de un objeto aumentando la sensibilidad de los órganos sensoriales, anticipando explicaciones fisiológicas del mecanismo atencional. Por último, dentro del ámbito fenomenológico de la atención, encontramos alusiones referentes al papel que juegan los factores motivacionales en Lucretius (de forma implícita quizás, al hablar de la preparación mental), Agustino de Hipona (cuando menciona la dirección voluntaria de la

atención), en la discusión de Descartes sobre la fijación atencional y en Leibniz (1646-1716).

Todas las descripciones comentadas hasta ahora guardan una característica común: están exentas de un cuerpo teórico que posibilite la formulación de mecanismos explicativos o estructuras que den cuenta de los fenómenos atencionales observados. No es hasta el s. XVIII, con el desarrollo de la Psicología como disciplina independiente, cuando la atención se somete a un análisis teórico sistemático (Hatfield, 1998).

## **1.2. Análisis Teórico**

El contexto teórico que se estableció en la Psicología del s. XVIII condicionó y controló la Psicología desarrollada por autores como Wundt, Titchener y el propio James, proporcionando, además, el marco para la psicología del s. XX (Hatfield, 1998). Para entender la eclosión de literatura psicológica sobre la atención en el s. XVIII, debemos remitirnos, en primer lugar, al trabajo pionero de Wolff que supuso la introducción de la atención como un tema importante en los manuales de psicología. En su obra, Wolff distingue varias dimensiones en las que la atención admite grados –como intensidad, longevidad (o, de forma más actual, duración), extensión (se puede prestar atención a más de un objeto al mismo tiempo), y control voluntario.

La gran proliferación de literatura sobre la atención que hemos mencionado al inicio de este apartado fue recogida por Braunschweiger (1899). Este trabajo supone la primera clasificación de categorías teóricas en torno al concepto de atención, y podemos encontrar correspondencias claras con clasificaciones actuales (p.e. Johnston y Dark, 1986; Parasuraman y Davies, 1984). Braunschweiger distinguió entre las dimensiones sensorial e intelectual de la literatura existente sobre atención, haciendo alusión al hecho de que ésta puede operar sobre dos tipos de eventos: en la selección de un objeto externo entre los múltiples posibles y en la dirección de estados cognitivos internos tales como la imaginación o la memoria, o de procesos cognitivos también internos como la



autorreflexión o la auto-observación. En relación con esto último, algunos pensadores comenzaron a tomar posiciones acerca de la esencia de la atención, tratándola en algunos casos como un factor causal-explicativo o como un fenómeno que debía ser explicado (lo que hoy agruparíamos bajo el título de “mecanismo atencional” frente a “problemática atencional”). En cuanto a los que optaron por considerar la atención como causa se pueden distinguir dos grupos: a) los que la definen como *facultad* (o como mecanismo que existe incluso cuando no se manifiesta) y b) los que la entienden como *esfuerzo mental* (o como actividad mental que sólo existe en tanto se manifiesta). Otras discusiones que quedaron recogidas por Braunschweiger son: diferenciación entre control voluntario e involuntario de la atención; los correlatos fisiológicos de la atención; posibles efectos atencionales (desde la exactitud de la percepción sensorial hasta procesos de memoria y funciones cognitivas superiores, etc.). Tal y como apuntábamos anteriormente, las principales dimensiones teóricas atribuidas a Parasuraman y Davies (1984) y a Johnston y Dark (1986) de las teorías formuladas durante el s. XX pueden adecuarse a las discusiones mantenidas sobre este tema en el s. XVIII (Hatfield, 1998). Para los primeros, existen tres categorías teóricas principales: a) atención como mecanismo selectivo, b) análisis de la atención en términos de la distribución de los recursos de procesamiento y c) distinción entre procesamiento automático y procesamiento controlado. Wolff (1738) ya definió la atención como un proceso selectivo que opera sobre los grados de claridad, aunque sujeta tanto a control voluntario como involuntario. Posteriormente, Bonnet (1769) ya conjeturó acerca de la relación recíproca entre la representación del objeto percibido y la de los objetos circundantes (que estaría debilitada respecto al anterior) postulando la existencia de recursos neurofisiológicos limitados. Finalmente, la distinción entre atención voluntaria/involuntaria también fue un hecho común en la psicología del s. XVIII.

Por su parte, Johnston y Dark (1986), dividen las teorías del s. XX entre las que ven la atención como causa y las que la consideran un mero efecto. En términos del propio Braunschweiger, las posiciones que entienden la atención como facultad y esfuerzo mental se corresponden con la primera categoría propuesta por estos autores y la que la considera como un estado de la mente con la segunda.

### 1.3. Investigación Empírica

Si prescindimos de la polémica que suscitan tanto el establecimiento de una frontera que marque el paso de las descripciones fenomenológicas anteriormente comentadas a las investigaciones empíricas, como la definición del concepto de experimentación (ver Hatfield, 1998), podemos remitirnos al s. XIX como el momento en que la atención es llevada por primera vez a los laboratorios. Por otra parte, una característica que debemos tener en cuenta a la hora de analizar los primeros trabajos experimentales desarrollados durante esta época es la inexistencia de una concepción unitaria de la atención. Por ejemplo, Wundt entiende la atención como una actividad interna que regula el grado de claridad de la información percibida, mientras que Titchener defiende que es un atributo más de las sensaciones.

Tal y como apunta Lupiáñez (1999) las distintas concepciones van a estar determinadas por el tipo de observaciones que tomemos en consideración. Los primeros experimentos llevados a cabo por los estructuralistas responden a cuestiones más en consonancia con la concepción de Wundt (Tudela, 1992) y pueden agruparse en cuatro categorías diferentes:

#### 1. *La amplitud de la atención.*

Bajo este epígrafe, se estudiaron efectos que hoy no son considerados atencionales sino, más bien, referentes al campo de la memoria. El trabajo de Jevons publicado en la revista Nature en 1871 sobre cuántos elementos podemos percibir en un único acto perceptual en condiciones de exposición breve o los estudios de Cattell dan buena cuenta de ello.

#### 2. *Las fluctuaciones perceptuales o duración de la atención.*

Con este nombre se designa al conjunto de estudios dirigidos a entender por qué cuando los estímulos sensoriales se presentan próximos al umbral absoluto de percepción, dicha percepción se pierde para volver posteriormente de forma cíclica y repetitiva. Originalmente, los datos de tales experimentos se interpretaron en

términos de las fluctuaciones periódicas de la atención sensorial aunque posteriormente se mostró que los efectos observados se debían a fenómenos asociados a la variabilidad estadística de los umbrales sensoriales (Guilford, 1927).

### 3. *El experimento de complicación.*

A raíz del descubrimiento de la *ecuación personal* por Bessel se realizaron una serie de experimentos para determinar la capacidad de cada sujeto de combinar información procedente de distintas modalidades sensoriales. El efecto de desplazamiento negativo derivado de los estudios de Wundt constituye un referente lejano de lo que hoy denominamos estados preparatorios.

### 4. *La disposición o "set" mental.*

Este término, traducción del alemán *einstellung* utilizado por la escuela de Wuzburgo, se refiere a la disposición mental del sujeto resultante de la combinación de la estructura de la tarea a realizar y de las instrucciones recibidas y alude al hecho de que la experiencia del sujeto no depende exclusivamente de los estímulos presentados sino que también se ve influida por la actividad que el sujeto es inducido a ejercer sobre los mismos.

La revisión de la formulación de las grandes posiciones teóricas y los inicios de la investigación empírica en el campo de la atención sugiere que son dos las características que marcan su historia hasta nuestros días: continuidad, a nivel de las concepciones teóricas y las principales dimensiones de análisis y discontinuidad, referida al desarrollo de aproximaciones complejas a la medición de las características espaciales y temporales del procesamiento basado en la atención y del procesamiento de información no atendida.

## **1.4. Los orígenes de la Psicología actual de la Atención**

Las tres aportaciones más importantes de esta época y que constituyen el origen de la psicología de la atención actual (Lupiáñez, 1999) se encuentran en los trabajos de tres autores: Von Helmholtz, William James y Edward B. Titchener. En el caso de Helmholtz, la atención se concibe como una causa que actúa a nivel periférico sobre el sistema

perceptivo. La información se selecciona en etapas tempranas y se asume que es el sujeto el que controla de manera voluntaria qué atender. Su punto de partida está formado por una serie de experimentos en los que se presentaban los estímulos de manera breve. En tales circunstancias, sólo se percibían los estímulos presentados en el área atendida. William James desarrolló sus trabajos sobre atención partiendo de una serie de estudios en los que se debía responder a la presentación de un estímulo moviendo uno de los cinco dedos, dependiendo del estímulo presentado. El resultado más habitual de tales experimentos era una reducción notable del tiempo de reacción cuando los sujetos dirigían su atención a las posibles respuestas que debían emitir. Cabe decir también que la aportación de James al estudio de la atención fue fundamentalmente teórica y conceptual. Al contrario que Helmholtz, James concibe la atención como efecto y su naturaleza radica en dos procesos: uno de carácter periférico y que consiste en la acomodación de los órganos sensoriales; y otro de tipo central, que da cuenta de la preparación anticipatoria de los denominados *centros ideacionales* relacionados con el objeto al que se presta atención. Estos dos procesos no se consideran procesos diferentes, sino que están presentes en todo acto atencional. Por otra parte, James propuso varios criterios de clasificación de la atención:

1. Por razón del objeto al que se dirige: atención sensorial -cuando se dirige a la entrada perceptual, versus atención intelectual -cuando sirve a funciones intelectivas.
2. Por razón del interés que la causa: atención inmediata -si el objeto de nuestra atención es interesante en sí mismo, frente a atención derivada -cuando el interés del objeto es consecuencia de su asociación con otros intereses.
3. Por razón del modo en que es controlada: atención pasiva/atención activa.

Titchener, por su parte, representa la postura más clara y extrema con respecto a la temática atencional. La revisión que realizó sobre la psicología experimental de la atención de su época, lo llevó a la formulación de siete leyes generales:

1. *Claridad de la información atendida*, siendo ésta un atributo de las sensaciones independiente de la intensidad.
2. *Ley de los dos niveles*, por la que se establece una relación inversa entre la claridad de los objetos atendidos y la de los no atendidos.
3. *Ley de la acomodación*: focalizar la atención requiere una cierta cantidad de tiempo y la atención se mantiene sobre dicho objeto momentáneamente (inercia atencional).
4. *Ley de la priorización de entrada*: el procesamiento y posterior acceso a conciencia de un estímulo atendido requiere menos tiempo que el de un estímulo no atendido.
5. *Ley de la limitación de capacidad*: cuando se presentan varios estímulos de manera breve sólo podemos percibir entre cuatro y seis elementos a la vez.
6. *Ley de la inestabilidad temporal*: la atención es interrumpida constantemente.
7. *Ley de los distintos grados de claridad*: Titchener apuntó la posibilidad de medir distintos grados de claridad/atención. A pesar de no encontrar ninguna medida estable, analizó posibles candidatos como el efecto de los distractores sobre distintas medidas de ejecución.

Resulta relativamente sencillo establecer correspondencias entre estas siete leyes generales y conceptos actuales en psicología de la atención. Por ejemplo, las leyes 1 y 4 podrían considerarse como descripciones precursoras del concepto actual de *priming*. La segunda ley estaría relacionada con el concepto de foco atencional (metáfora del foco de linterna, Posner, 1980, frente a la gradación atencional de LaBerge, 1995). La quinta ley estaría asociada al concepto de “subtización”. Las leyes 3 y 6 estarían ligadas a conceptos como la duración de la atención, la inercia atencional, el mantenimiento de la atención y la

atención sostenida (LaBerge, 1995; Lupiáñez, Tipper y Tudela, 1998). Por último, la ley de priorización de entrada constituiría un aspecto de renovada actualidad (Lupiáñez, Spence y Baddeley, 1999; Spence, Shore y Klein, 1999; Stelmach y Herdman, 1991).

Con todo lo comentado hasta este punto, es lógico pensar que la atención haya sido un tema central a lo largo de la historia de la Psicología. Sin embargo, a pesar del carácter central que le han atribuido algunos autores, ha habido momentos en los que el concepto de atención casi desaparece por completo del campo de la psicología, como ocurrió durante el predominio del paradigma conductista.

### **1.5. La Atención dentro del paradigma Conductista**

Suele leerse que durante el predominio del paradigma conductista, la atención desapareció por completo (Lupiáñez, 1999; Tudela, 1992). Entre las razones aducidas para tal eliminación están el excesivo introspeccionismo del s. XIX y/o la falta de rigor científico de la época que sirvieron de caldo de cultivo para la aparición de la doctrina conductista durante la primera mitad del s. XX, que rechazó, conjuntamente con la psicología predominante en la Europa Occidental durante la misma época (la Psicología de la Gestalt), el concepto de atención por mentalista (Neumman, 1996).

Sin embargo, lo cierto es que la investigación sobre atención no disminuyó en esos años (Lovie, 1983), aunque el concepto de atención perdió su estatus de constructo teórico central. Por otra parte, también es preciso señalar que, de las dos formas de atención diferenciadas claramente por James, a saber: atención involuntaria o refleja y atención voluntaria, fue esta última la que quedó olvidada por completo. Prueba de ello es el concepto de conducta atencional de Watson o la relación de control entre una respuesta y un estímulo discriminativo descrita por Skinner.

Con todo, resulta curioso observar que, pese al rechazo del concepto de atención en tanto que constructo explicativo, poco a poco se fueron introduciendo otros que cumplían funciones parcialmente atencionales. Así, a finales de la década de los 40 y durante los años

50 y 60, los datos derivados de las investigaciones llevadas a cabo en distintos campos arrojaron la necesidad de introducir mecanismos cuya naturaleza atencional era difícil de negar. Según Tudela (1992), tres son los acontecimientos principales que pueden explicar este cambio de actitud: el descubrimiento del sistema de activación reticular ascendente (Moruzzi y Magoun, 1949), el desarrollo del estudio del Reflejo de Orientación en la Escuela Reflexológica Rusa, y el estudio del proceso de aprendizaje.

Los trabajos de Moruzzi y Magoun sobre la existencia de estructuras neurales responsables del estado de vigilia y alerta del organismo tuvieron como consecuencia, por una parte, que se empezara a tener en consideración el estado del organismo (y no sólo el estímulo elicitor) a la hora de predecir la conducta y, por otra, la génesis de un amplio cuerpo de investigación en torno al concepto de arousal que, en lo que a atención se refiere, fue utilizado para explicar los aspectos “intensivos” de la atención por Berlyne (1960).

Dentro de la Escuela Reflexológica Rusa, el modelo de comparación neural formulado por Sokolov rompe con las tesis conductistas sobre atención en dos aspectos: en primer lugar, por la inclusión de un mecanismo central para explicar conductas que sólo habían sido analizadas a nivel periférico y, en segundo lugar, por el rescate del concepto de expectativa para la terminología psicológica. Continuando con esta tradición, Luria propone la existencia de dos mecanismos de control atencional diferentes: uno de carácter involuntario, asociado al sistema reticular de activación ascendente y otro de carácter voluntario, asociado al sistema reticular de activación descendente. Por último, las investigaciones de Kamin (1969) sobre condicionamiento clásico de estímulos compuestos y aprendizaje discriminativo pusieron de manifiesto la necesidad de recurrir a posibles mecanismos selectivos por parte del organismo.

Como puede comprobarse, a lo largo de todo el período de hegemonía conductista se produce un cambio de actitud desde las posturas radicales iniciales hacia posiciones más

transigentes respecto a la utilidad del concepto de atención en el campo de la teorización psicológica. A pesar de dicho cambio, no es hasta la llegada de la psicología cognitiva cuando el concepto de atención vuelve a adquirir un papel preponderante.

### **1.6. La Psicología Cognitiva**

El paradigma cognitivo en psicología surge hacia la segunda mitad de la década de los años cincuenta como un intento por superar las limitaciones de la tradición conductista derivadas de la circunscripción exhaustiva a factores ambientales para explicar el comportamiento humano. Sin embargo, la implantación de un nuevo paradigma en psicología no supuso un corte radical con el conocimiento derivado de la tradición precedente. Tal y como apunta Vila (1996), el paradigma cognitivo mantuvo las dos aportaciones básicas del conductismo, a saber: la conducta como objeto de estudio y el método positivo-experimental (Vila, 1996, pp.149). La novedad consistió en incluir procesos mediadores entre el estímulo y la respuesta, pasando de considerar al sujeto como mero receptor pasivo a concebirlo como un procesador activo de información que, a través de una serie de operaciones, puede controlar el tipo de conducta que emite.

Relacionado con lo anterior, podemos considerar de vital importancia para el nacimiento de la corriente cognitiva en psicología la formulación de la Teoría de la Comunicación por Claude Shannon. El supuesto fundamental de la teoría establece que la información es una entidad abstracta, es decir, que puede concebirse de manera independiente del contenido o la materia específica de que trate, como una decisión singular entre dos alternativas igualmente posibles (Gardner, 1988). Dicha naturaleza abstracta hace posible que podamos prescindir de cualquier dispositivo específico de transmisión, esté constituido por transistores, cables o neuronas. Esta característica hizo que la teoría fuese aplicada a campos muy diversos. En lo que se refiere a la atención, la principal consecuencia del trabajo de Shannon es que los problemas que plantea su estudio pudieron formularse en los términos apropiados para su análisis experimental (Tudela, 1992).



La pregunta básica que se lanzó desde esta perspectiva es la siguiente: si entendemos que el organismo humano constituye, al menos en parte, un canal de transmisión de información ¿cómo selecciona la información que debe transmitir de entre todas las posibles?

Los intentos por dar respuesta a esta cuestión vienen determinados, en su origen, por tres hechos fundamentales (Gardner, 1988):

1. La aceptación de las limitaciones para transmitir información, derivada sobre todo de los trabajos de George Miller sobre el “mágico número siete”.
2. Los intentos por trazar los pasos del procesamiento de dicha información, con los trabajos de Cherry y Broadbent como referente germinal.
3. La formulación de las estrategias globales empleadas en la resolución de problemas, asociada a los estudios de Jerome Bruner sobre la adquisición de conceptos.

El trabajo de Miller sobre el mágico número siete puso de manifiesto dos aspectos: por una parte, la existencia de limitaciones en la cantidad de información que el organismo humano puede transmitir y, por otra, la posibilidad de suplir dicha limitación con el desarrollo de estrategias de agrupamiento (si pretendemos enumerar una serie de dígitos después de una sola exposición a la cadena de estímulos que se nos presente, probablemente no pasemos de siete elementos si entendemos que cada número constituye una unidad de información. Si, por el contrario, agrupamos los dígitos y tales agrupamientos los consideramos unidades, nuestra ejecución en la tarea quedará con toda probabilidad por encima de dicho límite).

Otros estudios que demostraron fehacientemente las limitaciones de procesamiento en el sistema atencional y que se desarrollaron con anterioridad a los experimentos de Miller fueron los trabajos de Telford (1931) y Welford (1952) sobre lo que se dio en denominar “período psicológico refractario”: cuando a un sujeto se le presentan dos

estímulos seguidos a los que se debe responder lo más rápidamente posible, el tiempo de reacción ante el segundo estímulo se incrementa cuando se reduce el intervalo temporal entre uno y otro.

Durante la Segunda Guerra Mundial se hicieron evidentes las restricciones del sistema atencional para actuar sobre información procedente de múltiples canales. Motivados por este hecho, algunos investigadores iniciaron el estudio de tales restricciones utilizando estímulos auditivos. Colin Cherry centró su actividad en la capacidad de los sujetos para atender y obtener información de canales “ruidosos”.

Utilizando un procedimiento de escucha dicótica, presentaba dos mensajes diferentes a través de auriculares. Los participantes debían centrar su atención en uno de los dos canales, repitiendo cada palabra lo más rápidamente posible después de su presentación inicial (tarea de “shadowing” o seguimiento). Cuando preguntaba a los sujetos sobre el mensaje presentado en el canal ignorado, Cherry comprobó que eran incapaces de decir nada acerca de dicho mensaje salvo lo referente a las características más gruesas del mismo (si se trataba de lenguaje hablado o de música, por ejemplo, aunque no les resultaba posible decir si había habido un cambio de idioma).

Broadbent (1954) mejoró el procedimiento utilizado por Cherry presentando binauralmente series de tres dígitos encontrando que a los sujetos les resultaba más fácil responder si primero informaban acerca de los estímulos presentados en uno de los dos oídos y después sobre los que habían sido presentados (al mismo tiempo) en el otro.

Lo más importante del trabajo de estos dos autores es el modelo de procesamiento de la información al que dio origen y sobre el que trataremos detenidamente en el próximo epígrafe cuando hablemos de los modelos estructurales. Por último, para entender el nacimiento de la psicología cognitiva debemos detenernos a comentar la labor de Jerome Bruner sobre la adquisición de conceptos. El problema al que se enfrentó era ya clásico en psicología: ¿cómo se agrupan los distintos elementos de una serie en un conjunto de categorías? El enfoque que Bruner dio a este tipo de estudios difería sustancialmente del

que se le había dado con anterioridad: los sujetos que participaban en sus experimentos eran considerados agentes activos y constructivos en la resolución de problemas, desafiando de esta forma las tesis conductistas. Influidos por la teoría de la comunicación, inicialmente sus análisis se centraron en los “bits” de información que utilizaban los sujetos, aunque finalmente el foco de su interés se fijó en las pautas globales de respuesta a lo largo de muchos ensayos, denominadas estrategias.

A raíz de toda esta serie de hallazgos surgió la necesidad de desarrollar un modelo que integrara los resultados comentados. Las propuestas iniciales partieron de un supuesto básico y una pregunta: respecto a lo primero, la atención se concibe como un filtro que selecciona información cuya función última es evitar la sobrecarga del sistema; respecto a lo segundo, lo que se planteó fue: ¿en qué etapa del procesamiento se produce la selección de información?

### **1.6.1. Los Modelos Estructurales**

#### **La metáfora del Cuello de Botella**

Los modelos iniciales sobre el procesamiento de la información en humanos parten de la idea común de que la característica funcional central del sistema es su limitada capacidad (Neumann, 1996), de ahí que se haga necesaria la existencia de un filtro que se encargue de determinar qué información se selecciona y cuál no para evitar sobrecargas. Prácticamente todos los modelos proponen dos tipos de estructuras y dos tipos de procesamiento: estructuras de supuesta capacidad ilimitada, donde el procesamiento de la información se lleva a cabo en paralelo (cuando se produce de manera simultánea) y estructuras de capacidad limitada, donde la información es procesada de manera serial (cuando para realizar un proceso es obligado haber terminado el que le precede).

Las diferencias entre un modelo y otro descansan en dos aspectos: por una parte, en lo referente al lugar de actuación del filtro (modelos de selección temprana versus modelos

de selección tardía) y, por otra, en el mecanismo de funcionamiento de dicho filtro (modelos de filtro rígido versus modelos de filtro flexible).

### **1.6.1.1. Modelos de Selección Temprana**

Los estudios sobre atención dividida de Cherry y Broadbent desembocaron en lo que hoy se conoce como la Teoría del Filtro (Broadbent, 1958) o de la Selección Temprana. Los efectos de interferencia encontrados en las tareas de escucha dicótica empleadas por ambos autores tienen su correspondencia en tres pilares básicos del modelo (Neumann, 1996): el canal central de capacidad limitada (sistema P –de “percepción”), el filtro y el almacén a corto plazo (STM o sistema S –de “short term memory”).

Conviene detenerse un poco en el concepto de canal central de capacidad limitada para entender cómo funciona el modelo. La idea de limitación en la capacidad de transmisión fue tomada directamente de la Teoría de la Comunicación. Sin embargo, podemos encontrar dos formas en las que dicho concepto se aplicó (Neumann, 1996): por una parte, los intentos iniciales de determinar la capacidad del sistema de procesamiento en humanos en términos de tasa de transmisión y, por otra, la idea de limitación de capacidad que Broadbent asignó al denominado sistema P, que no era más que una versión no cuantitativa del concepto original. A pesar de esta diferencia, la idea de Broadbent mantenía una característica importante de la formulada por Shannon y Weaver (1949): las limitaciones del sistema no están determinadas por las señales sino por la cantidad de información (bits) que contienen. Cuanto menor sea la cantidad de información, mayor número de señales podrán transmitirse en un momento determinado. De esta forma resulta posible poder atender a dos mensajes simultáneos, siempre que la cantidad de información que contenga cada uno sea pequeña.

Como puede observarse en la figura 1, la información que llega a los sentidos es procesada en paralelo hasta la actuación del filtro. A partir de ahí, la información se procesa de manera serial. Ahora bien, ¿en base a qué atributos se selecciona la información que será atendida? La hipótesis mantenida es que el filtro selecciona información en función de ciertos atributos sensoriales, concretamente: localización espacial, intensidad y tono (véase Pashler, 1998, para una discusión del tema). El filtro, además, actúa siguiendo un principio de todo/nada –se asume que la información que no es seleccionada no se procesa. Como vemos, dicha selección se produce en etapas tempranas, pero es crucial percatarse de que con la palabra “temprana” no se hace referencia al tiempo, sino a las etapas en la cadena de procesamiento (Pashler, 1998).

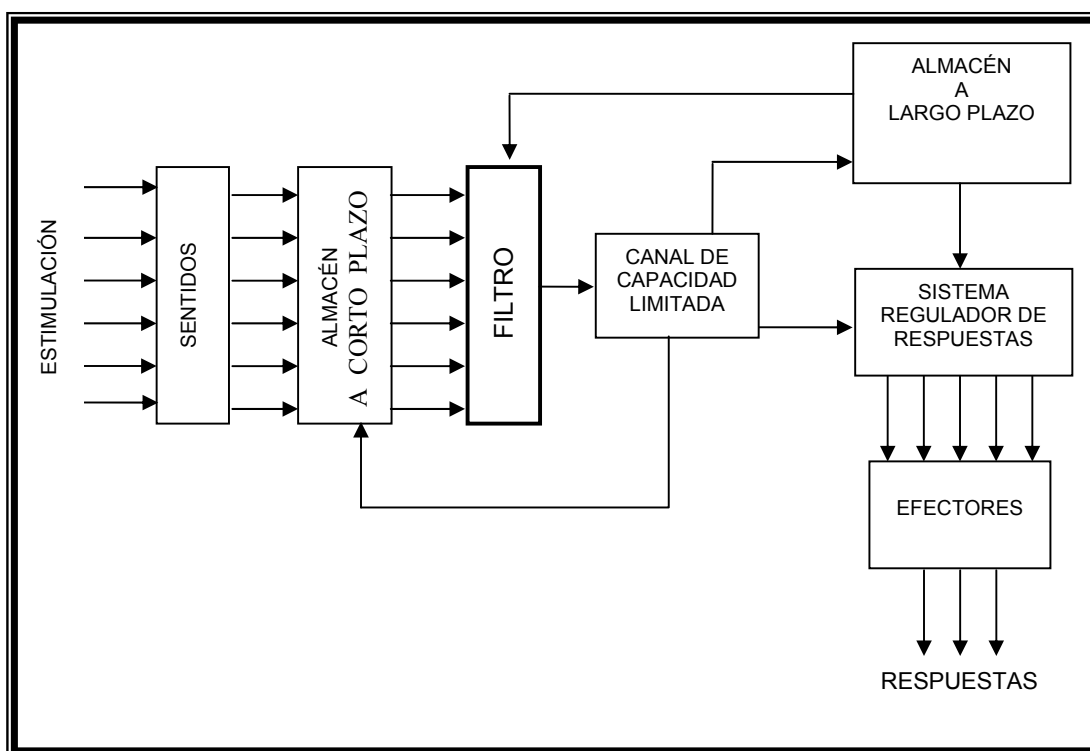


Figura 1. El modelo de Broadbent

La función del almacén a corto plazo es análoga a la de un “buffer”: retiene información durante un breve espacio de tiempo permitiendo al sistema manejar entradas adicionales. Una vez superado el filtro, la información se transmite al resto del sistema dando como resultado la emisión de una respuesta o bien su almacenamiento en la memoria a largo plazo.

El modelo de Broadbent dio lugar a un amplio cuerpo de investigación en torno al concepto del filtro. Sin embargo, a pesar del entusiasmo general que trajo consigo, pronto empezaron a surgir datos que ponían en tela de juicio su validez.

### **1.6.1.2. Modelos de Selección Tardía**

Durante los años 60 y 70 se fue acumulando evidencia que resultaba inconsistente con la Teoría del Filtro de Broadbent. Uno de los primeros retos que se planteó al modelo proviene de los resultados obtenidos por Moray (1959): utilizando una tarea de seguimiento selectivo, encontró que los sujetos a menudo reconocían su propio nombre cuando éste se presentaba en el canal no atendido, sugiriendo la existencia cierto procesamiento semántico en paralelo (recordemos que desde el punto de vista de Broadbent este tipo de procesamiento solo resulta aplicable a características sensoriales).

Otro efecto que no encajaba dentro de la teoría inicial es el que aporta un estudio realizado por Anne Treisman en 1960: utilizando el mismo procedimiento que Moray, pidió a los sujetos que siguieran selectivamente una historia presentada en uno de los dos oídos y que ignorasen la historia que se presentaba en el otro (historias 1 y 2, respectivamente). Mientras los participantes seguían la historia 1, ésta pasaba a presentarse por el otro canal. En ese momento la historia 2 terminaba y una tercera historia se presentaba en el canal ocupado originalmente por la historia 1 (el supuestamente atendido). Lo que se encontró fue que los sujetos repetían unas cuantas palabras de la primera historia cuando estaba siendo presentada por el oído supuestamente ignorado antes de cambiar nuevamente al canal atendido.

Los experimentos de Corteen y Wood (1972) sobre respuestas electrodérmicas ante palabras que se habían asociado previamente con pequeñas descargas eléctricas suponen un hallazgo más sutil: condicionaron aversivamente a los participantes del estudio asociando un pequeño electroshock a nombres de ciudades. En una segunda fase del experimento, los

sujetos tenían que seguir selectivamente una historia presentada por uno de los dos oídos y al mismo tiempo debían ignorar la información presentada por el otro. A pesar de que los sujetos informaron no haber oído los nombres de ciudades asociadas al shock presentadas por el canal ignorado, mostraron respuestas eléctricas de la piel significativas ante tales estímulos, incluso para otros nombres de ciudades que no habían sido previamente condicionados.

Efectos similares de respuestas autonómicas ante estímulos no atendidos que pertenecen a una categoría semántica concreta han sido encontrados por otros autores (p.e. Dwason y Schell, 1982; Vila y Tudela, 1982; von Wright, Anderson y Stenman, 1975).

Estos datos, junto con los procedentes de estudios en los que se observaban cambios en el electroencefalograma en sujetos dormidos cuando se les presentaba su propio nombre, llevaron a Deutsch y Deutsch (1963) a la formulación de un modelo alternativo que situaba el filtro en fases de procesamiento post-categoriales. Según ambos autores, todas las señales que llegan al sistema sufren la misma profundidad de análisis sensorial y discriminativo. No obstante, tales señales son sopesadas en función de la importancia que tienen para el organismo y, de algún modo, comparadas entre sí para determinar cuál es la más importante de todas. Un aspecto clave a tener en cuenta es, según los autores, el papel que juega el estado de arousal general en la atención selectiva. Cuando el nivel de arousal general es alto, todas las señales son atendidas, mientras que cuando los sujetos están dormidos, sólo las que son realmente importantes (como el propio nombre del sujeto) se traducen en una respuesta atencional (Deutsch y Deutsch, 1963).

Norman (1968), sostiene que la información procedente de los sentidos es altamente procesada antes de que tengamos un conocimiento consciente de la misma. Las características sensoriales de los estímulos alcanzan automáticamente su representación en la memoria semántica, de modo que si el input sensorial se ajusta a alguna de las representaciones ya existentes, su significado se hará accesible. Una vez activadas, se asignan valores de “pertinencia” en función de las actividades cognitivas en curso. El mecanismo de selección de la información en este caso está basado en la suma de

activación en la memoria semántica procedente de dos fuentes: el input sensorial y el contexto. De todos los mensajes recibidos, sólo el más pertinente sufrirá un procesamiento más profundo.

A pesar del cambio que supone la propuesta de un proceso de selección de los estímulos basado en el análisis del significado frente a la selección en términos de características sensoriales, el mecanismo de funcionamiento del filtro en el caso de los dos modelos comentados anteriormente seguía obedeciendo a una ley del “todo o nada”; hecho que iba a suponer, como veremos seguidamente, la principal dificultad a la que habrían de enfrentarse.

### **1.6.1.3. Los Modelos de Filtro Flexible**

Los datos procedentes de los estudios realizados por Anne Treisman (1960) difícilmente encajan dentro de un modelo teórico en el que se considera que la información no atendida no alcanza etapas de procesamiento posteriores a la actuación del filtro, independientemente de su ubicación en etapas tempranas del procesamiento o en fases tardías. Treisman propuso un mecanismo de selección diferente: en lugar de bloquear o rechazar la información no atendida, el filtro actuaría atenuándola, de manera que los niveles de activación que alcanza son siempre inferiores a los de la información atendida. Sin embargo, existen dos situaciones en que la información no atendida puede tener acceso a conciencia: a) si un concepto o representación en la Memoria a Largo Plazo tiene un umbral de activación muy bajo o b) si la información no atendida está “primada” de alguna forma (como en el caso del nombre de cada uno). La información que llega al sistema es analizada de manera exhaustiva, comenzando con las características físicas generales y continuando con su identificación y significado. El aspecto más relevante de este modelo es que el análisis de las características físicas de los estímulos no constituyen un criterio exclusivo para la selección de información. Dicho proceso puede llevarse a cabo atendiendo al análisis semántico.

La idea de un filtro atenuante fue asumida rápidamente por el propio Broadbent. En formulaciones posteriores del modelo, Treisman (1969) planteó la posibilidad de emplear



estrategias diferentes a la hora de establecer los criterios de selección. Otro de los modelos formulados en la misma línea es el perteneciente a Johnston y Heinz (1979), en el que se asume que el lugar que ocupa el filtro en la cadena de procesamiento podría variar de etapas tempranas a etapas posteriores en función de dos factores: las demandas de la tarea y el contexto en el que se realiza. Tal y como apunta Lupiáñez (1999), la consecuencia más relevante de esta aproximación es que empieza a ser necesaria la existencia de un mecanismo de control que actúa implementando los criterios que definen la flexibilidad del filtro y que, además, controla su funcionamiento.

### **1.6.2. La Metáfora del Ordenador y la concepción energética de la Atención: las teorías de capacidad.**

Durante los años posteriores a la formulación de la Teoría del Filtro y sus sucesivas modificaciones, la idea de limitación de capacidad del sistema atencional continuaría siendo un concepto central (Neumann, 1996). Sin embargo, a medida que los datos derivados de la investigación hacían más difícil su integración en los modelos anteriormente comentados, la forma de concebir dicha limitación sufrió un cambio sustancial: en los modelos estructurales se puede ver que la limitación del sistema está referida a una única operación dentro de la cadena de procesamiento, que es la que marca la transición de un procesamiento en paralelo a un procesamiento serial, independientemente del punto en el que dicho cambio se produce (en fases tempranas o tardías). A partir de los años 60 los psicólogos empezaron a sentirse atraídos por un nuevo invento tecnológico: el ordenador. La forma de teorizar en Psicología, así como en otros campos de estudio, estuvo fuertemente marcada por el uso de esta metáfora. A título teórico, el empleo de la analogía del ordenador marca el paso de la descripción de las limitaciones del sistema atencional en términos estructurales (limitación del canal de transmisión) a la asunción de que el sistema de procesamiento humano actúa como un procesador central de capacidad limitada, haciendo que las restricciones del sistema descansen sobre las operaciones que puede llevar a cabo en cualquiera de las fases de procesamiento.

En consonancia con esta idea, Knowles (1963) propone que el “operador humano” puede describirse como un dispositivo que alberga una determinada cantidad de recursos de procesamiento, entendiendo que a medida que una tarea demanda más recursos, quedarán menos recursos disponibles para realizar otra tarea de manera concurrente. Moray (1967) postula que la capacidad total del cerebro humano puede asignarse a aspectos separados de las tareas que debe realizar –como, por ejemplo, la recepción, el almacenamiento, la codificación, etc., de forma que el tamaño del canal, en la terminología de Shannon, puede variar, dependiendo de que el procesamiento de la información exceda o no la capacidad total del sistema. En cualquier caso, lo importante es que la interferencia producida por la concurrencia de dos tareas está definida en función de las demandas de cada una de ellas y que dicha interferencia puede producirse en cualquiera de las distintas etapas de procesamiento, haciendo innecesaria la idea de un “cuello de botella”.

Sin embargo, a pesar del cambio que se produce en Psicología como consecuencia de la adopción de esta nueva metáfora, no encontramos una elaboración teórica formal hasta la obra de Daniel Kahneman *Atención y Esfuerzo* (1973), que supone, por otra parte, una variante de la idea original (Neumann, 1996), dado que con el término “capacidad inespecífica” no se alude, en este caso, a la característica principal de ningún procesador central sino que constituye un “input inespecífico, que podría denominarse *esfuerzo, capacidad o atención*” (Kahneman, 1973, p. 41). La teoría de Kahneman viene a incluir los aspectos energéticos de la atención que, en opinión del autor, habían sido descuidados por los modelos precedentes, centrados exclusivamente en los procesos de selección. Por ejemplo, la posibilidad de atender a dos mensajes al mismo tiempo, como ocurría en las tareas de seguimiento (“shadowing”), no está determinada sólo por el hecho de que ambos mensajes compitan por un único canal de transmisión, sino también por la cantidad de recursos que cada uno consume.

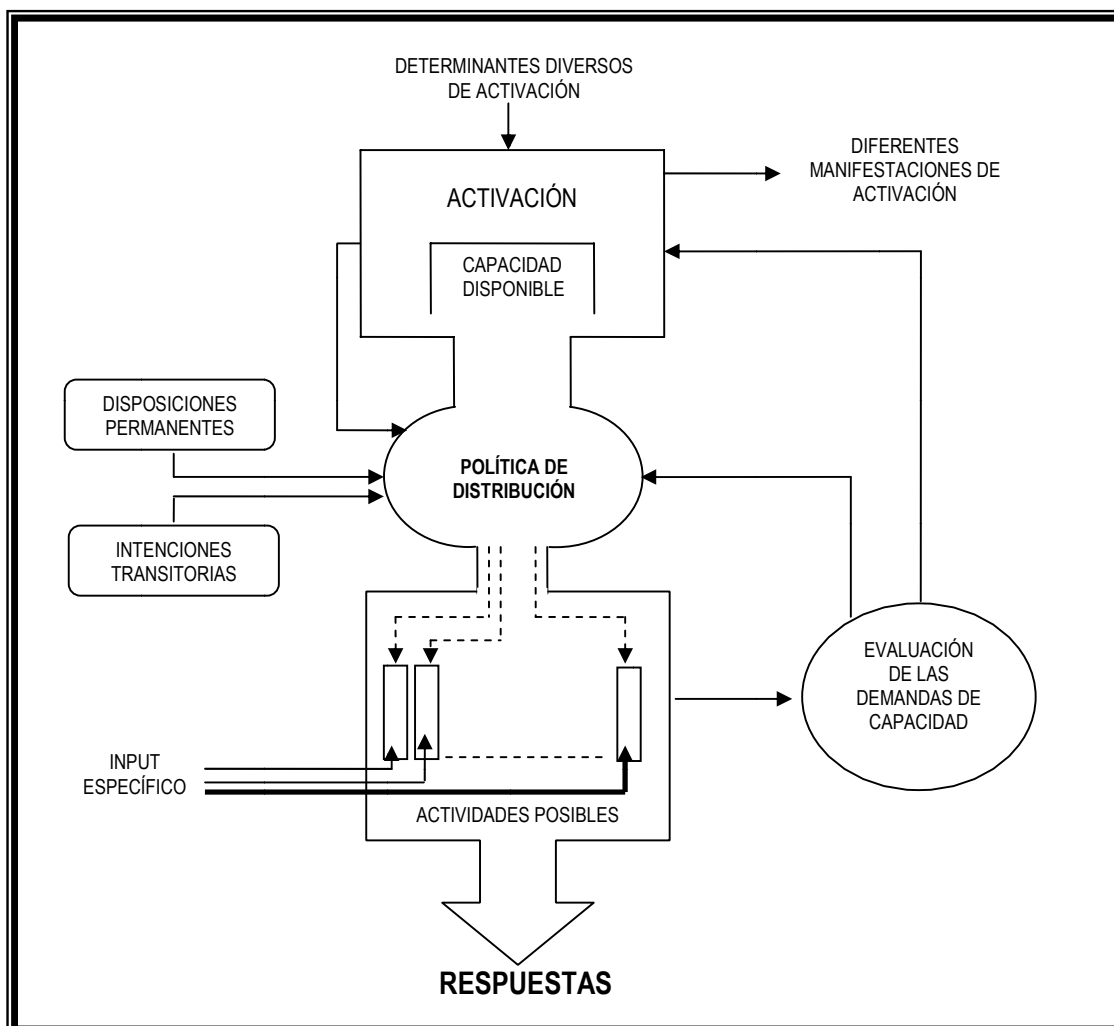


Figura 2. El Modelo de Kahneman. Adaptado de Kahneman (1973).

En la figura 2 tenemos una representación esquemática del modelo. Según la teoría, para la realización de una actividad cualquiera se requieren dos tipos de *input*: uno, de carácter específico y que se refiere a la información específica que necesitamos para llevar a cabo dicha actividad (por ejemplo, para pulsar una tecla ante la aparición de una letra es necesario que la letra se presente y sea procesada a nivel perceptual), y otro, de tipo inespecífico, procedente del mecanismo de distribución de recursos y que denominamos

atención, esfuerzo, o capacidad. Dicho esfuerzo es una parte de la cantidad general de activación (“arousal”), pero, a diferencia de otras formas de activación, el esfuerzo tiene que ver con lo que el sujeto hace, y no con lo que le acontece. Por otra parte, no todas las actividades de procesamiento requieren atención: desde el modelo se postula que las operaciones referidas al análisis sensorial se ejecutan de manera automática.

Dentro del modelo existen dos procesos fundamentales: la política de distribución y la evaluación de las demandas de capacidad. La evaluación de las demandas de capacidad constituye el sistema encargado de regular la relación entre la necesidad de esfuerzo requerido por una tarea (o varias) y la cantidad de esfuerzo que se asigna. La política de distribución es la encargada de la selección de una de las actividades posibles para el organismo. Dicha política depende de una serie de factores:

1. *Disposiciones permanentes*, que reflejan las reglas de la atención involuntaria (por ejemplo, cuando oímos nuestro nombre en una conversación a la que no estábamos prestando atención).
2. *Intenciones transitorias*, determinadas, por ejemplo, por las instrucciones recibidas en un experimento.
3. *Evaluación de las demandas de capacidad*.
4. *Cambios en el nivel general de activación*

Curiosamente, la mayor virtud del modelo, a saber, la flexibilidad que se atribuye al sistema de distribución de recursos, constituye, al mismo tiempo, su mayor defecto (Botella, 1997): la cantidad de recursos disponibles en un momento determinado no es fija, sino que varía en función de muchas variables. Debido a esto, el modelo podría explicar, en principio, cualquier resultado, haciendo que las predicciones derivadas del mismo sean empíricamente incontrastables (Lupíañez, 1999). No obstante, la propuesta de Kahneman generó una gran cantidad de investigación en torno al concepto de capacidad central y la

política de distribución de recursos, siendo una de sus variantes más decisivas la constituida por el modelo de Norman y Bobrow (1975).

Norman y Bobrow introdujeron la idea de una función que relacionaba la ejecución en una tarea con la cantidad de recursos disponibles para llevarla a cabo. En opinión de los autores, un proceso puede estar limitado por los datos o por la cantidad de recursos disponibles. En el primer caso, el aumento de la cantidad de recursos empleados para la realización de una sola tarea alcanzará un punto a partir del cual no se apreciarán mejoras en la ejecución. Los límites que están determinados por los datos pueden proceder de la *señal* (estímulo externo) o de la memoria. Por ejemplo, una tarea de reconocimiento de caras puede estar limitada por los datos de la señal si los estímulos se presentan a intensidades tan bajas que su discriminación no resulta posible, o puede estar limitada por los datos de la memoria si el sujeto ha olvidado el estímulo en cuestión. En el caso de que un proceso esté limitado por los recursos, el nivel de ejecución cambiará cuando también lo haga la cantidad de recursos destinados al mismo.

Cuando deben realizarse dos tareas simultáneamente, los recursos disponibles han de distribuirse entre ambas. Si sobre-imponemos las funciones de recursos-ejecución de dos tareas, lo que obtenemos es un tipo especial de función conocida como “Curva POC” (Performance Operating Characteristics). Este tipo de curva representa el cambio en el nivel de ejecución en una tarea en función de las variaciones en el nivel de ejecución de otra que se realiza de manera simultánea. Por ejemplo, si dos tareas están limitadas por los recursos, a medida que la ejecución en una de ellas mejora, se observará un decremento del nivel de ejecución en la otra, como consecuencia de haber destinado una mayor cantidad de recursos a la primera. Esto resulta posible siempre que las dos tareas compartan un mismo proceso. Cuando dos actividades no comparten recursos, o ambas están limitadas por los datos, no resulta posible desviar recursos de una a otra. El principal problema del que adolece el modelo de Norman y Bobrow es, precisamente, el mismo que afectaba al modelo de Kahneman: se asume que existe una variedad de recursos tales como “esfuerzo de procesamiento, varias formas de capacidad de memoria y canales de comunicación” (Norman y Bobrow, 1975, p.45). De esto se deduce que debemos investigar cada recurso de

forma separada para determinar si dos tareas compiten por el mismo. Allport (1980b) opina que tal asunción incurre en la misma circularidad que la teoría propuesta por Kahneman (1973): no hay forma de medir independientemente las demandas de recursos de cada tarea ni de determinar si tales recursos proceden de una fuente común o de fuentes distintas. La aplicación de las curvas POC al análisis de la ejecución en tareas concurrentes (tareas duales) generó un amplio cuerpo de investigación que puso de manifiesto la inviabilidad de una teoría atencional que concibe la atención como una fuente central de recursos energéticos común a todos los procesos centrales (Tudela, 1992), dando lugar a un planteamiento teórico distinto, en el que el énfasis se puso sobre la existencia de recursos múltiples o, en otras palabras, de procesadores especializados con propiedades específicas de recursos, políticas de distribución, etc. (v.g. Wickens, 1984). Lamentablemente, admitir la existencia de recursos múltiples conlleva una disolución del concepto de atención como constructo central.

### **1.6.3. Las propuestas de Lavie y Tsal (1994) y Pashler (1998)**

Como hemos podido ver en los apartados anteriores, la investigación en el campo de la atención durante gran parte de la segunda mitad del siglo XX ha estado marcada por una doble disyuntiva (Allport, 1993): por un lado, el problema de la capacidad del sistema, en el que encontramos dos posturas claramente diferenciadas: los autores que opinan que el sistema de procesamiento es limitado y los que consideran que no existen tales restricciones. Por otro, los investigadores han considerado que la selección de la información se produce bien en etapas tempranas del procesamiento en base al análisis de las características sensoriales de los estímulos (selección temprana), bien que ocurre en etapas posteriores, cuando la información ha sido analizada a nivel semántico (selección tardía). Ambos problemas se manifiestan conjuntamente: en la Teoría del Filtro de Broadbent (1958) el hecho de que la selección se produzca en las etapas iniciales se debe a que el sistema de procesamiento es limitado en cuanto a su capacidad, mientras que en los modelos de selección tardía, el lugar de actuación del filtro es posterior porque se asume que el sistema no presenta restricciones, salvo en el acceso de la información al plano de la conciencia. En las teorías de capacidad, el problema adquiere una dimensión distinta, dado

que las limitaciones del sistema atencional no tienen un carácter estructural sino que están determinadas energéticamente (sólo se cuenta con una cantidad concreta de recursos que dedicar a cualquier actividad posible). Sin embargo, como hemos podido ver, admitir que dicha cantidad de recursos varía en función de una serie de factores (Kahneman, 1973) o que existen recursos específicos para cada proceso (Norman y Bobrow, 1975) nos lleva a la inevitable conclusión de que el destino de lo que entendemos por atención es su propia disolución en tanto que concepto.

Las propuestas teóricas de Lavie y Tsal (1994) y Pashler (1998), suponen un intento de superar la dicotomía tradicional selección temprana/selección tardía sin que, por otra parte, se haga necesario prescindir de la atención como constructo explicativo.

#### **1.6.3.1. El Modelo de Lavie y Tsal: el concepto de Carga Perceptual**

La propuesta de Lavie y Tsal se adscribe a los preceptos generales de las teorías de capacidad expuestas anteriormente, pero, a diferencia de éstas –más centradas en el procesamiento de la información atendida en tareas duales-, incorpora los factores de distintividad física y carga perceptual de cara a explicar el procesamiento de la información irrelevante en tareas de atención selectiva. El concepto de carga perceptual incluye dos componentes: el número de *unidades* que contiene el conjunto de estímulos que se presentan y la *naturaleza de procesamiento* que requiere cada una de esas unidades. Conviene aclarar, no obstante, que el término “unidad” en el contexto del presente modelo viene a referirse a aquellos “ítems que sirven como alternativas diferentes para la emisión de respuestas relevantes en la tarea” (Lavie y Tsal, 1994, p. 185). Por ejemplo, un conjunto de letras puede ser considerado una unidad (palabra) o constituir varias unidades (letras) dependiendo de la respuesta que el sujeto deba emitir. Lo que determina el nivel de carga perceptual de una tarea es el número de unidades. En aquellas situaciones en las que existe un nivel de carga perceptual bajo, el sistema dispone de recursos suficientes para el procesamiento de la información irrelevante, en cuyo caso el proceso de selección tendría lugar en etapas tardías. Por el contrario, cuando la carga perceptual es alta, la selección es temprana, dado que los recursos disponibles sólo se asignan al material atendido.

Otra de las características relevantes del modelo es que se asume que el sujeto no puede ejercer un control voluntario sobre la asignación de recursos, sino que ésta depende siempre de las demandas de la tarea: no podemos dejar de atender a un distractor cuando quedan recursos disponibles o, lo que es lo mismo, cuando la carga perceptual de la tarea es baja. Varios estudios aportan evidencia a favor de esta propuesta: por ejemplo, Kahneman y Chajczyk (1983) manipularon la carga perceptual en una tarea tipo Stroop (Stroop, 1935). El procedimiento clásico en este tipo de tareas consiste en presentar una palabra escrita en un determinado color. Cuando el color en el que está escrita la palabra no se corresponde con el color designado por la misma (por ejemplo, la palabra *verde* escrita en rojo), se observa un aumento del tiempo de reacción para nombrar el color de la tinta. En el estudio de Kahneman y Chajczyk, dicho efecto se desvanecía cuando aumentaba el número de distractores que aparecían en escena.

Por otra parte, Lavie (1995), utilizando una versión del paradigma de Eriksen (Eriksen y Eriksen, 1974), observó que los efectos de interferencia se producían en la condición de baja carga perceptual. En un experimento posterior, donde se manipuló el criterio de respuesta en función de que éste se basara en un único rasgo o en una conjunción de rasgos, los efectos de interferencia aparecieron cuando los distractores eran incompatibles con el criterio de respuesta simple. Treisman (1998), establece que para la conjunción de rasgos en una unidad se requiere atención. Cuando ésta es requerida para aunar los atributos del estímulo objetivo, no quedan recursos libres para el procesamiento de los estímulos distractores. Quizá lo más interesante de esta propuesta es que concibe el sistema atencional como un sistema flexible, cuyas limitaciones en el procesamiento de la información están determinadas por las demandas de la tarea siendo, en cualquier caso, independiente del control voluntario por parte del sujeto.

### **1.6.3.2. El Modelo de Pashler**

Pashler (1998) propone que la problemática selección temprana/selección tardía podría resolverse planteando una teoría alternativa denominada Procesamiento Paralelo



Controlado (PPC). Básicamente, el modelo postula que cuando un estímulo es atendido y otro es rechazado, éste último no es analizado más allá de sus características físicas, tal y como se asume en los modelos de selección temprana. Por el contrario, cuando atendemos a dos estímulos simultáneamente, la identidad de ambos es procesada en paralelo, tal y como postulan los modelos de selección tardía. El hecho de que resulten posibles ambas formas de selección estriba en que el sistema lleva a cabo el tipo de procesamiento más ventajoso en función de la situación. A diferencia del modelo anterior, Pashler establece que las personas normalmente pueden controlar de manera voluntaria qué estímulos sufren un análisis perceptual completo incluso, en determinadas ocasiones, pueden seleccionar múltiples estímulos para su análisis. La teoría postula que existen tanto límites de capacidad como mecanismos de selección a nivel perceptual. La cuestión que se plantea entonces es si dicho mecanismo de selección puede determinar qué estímulos habrán de competir por los recursos disponibles.

Varios estudios aportan evidencia a favor de la hipótesis de que los límites de capacidad en el procesamiento perceptual dependen fundamentalmente de la carga de procesamiento de los estímulos atendidos, si bien, como apunta el propio Pashler, dichos estudios no fueron concebidos originalmente para testar la hipótesis que nos ocupa. Por ejemplo, Palmer (1994) pidió a sus participantes que juzgaran la orientación relativa de pares de puntos, cada uno de los cuales incluía un punto de color blanco y otro negro. Cuando se aumentaba el número de pares presentados la existencia de limitaciones de capacidad se hacía visible. Sin embargo, los sujetos eran capaces de excluir aquellos ítems que aparecían en posiciones no señalizadas previamente (la ejecución de los sujetos cuando se presentaba un subconjunto de elementos acompañado de otros ítems era similar a la que mostraban cuando sólo se presentaba dicho subconjunto). Este dato, junto con otros procedentes de investigaciones anteriores (Duncan, 1979; Johnston y Heinz; 1979; Holmgren, 1974) aportan evidencia a favor de la siguiente interpretación: si la carga total de procesamiento de un estímulo determinado no excede un cierto nivel, se puede llevar a cabo un procesamiento en paralelo de la información sin que la eficacia del sistema se vea perjudicada. Por el contrario, cuando la carga total de procesamiento excede dicho nivel, la eficacia decrece, de manera que el procesamiento pasa a ser serial.

#### 1.6.4. La atención dentro del marco de la Neurociencia Cognitiva

David Marr (1982) estableció que para poder comprender un fenómeno debemos remitirnos a tres niveles de análisis: el computacional, el algorítmico y el instrumental. En lo que se refiere a la atención –aunque sería aplicable a la comprensión de cualquier otra entidad–, el primer nivel establece dos preguntas básicas: qué hace y por qué. A este respecto, se ha propuesto que la atención actúa como mecanismo de selección de información o bien como un agente destinado a la distribución de los recursos disponibles. Se entiende, además, que dichos procesos (selección o distribución de recursos) tienen sentido debido a que el sistema es de naturaleza limitada. El segundo nivel de análisis nos lleva a la adopción de una doble estrategia: en primer lugar, debemos tomar una representación de los datos de entrada y de salida y, posteriormente, establecer un algoritmo (o procedimiento formal de transformación) que dé cuenta de las operaciones que se llevan a cabo y que responde a una tercera pregunta fundamental: en nuestro caso, cómo se llevan a cabo las operaciones realizadas por el sistema atencional (selección de información/distribución de recursos). En este sentido, los modelos estructurales coinciden en señalar que la atención actúa como un filtro que ejerce un proceso de inhibición sobre la información ignorada (tanto en los modelos de filtro rígido como en los de filtro flexible), si bien difieren a la hora de establecer el efecto producido sobre dicha información (rechazo de la información no atendida o atenuación de la misma, respectivamente). En el caso de las teorías energéticas, el *cómo* descansa sobre procesos de evaluación de las demandas de capacidad de la tarea y de los recursos disponibles que, junto con las disposiciones permanentes y transitorias del organismo, determinan la política de distribución de recursos. Sin embargo, y teniendo en cuenta que las explicaciones desarrolladas hasta aquí no suponen en ningún caso que se hayan cubierto de forma unívoca y completa los requerimientos de los dos niveles de análisis comentados, aún debemos concretar el algoritmo al que aludíamos más arriba sobre la base de un soporte físico que lo haga materializable. Para el tema que nos ocupa, dicha concreción nos lleva al estudio de las estructuras cerebrales implicadas en los distintos procesos atencionales. A este respecto, el campo de la Neurociencia Cognitiva supone uno de los intentos más prometedores para esclarecer esta última cuestión. Prueba de ello es el trabajo desarrollado por el grupo de

Michael Posner, que ha dado como consecuencia la elaboración de un modelo en el que se entiende que la atención es un sistema modular que contiene elementos estructurales y funcionales bien diferenciados y del que pasamos a ocuparnos seguidamente.

#### **1.6.4.1. La Teoría de las Redes Atencionales de Posner**

Los trabajos del grupo de Michael Posner han aportado evidencia experimental, cognitiva y anatómica de la existencia de tres redes neurales: el Sistema Atencional Posterior (o sistema de control perceptivo), el Sistema Atencional Anterior (o sistema de control cognitivo) y el Sistema de Alerta (Posner y Raichle, 1994).

##### **La Red Atencional Posterior**

El Sistema Atencional Posterior está relacionado con el control del procesamiento espacial (Posner, 1980; Posner y Raichle, 1994). En palabras del propio autor, este sistema tiene como función “dirigir la atención a las posiciones espaciales relevantes como en la búsqueda visual, la fijación de información a posiciones espaciales y la selección de la escala adecuada para examinar la entrada visual” (Posner y Rothbart, 1992, p. 93). Por “dirigir la atención” debemos entender que se trata de una respuesta de orientación propia del sistema atencional, distinta de la alineación de los órganos sensoriales con la fuente de estimulación. En nuestra vida diaria, ambas formas de orientación se encuentran estrechamente ligadas, si bien resulta posible aislar la una de la otra. Para ello, el grupo de Posner desarrolló la *tarea de costes y beneficios* (Posner, 1980; Posner, Nissen y Ogden, 1978). En dicha tarea, el sujeto debe detectar un estímulo (objetivo) que puede aparecer a la izquierda o a la derecha de la pantalla del ordenador presionando una tecla. Dicho estímulo puede ser, bien un punto luminoso, bien un carácter (letra o dígito). Al comienzo de cada ensayo se presenta un punto de fijación en el centro de la pantalla y el sujeto recibe instrucciones de no mover los ojos de ese punto. Seguidamente, se le proporciona una señal visual que le indica el lugar más probable de aparición del estímulo. Después de la señal, se presenta el objetivo y el sujeto debe detectarlo lo más rápidamente posible. Para asegurar que los efectos encontrados se deben a la orientación exclusiva de la atención y no de los receptores, el tiempo transcurrido entre la señal y el estímulo debe ser inferior a 250

milisegundos, dado que es el tiempo aproximado que se requiere para realizar un movimiento sacádico.

La **señal** que indica el lugar de aparición más probable puede ser de dos tipos:

- a) **Central**: consiste en una flecha que aparece sobre el punto de fijación y que está orientada hacia la derecha o izquierda de la pantalla.
- b) **Periférica**: se presenta un cuadrado luminoso en una de las dos localizaciones posibles.

Ambos tipos de señales se asocian a dos modos de control de la orientación atencional: endógeno en el primer caso (bajo el control del sujeto), y exógeno en el segundo (bajo control del estímulo).

Del mismo modo, los **ensayos** pueden ser de tres clases:

- a) **Ensayo válido**: cuando el estímulo aparece en la posición señalada por la señal.
- b) **Ensayo no-válido**: cuando el estímulo aparece en la posición contraria a la indicada por la señal.
- c) **Ensayo neutro**: cuando la señal no proporciona información sobre el lugar de aparición del estímulo (p.e. cuando se presenta una flecha de doble punta sobre el punto de fijación).

Los *beneficios* se definen como la diferencia en tiempo de reacción entre los ensayos válidos y los ensayos neutros, mientras que los *costes* se obtienen mediante la diferencia, también en tiempo de reacción, entre los ensayos no-válidos y los neutros. En el estudio del sistema atencional posterior se han disociado tres operaciones básicas:

movimiento atencional hacia la posición señalada, enganche atencional y desenganche para cambiar de posición. El análisis de la ejecución en la tarea de costes y beneficios de pacientes con daño en el lóbulo parietal en combinación con estudios de neuroimagen ha permitido la localización anatómica de dichas operaciones. De esta forma, se considera que la zona del lóbulo parietal posterior parece ser la responsable del desenganche atencional (Corbetta y cols., 1993). Por otra parte, determinadas estructuras del cerebro medio, especialmente los colículos superiores, están implicadas en el movimiento atencional (Rafal, 1998). Finalmente, el núcleo pulvinar del tálamo se ha relacionado con el enganche atencional (Rafal y Posner, 1987).

La metáfora utilizada para explicar estos resultados es la que entiende que la atención actúa como un *foco de linterna*, seleccionando una porción del campo visual y facilitando el procesamiento de cualquier estímulo que caiga dentro de la región seleccionada.

### **La Red Atencional Anterior**

La red atencional anterior se considera la estructura central de control sobre otras estructuras, como el sistema posterior y la red de alerta. Este módulo se relaciona con la conciencia focal y el aprendizaje explícito (Posner y Raichle, 1994), con la función de mantener la información en un estado que nos permite ser conscientes de ella (Posner y Rothbart, 1992), y con la memoria de trabajo (Posner y Dehaene, 1994). La idea de la existencia de sistemas o estructuras de control cognitivo es común en diversos campos de la psicología (p.e. Newell y Simon, 1972, en el ámbito de la resolución de problemas; Baddeley, 1990, en el campo de la memoria, etc.). En lo que se refiere a la red anterior, la acción de este mecanismo se asocia a situaciones donde es necesario sobreimponerse a un hábito, en tareas que requieren la generación de respuestas nuevas, en la detección de errores y en la planificación y toma de decisiones (Fernández-Duque y Posner, 2001; Posner y Digirolamo, 1998). Estos resultados coinciden con la propuesta de Norman y Shallice (1986), en la que se entiende que la actuación de un sistema supervisor sólo es requerida ante tales situaciones (aunque en su modelo también se incluyen aquellas en las

que se percibe dificultad o peligro). Desde el punto de vista anatómico, las tres estructuras cerebrales que conforman este sistema son: el cíngulo anterior, los ganglios de la base y la corteza dorsolateral prefrontal. De todas ellas, la mayor parte del sistema anterior parece residir en el cíngulo anterior y en la corteza dorsolateral prefrontal (Funahashi, 2001). Las conexiones anatómicas de esta red apoyan la idea de que constituye un mecanismo de control central (desde zonas perceptuales tanto visuales como auditivas, hasta áreas frontales y prefrontales). Además de los sistemas atencionales posterior y anterior, Posner postula la existencia de un tercer sistema: la red de alerta.

### **La Red de Alerta**

La red de alerta, o red de vigilancia, parece entrar en funcionamiento cuando los sujetos deben mantener el nivel de activación necesario para la realización de una tarea en la que se requieren respuestas continuas y rápidas o cuando los estímulos a detectar se presentan de manera infrecuente. En tales situaciones, parecen producirse una serie de cambios físicos tanto en el cerebro como en el resto del cuerpo que incluyen desaceleración cardíaca y decremento de la actividad eléctrica cerebral registrada desde el cuero cabelludo, al mismo tiempo que se observa un aumento del flujo sanguíneo en los lóbulos parietal y frontal derechos (Posner y Raichle, 1994). En conjunto, estos cambios provocan un aumento en la velocidad de detección de los estímulos, aunque también aumentan el número de errores y de respuestas anticipatorias (Posner, 1978). Los lóbulos frontal y parietal derechos se consideran los principales candidatos para localizar estructuralmente la red de vigilancia a nivel de la corteza. En el caso del lóbulo frontal derecho, los estudios con pacientes que sufren daño en esa zona informan de una peor ejecución en tareas que requieren un estado de alerta mantenido. A nivel subcortical, la localización de este tercer módulo hemos de buscarla en una zona del cerebro medio conocida como locus coeruleus, que tiene proyecciones hacia los lóbulos anteriormente mencionados y que es la principal responsable de la segregación de norepinefrina, un neurotransmisor implicado en el estado de arousal general del organismo.

Por otra parte, el sistema de alerta tiene conexiones directas con las otras dos redes, aunque los efectos sobre una y otra son opuestos: activación de la red posterior e inhibición de la red anterior. En un estudio realizado por Cohen y cols. (1998), utilizando la técnica de tomografía por emisión de positrones (PET), encontraron que el flujo sanguíneo aumentaba en la corteza frontal media, mientras disminuía en el cíngulo anterior y en la corteza parietal posterior. La explicación que se ha dado a estos resultados es que en tareas donde la actividad ha de mantenerse en espera de la aparición de estímulos poco frecuentes, es conveniente no llevar a cabo ninguna actividad mental que pueda interferir con la detección del estímulo. Evidencia a favor de este efecto inhibitorio de la red de alerta sobre el sistema anterior también ha sido encontrada por otros autores (Fan y cols., 2002), utilizando un paradigma de tiempo de reacción para evaluar la eficacia del procesamiento de las tres redes que combina la tarea de señalización de Posner (1980) y la tarea de flancos de Eriksen (Eriksen y Eriksen, 1974).

### **1.6.5. La Tradición Psicofisiológica**

Siguiendo a Vila (1996), la atención ha sido el proceso cognitivo más estudiado desde la perspectiva psicofisiológica. No obstante, existen varios aspectos dentro del estudio de la atención que han sido resaltados y diferenciados desde esta tradición, a saber: la orientación, la actitud, la selectividad y el esfuerzo atencional.

#### **1.6.5.1. Orientación**

El reflejo de orientación (RO) fue descrito por primera vez por Pavlov (1927). Dicha respuesta, también denominada reflejo de “qué es esto” fue descrita como una reacción motora consistente en dirigir los órganos sensoriales hacia la fuente de estimulación cuya función era eminentemente adaptativa, al facilitar el análisis exhaustivo de la información que llega a los sentidos. En opinión del autor, esta reacción era provocada por alteraciones muy leves en el ambiente –como cambios pequeños en la intensidad de los estímulos. Sin embargo, desde la perspectiva psicofisiológica nunca se limitó ni se identificó la respuesta de orientación con la respuesta motora de dirigir los

órganos sensoriales hacia el estímulo. Otras respuestas de tipo cortical y autonómico indicativas de que la atención se está dirigiendo hacia el estímulo han sido destacadas desde esta tradición (Vila 1996). Quizá el trabajo más influyente durante el siglo pasado sobre la respuesta de orientación es el desarrollado por Sokolov siendo, al mismo tiempo, una de las primeras propuestas que resaltaron el carácter cognitivo del RO. Las contribuciones de Sokolov al entendimiento del RO han sido múltiples. Sin embargo aquí destacaremos, sobre todo, una: el hecho de interpretar la respuesta de orientación en términos cognitivos (Sokolov 1960, 1963, 1969) y que daría lugar a su modelo de comparación neural.

En su modelo de comparación neural, Sokolov (1963) pone de manifiesto el carácter cognitivo del reflejo de orientación: según este modelo, la respuesta de orientación se produce como consecuencia de un proceso de comparación a nivel de la corteza cerebral entre la representación neural del estímulo actual y la representación en memoria de la estimulación previa. Si el resultado de dicha comparación es de disparidad entre ambas representaciones, se produce la respuesta de orientación. Desde el punto de vista anatómico, la elicitación de la respuesta de orientación descansa sobre un sistema de amplificación localizado en la formación reticular del tronco cerebral. Al producirse una discrepancia entre la representación del estímulo en curso y la correspondiente a la estimulación pasada, el sistema de amplificación activa las manifestaciones periféricas del RO dado que, en este caso, dicho sistema no es inhibido desde la corteza. Por el contrario, desde el modelo también se asume que, a medida que vamos teniendo una mayor experiencia con un estímulo, su “modelo neural” va evolucionando cada vez hacia una representación más precisa del mismo. Cuando la representación en memoria de dicho estímulo adquiere un valor de correspondencia con el modelo neural de la estimulación anterior, el sistema de amplificación es bloqueado desde la corteza, dejándose de emitir la respuesta de orientación. De esta forma, la respuesta de orientación en Sokolov está estrechamente ligada a las representaciones del mundo en nuestra memoria. Este aspecto del trabajo de Sokolov ha sido desarrollado ampliamente por Öhman (1979) y Siddle (1991).



La evidencia acumulada de estudios centrados en procesos de habituación del RO así como los dirigidos al análisis de los factores implicados en su elicitación (ver Öhman, Hamm y Hugdahl, 2000), parece ser consistente con los postulados del modelo de Sokolov. Sin embargo, los resultados de dichos estudios también parecen encajar con la *teoría de los procesos duales* propuesta por Groves y Thompson (1970), que explica los procesos de habituación (o, en la terminología de Sokolov, la adquisición de una representación neural del estímulo en curso que se corresponde con la de la estimulación anterior) en términos fisiológicos, sin la intervención de procesos cognitivos de carácter central. Según este modelo, las respuestas manifiestas de un organismo están determinadas por dos sistemas independientes: una ruta específica de la conexión estímulo-respuesta, y un sistema de sensibilización no específico que controla el estado tónico de excitación del organismo o, en otras palabras, su disponibilidad a responder. La teoría de los procesos duales explica el fenómeno de la recuperación de respuesta ante un cambio estimular asumiendo que estímulos parecidos comparten rutas estímulo-respuesta. Cuanto más similares son entre sí dichos estímulos, más rutas comparten. Por ejemplo, si se produce habituación a un tono, dicho proceso genera inhibición en las redes neurales activadas por dicho tono. Si presentamos un tono similar, la respuesta que obtendremos será parcialmente inhibida por compartir redes neurales con el primer tono. En este sentido, el modelo espera que cuanto mayor sea la diferencia entre ambos estímulos, mayor será la respuesta obtenida.

Sin embargo, la propuesta de Groves y Thompson tampoco está exenta de crítica. Por ejemplo, Graham (1973) mantiene que el hecho de obtener mayores respuestas en ensayos donde se produce un cambio estimular en comparación con las obtenidas en la primera presentación del estímulo estándar son difíciles de explicar desde la perspectiva de los procesos duales (ver Bohlin, Lindhagen y Hagekull, 1981b; Furedy y Ginsburg, 1975). Otro de los aspectos claves a resaltar en el estudio del RO está relacionado con la significación de los estímulos. Desde el punto de vista evolutivo resulta más importante responder ante estímulos que tienen un significado conocido que a los que son sencillamente novedosos. En la terminología de Sokolov, tales estímulos se denominan “estímulos señal” (Sokolov, 1963). De acuerdo con el autor, las respuestas de orientación ante los estímulos señal están controladas por factores similares a los que controlan los

estímulos no-señal. El significado funcional de los estímulos señal es el mismo que el de los estímulos no-señal, es decir, facilitar la percepción del estímulo. No obstante, ambos tipos de respuesta también presentan ciertas diferencias: el propio Sokolov distinguió entre el RO *generalizado*, emitido ante estímulos no-señal y el RO *localizado*, que si bien está relacionado hasta cierto punto con los estímulos señal, su emisión no se restringe a éstos. En el primer caso estaríamos hablando de una reacción de alerta cuyo objetivo es permitir al organismo un manejo eficaz con exigencias ambientales desconocidas y potencialmente peligrosas, mientras que en el segundo se trataría de movilizar los recursos del organismo hacia consecuencias conocidas. Por otra parte, dado que los estímulos señal son, por definición, familiares, están representados en modelos de memoria bien desarrollados. Este último aspecto representa un problema para la teoría, dado que el modelo debe explicar el hecho de que tanto la correspondencia como la discrepancia entre la entrada sensorial y el modelo de memoria provoquen una respuesta de orientación. Puede suponerse que el principal factor que explique la respuesta de orientación sea el de la significación de los estímulos y que la novedad sea un potente disparador de dicha respuesta dado que los estímulos nuevos pueden tener consecuencias significativas que deban ser atendidas. Sin embargo, tal y como apuntan Öhman, Hamm y Hugdahl (2000), esta aproximación no puede dar cuenta de uno de los postulados más importantes del modelo de Sokolov: que el RO y su habituación están condicionados por el desarrollo de representaciones de memoria de la realidad. Para poder reconciliar las distintas demandas teóricas de ambos tipos de respuesta, Öhman (1979) desarrolló el modelo de procesamiento de la información de la

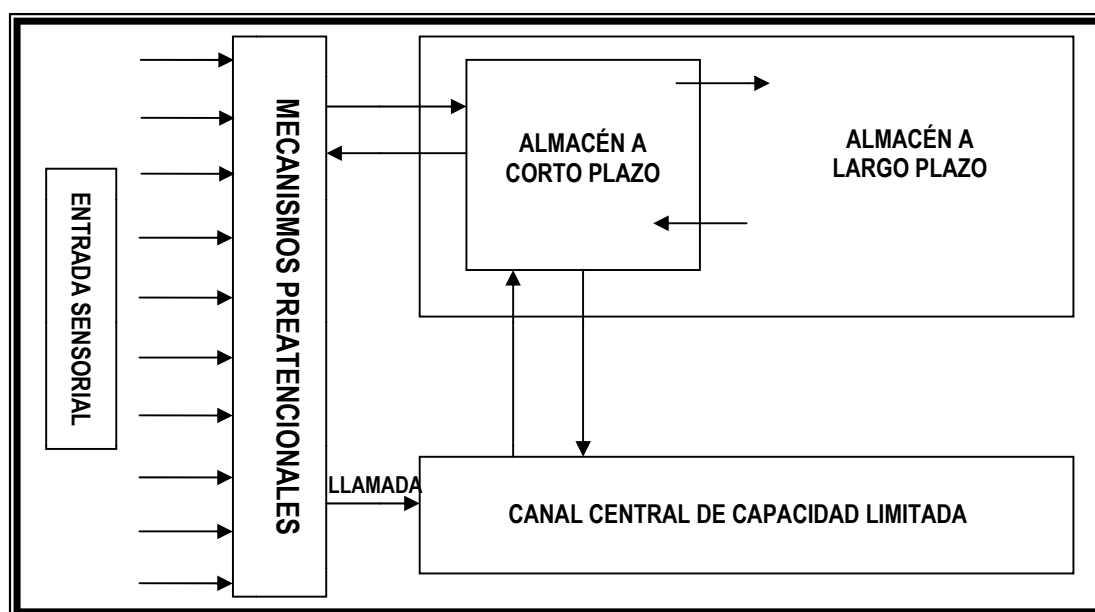


Figura 3. El modelo de procesamiento de la información de Öhman

orientación. La idea básica del modelo es que el RO refleja la selección del estímulo elicitor en un canal que cuenta con recursos cognitivos limitados. En opinión de Öhman, las respuestas de orientación tanto ante estímulos señal como no-señal cumplen la función de promover dichos recursos. La figura 5 representa dicho modelo.

En el modelo de Öhman los estímulos pasan a través de mecanismos preatencionales que se encargan de compararlos con el contenido activado en el almacén a corto plazo. Aquellos estímulos que no encuentran una correspondencia con las representaciones en memoria o con representaciones catalogadas como significativas son trasladados (“llamada”) al canal central de capacidad limitada que se encarga de realizar su correspondiente análisis. Se entiende que la comparación de un estímulo con las representaciones en memoria se corresponde con un procesamiento automático, mientras que el análisis realizado por el canal de capacidad limitada es de carácter controlado. La respuesta de orientación se identifica con la llamada a recursos de procesamiento en el canal central.

Podemos encontrar evidencia a favor del modelo de Öhman en una amplia variedad de estudios. Por ejemplo, Lorch, Anderson y Weil (1984), utilizaron paradigmas de procesamiento de información sin tomar ninguna medida directa del RO. En su estudio, comprobaron que la oportunidad de habituar ante estímulos irrelevantes –que posteriormente se utilizaron como distractores en una tarea de velocidad de clasificación– reducía los efectos de interferencia de los distractores. Por su parte, y relacionado con la distribución de los recursos de procesamiento cognitivo, Stenfert Kroese y Siddle (1983) analizaron respuestas de conductancia eléctrica de la piel ante tonos distractores en sujetos que debían realizar una tarea de atención sostenida con dos niveles de dificultad. Los autores informaron sobre una habituación más lenta ante los tonos presentados durante la tarea primaria más difícil. No obstante, también existen resultados procedentes de investigaciones en las que se han empleado paradigmas de tiempo de reacción que son difíciles de encajar dentro del modelo. Dawson y colaboradores (1989), encontraron que mientras que las respuestas de conductancia eléctrica de la piel eran mayores ante estímulos señal, los tiempos de reacción eran mayores ante estímulos objetivo presentados 150

milisegundos después de la presentación del estímulo no señal, en comparación con los tiempos de reacción observados cuando se presentaban estímulos objetivos en la misma posición después de un estímulo señal. A pesar de ello, Filion y colaboradores (1991), mostraron que las respuestas de conductancia eléctrica de la piel y el enlentecimiento en el tiempo de reacción ante estímulos no señal mostraban cambios concordantes, siempre que los estímulos señal y no-señal se presentaran en modalidades sensoriales diferentes.

De esta forma, el modelo de Öhman resulta consistente con un amplio conjunto de datos y ha generado una amplia investigación sobre el papel de los recursos de procesamiento cognitivo en la orientación y la habituación, aunque, debido a que en determinadas áreas no parece operar de manera óptima, sigue necesitando de revisión y posteriores reformulaciones.

#### **1.6.5.2. Actitud Atencional**

Otro de los aspectos ampliamente investigados desde la Psicofisiología es el de la actitud atencional, o disposición a atender o no a la información que llega a los sentidos. La actitud atencional está estrechamente relacionada con el RO, sin embargo, aunque algunos autores han llegado a identificar ambos aspectos (Graham y Clifton, 1966), no son exactamente lo mismo. La actitud atencional tiene que ver más con lo que el sujeto hace que con lo que le ocurre en una situación determinada. Al contrario que en el estudio de la orientación, en el campo de la actitud atencional los estímulos pasan a tener una importancia secundaria, siendo la disposición del sujeto el elemento primordial. La investigación en esta área ha estado marcada por la denominada teoría o hipótesis de la aceptación-rechazo de John y Beatrice Lacey (Lacey y Lacey, 1967), centrada en los cambios direccionales (acelerativos y decelerativos) de la tasa cardíaca. Según los autores, los cambios de dirección en la respuesta cardíaca reflejan la intención del organismo a aceptar o rechazar la información procedente del ambiente. La desaceleración cardíaca estaría asociada a la disposición para detectar y procesar estímulos externos (aceptación) y tendría una doble función: por una parte, aumentar la sensibilidad de los receptores sensoriales y, por otra, preparar al organismo para responder de forma eficaz a dicha estimulación. La aceleración cardíaca estaría asociada a la disposición de no atender

(rechazo) a la estimulación externa, no porque exista un rechazo afectivo a dicha estimulación, sino porque se está intentando dirigir la atención hacia procesos cognitivos internos.

Siguiendo a Vila (1996), podría decirse que, mientras que la actitud atencional de aceptación refleja un proceso típicamente atencional, la actitud atencional de rechazo da cuenta, al mismo tiempo, de otro tipo de procesos cognitivos tales como la memorización, la recuperación de la información o el razonamiento lógico. Para la comprobación empírica de este planteamiento se han utilizado dos tipos de tareas: aquellas en las que se requiere dirigir la atención hacia la estimulación externa –por ejemplo, mirar luces o escuchar sonidos atentamente- y las que requieren no atender a dicha estimulación por demandar elaboración cognitiva interna –como, por ejemplo, cuando se le pide al sujeto que cuente mentalmente hacia atrás a partir de un número determinado- o en las que se emplean estímulos nocivos (p.e. ruidos intensos). En cualquier caso, el principal paradigma experimental empleado por los Lacey en el estudio de la significación de los cambios en tasa cardíaca ha sido la tarea de tiempo de reacción señalizado (Lacey y Lacey, 1970). En este tipo de tareas se presenta una señal de aviso que indica la posterior aparición de un estímulo al que el sujeto debe responder (señal imperativa). Los autores observaron que tras la presentación de la señal de aviso aparecía una respuesta cardíaca bifásica consistente en una aceleración seguida de una desaceleración previa a la presentación de la señal imperativa. Este último componente de la respuesta se interpretó como el reflejo de un proceso preparatorio que facilita los aspectos sensoriales y motores de la interacción del sujeto con el estímulo. Otro resultado que merece destacarse es que la desaceleración también estaba relacionada con el nivel de motivación del sujeto para realizar la tarea, encontrándose que cuanto mayor era la desaceleración mayor era también el nivel de ejecución.

Una de las líneas de investigación que más apoyo ha dado a la hipótesis de la aceptación-rechazo es la desarrollada por Coles y Duncan Jonson. Coles (1972), examinó los cambios en tasa cardíaca en una tarea de búsqueda visual en la que se manipuló la discriminabilidad de los estímulos en una matriz de estímulos con dos niveles de dificultad:

en la condición fácil, los sujetos debían detectar la letra “b” en una matriz formada mayoritariamente por la letra “a”, mientras que en la condición difícil, los sujetos debían buscar la letra “e” en una matriz formada también en su mayoría por la letra “a”. Los resultados mostraron una mayor desaceleración cardíaca ante la condición difícil.

Coles y Duncan Johnson también utilizaron el paradigma de tiempo de reacción señalado en una tarea de discriminación de tonos (Duncan-Johnson y Coles, 1974; Coles y Duncan-Johnson, 1975; 1977). En este caso, el objetivo era estudiar los cambios en las características del estímulo imperativo sobre la actividad cardíaca anterior a éste. Se observó una mayor desaceleración cardíaca anticipatoria ante estímulos similares. Dicha respuesta fue interpretada como una reacción preparatoria relacionada con las demandas perceptivas anticipadas por los sujetos.

Por otra parte, en lo que se refiere a la aceleración cardíaca y su relación con el procesamiento cognitivo el grupo de Coles y Duncan-Johnson, utilizando también un paradigma de tiempo de reacción señalado, ha encontrado un patrón cardíaco de respuesta con tres componentes: una aceleración inicial, un segundo componente decelerativo y una aceleración final. Estos tres componentes han sido interpretados en términos de evaluación y elaboración del estímulo, preparación anticipatoria y activación concomitante con la respuesta motora respectivamente.

Otros aspectos relacionados con la actitud atencional y que han aportado evidencia a favor de la hipótesis de la aceptación-rechazo son: diferencias en la ejecución de tareas de tiempo de reacción entre niños y adultos (Anthony, Butler y Putnam, 1978; Anthony y Putnam, 1979; Putnam y Meiss, 1980a, 1980b; Anthony y Putnam, 1985), estudios con tareas de reconocimiento taquistoscópico (McCanne y Sandman, 1974; Sandman, McCanne, Kaiser y Diamond, 1977), efectos del condicionamiento operante de la tasa cardíaca sobre la elaboración cognitiva (Cacioppo, Sandman y Walter, 1978) y cambios en la tasa cardíaca asociados a la realización de pruebas de inteligencia (McCanne y Lyons, 1990).

A pesar de que la teoría de los Lacey encuentra un amplio apoyo empírico, algunos estudios han encontrado resultados que son difíciles de interpretar desde esta perspectiva. Por ejemplo, los estudios de Surwillo (1971) con tareas de tiempo de reacción encuentran un cierto nivel de independencia entre la ejecución en este tipo de tareas y los cambios en la tasa cardíaca.

Malcuit (1973), encontró respuestas decelerativas ante la presentación de estimulación aversiva. En su estudio, en el que se emplearon pequeños calambres como estímulos aversivos, se diseñaron cuatro condiciones: posibilidad de evitación real, instrucciones falsas de posibilidad de evitación, sin posibilidad de evitación y con feedback sobre la ejecución. En las situaciones con posibilidad de control (real o ficticia), los sujetos mostraban respuestas acelerativas, pero en la condición pasiva y en la de feedback sobre la ejecución se observó desaceleración cardíaca.

Lobby, Lacey y Lacey (1973) encontraron resultados inconsistentes con la teoría (desaceleración cardíaca) ante estímulos visuales desagradables. Por su parte, Zimmer, Vossel y Fröhlich (1990), informaron que las mayores desaceleraciones anticipatorias no siempre van acompañadas de una mejor ejecución en la tarea. También se ha cuestionado que la aceleración cardíaca pueda considerarse un índice de procesamiento de la información externa, entiendo en cambio que dichos reflejan efectos de las demandas verbales (Carrol y Anastasiades, 1978; Johnson y Campos, 1967). Un último aspecto que ha sido objeto de crítica ha sido el uso de términos un tanto subjetivos como elementos explicativos de la teoría (Carrol y Anastasiades, 1978; Hahn, 1973).

Sin embargo, tal y como sostiene Pérez (1993), a pesar de que existen aspectos de la teoría que son susceptibles de crítica, lo que no admite discusión es el hecho de que los cambios en la actividad cognitiva van acompañados de cambios en la actividad cardíaca.

### **1.6.5.3. Selectividad**

Una parte importante de la investigación experimental sobre el problema de la selectividad se ha realizado utilizando la respuesta eléctrica de la piel como índice de procesamiento de la información no atendida en tareas de escucha dicótica. Recordemos, por ejemplo, el estudio de Corteen y Wood (1972) en el que observaron respuestas electrodérmicas en los sujetos ante nombres de ciudades que se habían asociado previamente a un pequeño shock y de las cuales no habían sido conscientes durante la tarea de seguimiento selectivo. Otro estudio que ya mencionamos es el de Vila y Tudela (1982) sobre respuestas autonómicas ante estímulos no atendidos que pertenecen a una misma categoría semántica, así como el de Dawson y Schell (1982) y que, en esencia, apuntan en la misma dirección que el estudio pionero de Corteen y Wood, dando más apoyo a las teorías cognitivas que situaban el proceso de selección de la información en fases tardías.

Por otra parte, desde la Psicofisiología también se han utilizado ampliamente medidas referidas al sistema nervioso central para intentar dilucidar la cuestión del lugar de la selección dentro de la cadena de procesamiento. Uno de los campos que ha experimentado mayor desarrollo ha sido el de los potenciales evocados, derivados del registro del electroencefalograma.

Las primeras indicaciones de que los potenciales evocados podían utilizarse en la investigación de los procesos atencionales proviene de estudios en los que se comparaban potenciales evocados ante estímulos atendidos y ante estímulos ignorados (Eason y cols., 1964; Hillyard y cols., 1973). Este tipo de estudios sugería que los estímulos atendidos se encontraban asociados a componentes negativos de mayor amplitud cuya latencia de respuesta se sitúa entre los 100 y los 200 milisegundos posteriores a la presentación de dichos estímulos. Siguiendo a Fabiani, Gratton y Coles (2000), la investigación posterior estuvo relacionada con tres cuestiones:

1. El uso de los potenciales evocados para someter a prueba las distintas teorías sobre atención selectiva.



2. La naturaleza de los efectos atencionales sobre los potenciales evocados.

3. Las bases neurofisiológicas de los efectos de atención selectiva.

Hillyard y colaboradores (1973), proporcionaron el paradigma típico de este tipo de estudios. En él se presentan cuatro tipos de estímulos que difieren en dos dimensiones (p.e. localización y tono, en caso de que se presenten estímulos auditivos), y que poseen dos niveles diferentes (oído izquierdo/oído derecho y estímulo estándar/estímulo objetivo). A los sujetos se les pide que atiendan a los estímulos que se presentan en una localización determinada y que detecten los estímulos objetivos. Para investigar los efectos atencionales, se comparan los potenciales evocados ante estímulos estándar que se presentan en la localización atendida (canal) con los producidos por los estímulos estándar que se presentan en el canal ignorado.

El grupo de Hillyard ha observado que, al utilizar este procedimiento, se produce una negatividad mayor ante los estímulos presentados en el canal atendido cuya latencia está entre 100 y 150 milisegundos con posterioridad a la ocurrencia del estímulo en cuestión. Se supone que el momento temporal en el que se diferencian las ondas obtenidas para los estímulos atendidos y los ignorados indica el punto en el que el filtro comienza a actuar. Estudios posteriores han puesto de manifiesto que el modo en que los potenciales evocados se ven afectados por manipulaciones de tipo atencional puede tomar tres caminos (ver Hackley, 1993):

1. En primer lugar, pueden no verse afectados por tales manipulaciones, lo que nos llevaría a considerar que la actividad cerebral asociada a eventos es una respuesta automática a la estimulación. En este caso hablamos de componentes *exógenos*.

2. En segundo lugar, los componentes de la onda de potenciales pueden verse afectados por manipulaciones atencionales pero sólo cuando la atención es

dirigida a alguna a otra parte. Bajo estas condiciones, se considera que los potenciales evocados son respuestas semiautomáticas que pueden ocurrir incluso sin atención, pero que son mayores en amplitud –o menores-, cuando la atención cae sobre el estímulo. Este tipo de componentes recibe el nombre de componentes *mesógenos*.

3. Por último, puede que sea necesaria la atención para que se produzcan dichas respuestas. En este caso, sólo podremos observar potenciales evocados cuando el sujeto está procesando activamente la información que se le presenta. Este último tipo de respuesta se denomina *endógena*.

Respecto al lugar de la selección de información, la cuestión que se plantea es la siguiente: cuáles son los componentes más tempranos pertenecientes a la onda de potenciales que se ven afectados por manipulaciones de tipo atencional. En 1956, Hernández-Peón, Scherrer y Jouvét formularon la teoría conocida como la *hipótesis de la puerta periférica*, que sugiere que la atención modula respuestas en etapas muy tempranas dentro de la ruta sensorial. A favor de esta propuesta está el hecho de que existen fibras procedentes del sistema nervioso central que se dirigen a los órganos sensoriales (como las de la cóclea y las de la retina).

Por otra parte, estudios sobre potenciales procedentes del tronco cerebral, que tienen una latencia de unos pocos milisegundos después de la aparición del estímulo, ponen de manifiesto que tales respuestas se ven influidas por procesos atencionales (Lukas, 1980, 1981). Resultados similares han sido aportados por Eason y colaboradores (1964) en la modalidad sensorial. Sin embargo, los intentos posteriores por replicar estos resultados no han tenido éxito. Por este motivo, existe en la actualidad cierto consenso respecto al hecho de que los potenciales auditivos más tempranos que se ven afectados por procesos atencionales tienen una latencia de entre 20 a 25 milisegundos (McCallum y cols., 1983). Es bastante probable que dichos potenciales se generen en el córtex auditivo primario (Romani, Williamson y Kaufman, 1982a, Romani y cols., 1982b; Woldorff y cols., 1993).

Resultados similares en la modalidad somatosensorial han sido aportados por Michie y cols. (1987).

Dentro de la modalidad visual se obtiene un patrón de resultados diferente. En este caso, las respuestas que apelan a mecanismos corticales, cuya latencia está entre 50 y 70 milisegundos, parecen ser inmunes a manipulaciones atencionales (Hansen y Hillyard, 1980, 1984; Mangun, Hillyard y Luck, 1993). Los efectos atencionales ocurren más tarde en el tiempo, sugiriendo que tales efectos se producen cuando las señales se transfieren desde el córtex visual primario a las áreas corticales circundantes (Mangun y cols., 1993).

#### **1.3.5.4. Esfuerzo**

Otra de las cuestiones resaltadas desde los modelos puramente cognitivos es el relativo a los aspectos energéticos de la atención. A nivel teórico, el concepto de esfuerzo o carga mental podría entenderse dentro de un marco de referencia más amplio representado por los estudios sobre activación o “arousal”, en el que existen dos posiciones fundamentales:

**1. La perspectiva unidimensional**, desde la que se entiende que existe una única dimensión de activación en la que los sistemas autonómico, cortical y somático funcionan de forma completamente integrada. El supuesto básico de esta postura establece que los diferentes índices de activación correlacionan entre sí. Dado que todos los índices fisiológicos funcionan de forma paralela, el estudio de cualquier variable de este tipo sería suficiente para analizar la relación entre activación y conducta. Los trabajos de investigación desarrollados dentro de este marco no siempre aportaron evidencia a favor de la teoría, como el hecho de que los diferentes índices de activación no siempre correlacionan. Este hecho sirvió de base para la formulación de la perspectiva de la especificidad de la activación realizada por Lacey (1967, 1980).

**2. La perspectiva multidimensional** propone que los patrones de activación no sólo reflejan procesos relacionados con la intensidad de la conducta. En su formulación, Lacey mantiene que el sistema nervioso autónomo no sólo cumple una función eferente, sino que también proporciona feedback al sistema nervioso central. Desde este punto de vista se habla del fenómeno conocido como fraccionamiento direccional, por el que varios componentes del sistema nervioso pueden mostrar direcciones de respuesta distintas (Lacey 1967, 1980).

La idea de fraccionamiento direccional conlleva hablar de especificidad psicofisiológica. A este respecto se definen dos tipos de especificidad: la estereotipia situacional, que hace referencia al hecho de que estímulos o situaciones específicas pueden producir patrones particulares de respuesta en distintos sujetos, y la estereotipia individual, que alude a que diferentes estímulos tienden a producir un mismo patrón de respuesta en un mismo individuo (Vila, 1984). A pesar de que la evidencia empírica acumulada parece apoyar esta segunda posición (ver Hatfield, Landers y Ray, 1987; Tursky, Schwartz y Crider, 1970; Blylock, 1972; Schwartz, 1982, en lo referente a la disociación entre distintos índices de activación), lo cierto es que también existen resultados que son difíciles de encajar dentro de este marco, como el hecho de que las variables psicofisiológicas correlacionen en determinadas situaciones (Green, 1980).

Las variables de tipo autonómico más utilizadas dentro del contexto del esfuerzo o carga mental han sido la tasa cardíaca, la presión sanguínea y el consumo de oxígeno (Pérez, 1993), aunque también se utilizan otro tipo de variables como el reflejo barorreceptor y el sinus arritmia respiratorio. Vila (1996) señala que, en términos generales, los estudios que utilizan este tipo de medidas demuestran que los cambios cardiovasculares producidos por tareas en las que se manipula la carga mental requerida (tareas superpuestas) son parecidos a los que se observan en pacientes con problemas cardiovasculares indicativos de una disminución del control parasimpático sobre el corazón y una predominancia de la rama simpática del sistema nervioso autónomo. Kramer y Weber (2000) establecen que este tipo de medidas psicofisiológicas reflejan sobre todo demandas generales de procesamiento, más que facilitar la identificación de recursos de

procesamiento específicos. Dicho carácter general presenta tanto ventajas como inconvenientes. Por ejemplo, este tipo de medidas podría utilizarse para proporcionar una indicación general de la carga mental experimentada por los sujetos. Sin embargo, dichas medidas serían de poca utilidad si lo que intentamos descubrir es qué tipo concreto de demandas de procesamiento requiere la realización de una tarea determinada.

Los dos índices electrocorticales de esfuerzo mental más utilizados han sido el ya mencionado N100 y el P300, sobre todo en el campo de los modelos de recursos múltiples. Una de las predicciones derivada de dichos modelos es que los procesos que se hallan limitados por los recursos deberían mostrar una relación lineal entre recursos y ejecución. Kramer, Wickens y Donchin (1985) encontraron dicha relación al observar que el aumento de la dificultad de la tarea primaria se traducía en una disminución sistemática de la amplitud del P300 provocado por la realización de una tarea secundaria. De esta forma, parece que dicho componente podría proporcionar un índice de la distribución de recursos en tareas duales. De hecho, dicha relación ha sido confirmada por una amplia variedad de estudios que han utilizado tareas de búsqueda visual, búsqueda en memoria, y en tareas de discriminación auditiva y visual (Hoffman y cols., 1985; Kramer y Strayer, 1988; McCallum, Cooper y Pocock, 1987; Natani y Gomer, 1981). Siguiendo con nuestro razonamiento anterior, si el P300 refleja la distribución de recursos que tiene lugar cuando realizamos dos tareas de manera simultánea, sería esperable encontrar efectos de reciprocidad en la amplitud de dicho componente de manera que incrementos en la amplitud del P300 provocado por la realización de una actividad se viesan acompañados de decrementos en el mismo parámetro referidos a la realización de una tarea concurrente. Dicho efecto ha sido encontrado por Sirevaag y cols. (1987) y Wickens (1983). Se han observado efectos de reciprocidad similares en otros componentes de la onda de potenciales, como el P100, el N100 y el P200 (Mangun y Hillyard, 1990; Parasuraman, 1985). Sin embargo, a diferencia del componente P300, se entiende que los potenciales tempranos como el P100 y el N100 reflejan procesos de distribución de recursos en tareas simultáneas que comparten recursos comunes, mientras que el P300 sería un indicador de distribución de recursos en tareas concurrentes que bien requieren de pocos recursos para su realización o bien que ambas demandan recursos distintos. Por otra parte, la sugerencia

de que un único recurso o capacidad es suficiente para explicar el patrón de ejecución en tareas simultáneas ha sido apoyado empíricamente por estudios de tipo conductual y psicofisiológico. Por ejemplo, parece ser que el P300 es sensible sólo a un pequeño conjunto de demandas de procesamiento: parece verse afectado por demandas de procesamiento central pero no por demandas de tipo motor (Isreal y cols., 1980) mientras que el P100 y el N100 parecen reflejar procesos de atención selectiva y, más concretamente, la distribución de recursos atencionales en el espacio visual (Mangun y Hillyard, 1990).

#### **1.6.5.5. Medidas autonómicas y centrales de procesamiento cognitivo**

Las variables psicofisiológicas más utilizadas en el estudio de los procesos atencionales son las pertenecientes al sistema nervioso autónomo -en especial la tasa cardiaca y la conductancia eléctrica de la piel-, y las medidas corticales- fundamentalmente los potenciales evocados y las imágenes del metabolismo cerebral. En cuanto a las primeras, la tasa cardiaca ha sido la variable más investigada desde la perspectiva cognitiva. Concretamente, su estudio se ha circunscrito al reflejo de orientación, la actitud atencional y el esfuerzo. En lo que se refiere al reflejo de orientación, hemos podido ver en apartados anteriores cómo la dirección de los cambios en tasa cardiaca (acelerativa y desacelerativa) ha sido indicativa de la presencia del reflejo de orientación (desaceleración). Sin embargo, esta forma de interpretar dicho cambios resulta un poco inapropiada a la luz de investigaciones recientes sobre patrones de respuesta cardiacos ante estímulos de intensidad moderada. En tales estudios se observan patrones de respuesta complejos con componentes acelerativos y desacelerativos. Por ejemplo, Barry (Barry y Tremayne, 1987) ha descrito dos componentes independientes: una desaceleración inicial asociada al registro atencional del estímulo y un segundo componente acelerativo que reflejaría el esfuerzo o carga de procesamiento requerida por dicho estímulo.

En el ámbito de la actitud atencional, hemos visto que la investigación ha estado marcada por la hipótesis de la aceptación-rechazo de John y Beatrice Lacey (1967). Las

tareas experimentales utilizadas en este campo reflejan situaciones en las que el sujeto debe atender a la estimulación externa (aceptación) o bien rechazar dicha estimulación. En el primer caso los cambios observados es tasa cardiaca son de naturaleza desacelerativa, mientras que el segundo lo que se encuentra es aceleración. En aquellas situaciones experimentales que requieren la aceptación y el rechazo simultáneo de la estimulación externa no se observan cambios significativos en esta variable.

Por último, la tasa cardiaca también ha sido utilizada como indicador del nivel de esfuerzo requerido por una tarea. El tipo de paradigma empleado guarda bastante parecido con las tareas típicas empleadas en el estudio de la actitud atencional de rechazo, aunque lo más habitual es el empleo de tareas duales superpuestas (p.e. Massaro, 1975). En general, los datos apuntan a que los patrones de respuesta observados van en la misma línea de las respuestas mostradas por pacientes que sufren de una disminución del control parasimpático de la actividad cardiovascular (Vila, 1996).

Por otra parte, también se ha puesto de manifiesto que la tasa cardiaca, al igual que la conductancia eléctrica de la piel, resulta útil en tanto que índice de las demandas generales de procesamiento (Kramer y Weber, 2000).

La actividad eléctrica de la piel ha sido muy utilizada, fundamentalmente, en dos campos: el estudio del reflejo de orientación (Barceló, Hall y Gale, 1995), y el estudio de la habituación y el condicionamiento de dicho reflejo. Los resultados procedentes de este cuerpo de investigación relacionan la respuesta electrodérmica de orientación con el problema de la selectividad atencional. También ha sido utilizada como índice de procesamiento cognitivo de la información no atendida como en el caso de Vila y Tudela (1982) y en estudios donde se han presentado estímulos fóbicos por debajo del umbral de conciencia (Öhman, 1993).

Näätänen (1992) propone que las medidas periféricas pueden emplearse para clarificar los mecanismos cerebrales implicados en el procesamiento automático y

controlado de la información, aunque de manera indirecta. Esto último se debe a que dichas medidas presentan una serie de características comunes:

1. Son demasiado lentas o tardías.
2. Están bastante alejadas de los procesos que constituyen el principal foco de interés.
3. No son específicas de los estímulos o de las tareas, al menos cuando se utilizan índices aislados, si bien pueden obtenerse patrones de respuesta más prometedores cuando se combinan varias medidas.
4. También son inespecíficas con respecto a las distintas etapas de procesamiento (Näätänen, 1979).
5. Están fuertemente asociadas con aspectos energéticos (movilización de la energía) y emocionales.

Sin embargo, las medidas autonómicas siguen siendo de vital importancia en el estudio de los procesos cognitivos. Este tipo de variables, por ejemplo, son altamente sensibles a manipulaciones experimentales relacionadas con el procesamiento de la información no atendida, mientras que las medidas directas de la actividad cerebral relacionada con la atención (por ejemplo, los potenciales evocados) no aportan datos en este sentido (Näätänen, 1988a). Relacionado con lo anterior, podemos decir que las medidas referidas al sistema nervioso central que más se han empleado en el campo de la atención son: el electroencefalograma (EEG), los potenciales evocados y las imágenes del metabolismo cerebral (tomografía por emisión de positrones –PET- y resonancia magnética nuclear funcional –fMRI).

El registro del electroencefalograma constituye un procedimiento de medida de los potenciales eléctricos producidos por el cerebro de forma espontánea captados desde la



superficie del cráneo y refleja la actividad de amplias zonas neuronales, tanto de la corteza cerebral como de regiones subcorticales (Vila, 1996). A partir del registro de dicha actividad, ha sido posible la obtención de patrones específicos. Este tipo de investigación, no obstante, se ha considerado menos fructífera de lo que en un primer momento se supuso (Beaumont, 1983; Gevins, 1986; Gevins y Schaffer, 1980). Sin embargo, el desarrollo de nuevas formas de análisis de este tipo de señal, como aquellas relacionadas con la desincronización de los diferentes ritmos electroencefalográficos asociada a la ocurrencia de eventos (p.e., Pfurtscheller y Klimesch, 1991) apuntan a que la actividad eléctrica cerebral espontánea puede desempeñar un importante papel dentro del marco de la psicofisiología de los procesos atencionales.

Una medida derivada de la anterior la constituyen los denominados potenciales evocados. Este tipo de respuestas hace referencia a las manifestaciones de la actividad eléctrica cerebral que ocurren como preparación para, o en respuesta a, acontecimientos concretos, sean externos o internos al sujeto. A nivel conceptual, los potenciales evocados se definen como manifestaciones de procesos psicológicos específicos (Fabiani, Gratton y Coles, 2000).

La clasificación más extendida de este tipo de respuestas divide a los potenciales en exógenos, endógenos y mesógenos, en función de que reflejen respuestas automáticas a la estimulación, interacción del sujeto con los estímulos o una mezcla de ambas respectivamente. A su vez, estas tres categorías pueden dividirse en tres grupos, obteniendo potenciales tempranos, medios y tardíos en cada una de ellas (Näätänen, 1992). En lo que se refiere a los procesos cognitivos, los potenciales evocados han sido utilizados en una amplia variedad de campos: procesamiento automático de la información, atención selectiva, esfuerzo atencional, memoria, lenguaje...siendo una de las técnicas que más está contribuyendo a la comprensión de dichos fenómenos.

Por otra parte, las imágenes del metabolismo cerebral obtenidas a través de la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) o la Resonancia Magnética Nuclear Funcional (fMRI) constituyen otra técnica de interés en el estudio de los procesos

cognitivos en general, y de la atención en particular. Esta metodología ha sido empleada por el grupo de Marcus Raichle y Michael Posner para el estudio de la atención selectiva y el procesamiento semántico (Posner y Raichle, 1994).

## **2. El estudio combinado de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo**

Hasta ahora hemos podido comprobar que en el estudio de los procesos cognitivos y, más concretamente, en el de la atención, las distintas investigaciones realizadas en el marco de la Psicofisiología han estado caracterizadas, entre otras cosas, bien por el uso de medidas pertenecientes al sistema nervioso autónomo (tasa cardiaca y conductancia eléctrica de la piel principalmente), bien por el empleo de respuestas procedentes del sistema nervioso central de manera independiente. Sin embargo, recientemente se ha resaltado la conveniencia de desarrollar paradigmas experimentales que permitan el registro simultáneo de ambos tipos de medida (Simons, F.R., Graham, F.K., Miles, M.A. y Balaban, M.T., 1998). El análisis combinado de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo se ha dirigido en un primer momento hacia el estudio del reflejo de orientación dentro del modelo propuesto por Sokolov (1963). La necesidad de realizar comparaciones entre ambos tipos de respuesta bajo condiciones idénticas fue resaltada por Donchin (Donchin y cols., 1984) quién examinó la relación entre la respuesta de orientación y el P300. Donchin (1981) asoció dicho componente con el proceso de “puesta al día” o “actualización” de un *esquema* que representa todos los datos disponibles sobre nuestro medio ambiente. El concepto de esquema es similar al de modelo neural propuesto por Sokolov y que incluye, no sólo información sobre las características físicas simples y temporales de la estimulación pasada sino también características complejas tales como el significado de las palabras y las secuencias y patrones de dicha estimulación. Donchin resaltó ésta y otras similitudes entre el P300 y la repuesta de orientación obtenida a través de respuestas periféricas, pero también llamó la atención sobre las distintas condiciones en las que ambos índices podían obtenerse. Concretamente, en la obtención de la respuesta de orientación periférica se han utilizado diseños experimentales con pocos estímulos y con

intervalos de separación entre ensayos de larga duración, mientras que la investigación sobre el P300 ha necesitado de un número mayor de estímulos y de intervalos más cortos.

Por otra parte, también parece existir cierta incertidumbre respecto a la significación funcional del P300 en lo que al RO se refiere. Tal y como apuntan Simons, Graham, Miles y Balaban (1998), dicho componente puede asociarse en ensayos iniciales con el denominado RO generalizado y, posteriormente, a medida que el modelo va configurándose, con el RO localizado. Sin embargo, existe otro potencial positivo con una latencia más corta y una distribución más anterior (el P300 posee una distribución fundamentalmente parietal). Dicho componente, denominado P3a, fue identificado por Courchesne, Hillyard y Galambos (1975), y presenta una distribución más frontal. Las relaciones entre ambos componentes ha sido objeto de debate pasando por ser considerados componentes completamente diferentes (Donchin y Coles, 1988) o bien simples variaciones de un mismo potencial (Pritchard, 1981).

Recientemente, Fabiani y Friedman (1995) han mostrado que todos los estímulos infrecuentes provocan un P3 frontal cuando los estímulos se presentan por primera vez. No obstante, con posteriores repeticiones de los mismos estímulos, la distribución del P3 frontal cambia hacia localizaciones más parietales. Este cambio de distribución se ha interpretado como un indicador del paso de procesos de atención pasiva (asociados a un RO generalizado) a procesos de atención activa (asociados al RO localizado). Estas dos formas de atención tienen su “análogo periférico” en los cambios direccionales de la tasa cardiaca. Recordemos que Lacey y Lacey propusieron que la desaceleración cardiaca estaba asociada a una atención y sensibilidad incrementadas ante las entradas sensoriales y que las respuestas acelerativas indicaban rechazo de la estimulación externa de cara a facilitar operaciones cognitivas internas. La investigación posterior en este campo ha aportado una considerable cantidad de evidencia a favor de la hipótesis de la aceptación-rechazo. En concreto, se ha llegado a demostrar que las actividades centrales que provocan aceleración cardiaca incluyen procesos tales como memoria, toma de decisiones y planificación para la acción (Graham, 1992; Jennings, 1986; Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1962; Tursky, Schwartz y Crider, 1970). De este modo, tanto la tasa cardiaca, como los distintos

potenciales anteriormente mencionados, parecen reflejar la misma ordenación de dos tipos de atención (pasiva y activa). El problema que surge aquí hace referencia a la dificultad que entraña interpretar similitudes funcionales entre ambos tipos de respuesta cuando las condiciones experimentales son distintas (Donchin y cols., 1984).

Para subsanar esta dificultad, Simons y colaboradores (1998) realizaron dos experimentos en los que se analizaron cambios en tasa cardíaca y en los potenciales evocados registrados simultáneamente bajo las mismas condiciones. En el primer estudio se utilizó un paradigma con tres tipos de estímulos: estímulos estándar (táctiles –soplo de aire) y estímulos infrecuentes con dos categorías: objetivos (visuales –destello de luz y acústicos –tonos) y no-objetivos (también visuales y auditivos). Los estímulos se presentaron a lo largo de 72 ensayos (60 en el caso de los estándar, 6 para los estímulos visuales/auditivos no objetivo y 6 para los estímulos objetivos). Los intervalos de separación entre estímulos fueron 12, 16 y 20 segundos, interrumpidos por un descanso de cinco minutos después del ensayo nº 40. Las instrucciones incluían información sobre los estímulos estándar y los objetivos. De los estímulos no-objetivo los sujetos no recibían ningún tipo de información, siendo su tarea discriminar los estímulos objetivo de los estándar. Los potenciales evocados se obtuvieron para cada tipo de estímulo tomando una muestra cada 10 milisegundos en un período total de 800. La tasa cardíaca se derivó del registro del electrocardiograma obteniendo un valor de tasa cada 200 milisegundos para un período total de 6 segundos. En el segundo estudio se utilizó el mismo diseño, con la salvedad de que la tarea de discriminación se realizó dentro de una misma modalidad sensorial y por incluir una tarea de contabilización. Además, se registraron las respuestas ante los seis primeros ensayos en los que únicamente se presentaron estímulos estándar. Los resultados de estos dos estudios pusieron de manifiesto que:

1. Tanto los potenciales evocados como la tasa cardíaca proporcionaron evidencia de un cambio hacia un procesamiento controlado de la información, inferido por la presencia del P300 y por la observación de dos componentes de respuesta cardíacos: una desaceleración inicial (asociada a la respuesta de orientación) y un segundo componente acelerativo, indicativo de la existencia de un procesamiento controlado,

dado que no existían estímulos de intensidad alta o procesos de rechazo atencional que pudieran explicar dicho cambio.

2. Se confirmó la presencia de ambos tipos de procesamiento para la tasa cardíaca (la desaceleración ante la diferencia de probabilidad entre los estándar y los estímulos infrecuentes fue mayor que la existente entre los estímulos infrecuentes objetivo y los no-objetivo).

3. La mayor aceleración ante los estímulos objetivo evidenció la existencia de un RO localizado ante tales estímulos.

Por otra parte, Lyytinen, Blomberg y Näätänen (1992) también registraron potenciales evocados y tasa cardíaca utilizando un diseño de tres estímulos. En este caso, los estímulos estándar eran tonos de 1000 Hz con un tiempo de subida lento. Los dos estímulos infrecuentes eran no-objetivos y consistían en tonos de 1050 Hz con el mismo tiempo de subida que los estímulos estándar y otro tono con un tiempo de subida más rápido. Entre los resultados obtenidos cabe destacar el hecho de que en los ensayos en los que se observaban respuestas de tasa cardíaca iban acompañados de ondas lentas mayores en la gráfica de potenciales que aquellos ensayos en los que no se observaron cambios a nivel cardíaco. De hecho, la positividad lenta parietal obtenida fue mayor cuando los cambios en tasa cardíaca fueron acelerativos.

## CAPÍTULO SEGUNDO

# Conceptualización de la Respuesta Cardíaca de Defensa

La conceptualización de la Respuesta Cardíaca de Defensa va estrechamente ligada a la revisión de las dos tradiciones psicológicas más importantes en el estudio de los denominados *reflejos incondicionados*. Desde finales del siglo XIX, el estudio de dichos reflejos ha estado marcado por dos tradiciones distintas: de una parte, la corriente cognitiva –cuyas raíces emanan de los trabajos realizados dentro de la reflexología rusa (Pavlov, Sokolov), y de otra, la corriente motivacional –cuyo origen hay que buscarlo en la tradición motivacional americana, con Cannon y Hull como figuras más representativas. Las ramificaciones de estas dos corrientes han llegado hasta nuestros días gracias al renovado interés por el estudio del sistema defensivo humano, así como por los mecanismos emocionales y cognitivos que lo modulan. Uno de los factores que más ha contribuido a dicho interés ha sido la convergencia de los datos neurofisiológicos y psicofisiológicos sobre las bases cerebrales del sistema defensivo y de las emociones asociadas a él, datos que se han obtenido, principalmente, tanto en animales como en humanos, a partir del estudio de los reflejos defensivos y de su asociación con estímulos atencionales y/o emocionales. En este capítulo analizaremos el enfoque de la escuela reflexológica en el estudio de los reflejos incondicionados (comentado parcialmente en el capítulo anterior al hablar del Reflejo de Orientación) para pasar posteriormente a analizar los planteamientos más recientes en el estudio de la Respuesta Cardíaca de Defensa.

## 1. Interpretación cognitiva de los cambios en tasa cardíaca

En el capítulo anterior hemos destacado, fundamentalmente, uno de los aspectos vinculados al estudio del Reflejo de Orientación: su definición e interpretación en términos cognitivos (Pavlov, 1927; Sokolov, 1963 ). Sin embargo, una de las contribuciones más importantes dentro del campo del estudio de los reflejos incondicionados es, precisamente, el intento de diferenciar distintos tipos de reflejos, fundamentalmente el de orientación y el de defensa.

Pavlov (1927) realizó una clasificación de los diferentes tipos de reflejos basada en dos aspectos: función del reflejo y naturaleza del estímulo que lo provoca. De esta forma, describió tres tipos de reflejos incondicionados: a) el reflejo de orientación -descrito en el capítulo anterior-; b) el reflejo de defensa, definido como un conjunto de reacciones de protección -huida, parpadeo, vómito, congelamiento- ante estimulación aversiva; y c) los denominados reflejos adaptativos -reflejos específicos propios del órgano sensorial estimulado y del estímulo aplicado (p.e. el reflejo salival o el reflejo patelar).

Konorski (1948) establece otra clasificación con dos categorías: a) actividades *preservativas* (reflejos indispensables para la preservación de la especie) frente a actividades *defensivas* (reflejos elicitados ante una situación de peligro, y b) actividades *preparatorias* (reflejos defensivos caracterizados por respuestas como la evitación y/o huida) frente a actividades *consumatorias* (reflejos defensivos consumatorios caracterizados por respuestas como el parpadeo, la flexión y/o la lucha).

Sokolov (1963), estableció una clasificación de los reflejos incondicionados en tres tipos en la línea de Pavlov: reflejos de orientación, adaptación y defensa. Además, Sokolov añadió cuatro criterios que permitían una reformulación más fina del reflejo de orientación y del reflejo de defensa: a) características de los estímulos evocadores, b) reacciones fisiológicas, c) función sensorial y d) gradiente de habituación. El reflejo de orientación está provocado por cualquier tipo de estimulación de intensidad moderada, el patrón de respuesta está constituido por vasodilatación cefálica y vasoconstricción periférica, su

función es la de facilitar la percepción de los estímulos y, finalmente, presenta una tasa de habituación rápida con la repetición. Por su parte, el reflejo de defensa está provocado por estímulos de intensidades elevadas o dolorosas, su patrón de respuesta presenta vasoconstricción cefálica y periférica, su función es disminuir el impacto de la estimulación aversiva y, finalmente, su tasa de habituación es menor, pudiendo mostrar, incluso, fenómenos de sensibilización.

La investigación occidental sobre los reflejos incondicionados está marcada por la conexión que realizaron Graham y Clifton (1966) entre los reflejos de defensa y orientación propuestos por Sokolov y las investigaciones realizadas por John y Beatrice Lacey (1970) sobre la interpretación atencional de los cambios direccionales en tasa cardíaca (hipótesis de la aceptación-rechazo). Graham y Clifton (1966) y Graham (1984), propusieron que la tasa cardíaca era la principal variable diferenciadora de las respuestas de orientación y defensa: la desaceleración cardíaca (relacionada con la actitud atencional de aceptación) sería el componente típico del reflejo de orientación mientras que la aceleración cardíaca (relacionada con la actitud atencional de rechazo) sería el componente típico del reflejo de defensa. La consecuencia de este trabajo es doble: por un lado, el enfoque atencional en el estudio del reflejo de orientación ha sido ampliamente desarrollado utilizando la tasa cardíaca como una variable psicofisiológica fundamental. Por otro, el enfoque atencional del reflejo de defensa se ha estudiado fundamentalmente en el contexto del reflejo de sobresalto (Lang 1995; Cook, 1995; Lang, Bradley y Cuthbert, 1990, 1997) y en la diferenciación cognitivo-motivacional de la Respuesta Cardíaca de Defensa (Cook y Turpin, 1997; Pérez, 1994; Pérez, Fernández, Vila y Turpin, 2000; Pérez, García, Sánchez, Pegalajar y Vila, J, 1996; Vila y Fernández, 1990; Vila, Pérez, Fernández, Pegalajar y Sánchez, 1997).



## 2. La Respuesta Cardíaca de Defensa: perspectivas actuales

La respuesta de defensa, también llamada “reflejo de defensa” (Pavlov, 1927), “respuesta de lucha/huida” (Cannon, 1929), se define como un patrón de activación fisiológica elicitado por estimulación discreta intensa o aversiva. El término “Respuesta Cardíaca de Defensa” (RCD) hace referencia al componente cardíaco de la respuesta (Turpin, 1986; Vila, 1995). La RCD constituye un tipo particular de respuesta fásica, que consiste en un patrón de cambios en la tasa cardíaca con componentes acelerativos y desacelerativos que se suceden en orden secuencial alterno (aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración) dentro de los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo. La comprensión de la significación conductual de la RCD permite una mejor integración de los datos aportados tanto desde la perspectiva cognitiva como desde la perspectiva motivacional, entendiendo que ambos pueden representar diferentes momentos de un mismo proceso (Fernández y Vila, 1989b; Pérez, 1994; García León, 1997; Vila y Fernández 1989a). Por otra parte, la comprensión de la significación fisiológica aporta datos sobre la importancia del sistema nervioso autónomo en la regulación de las emociones y en las interacciones simpático-vagales que aparecen en el patrón de la RCD (Fernández y Vila, 1989a; Reyes, Godoy y Vila, 1993; Reyes, Vila y García, 1994; Vila, Fernández, Pérez y Reyes, 1996).

La confusión que ha existido en la literatura científica sobre las características que definen la respuesta parte de los supuestos de Sokolov (1963) y de la interpretación que Graham y Clifton (1966) hacen de la misma:

1. -Es unidireccional y acelerativa en su forma.
2. -Es inespecífica en cuanto a la modalidad sensorial del estímulo evocador.
3. -Es evocada por estímulos de intensidad alta o dolorosos.
4. -Es resistente a la habituación.

Sin embargo, las investigaciones desarrolladas en este campo no siempre han encontrado datos que apoyen tales supuestos (Turpin y Siddle, 1978; Eves y Gruzelier,

1984; Fernández y Vila 1989a; Vila, Fernández y Godoy, 1992; Reyes del Paso, Godoy y Vila, 1993; Reyes del Paso, Vila y García, 1994; Vila, 1995; Vila, Fernández, Pérez y Reyes del Paso, 1996; Sánchez, 2000; Ramírez, 2003; Rodríguez 2005; Ruiz, 2002).

En el siguiente apartado presentaremos los resultados de las investigaciones más recientes relacionadas con este campo.

## 2.1 Forma de la Respuesta

La descripción de la forma de la RCD ha sufrido diversas modificaciones, desde los trabajos seminales de Graham (1973, 1979), hasta los estudios más recientes de Fernández y Vila (1982) y Vila, Fernández y Godoy (1992).

Graham (1973, 1979) propuso que el componente típico de la Respuesta Cardíaca de Defensa consiste en una aceleración que alcanza su pico máximo de amplitud entre los 3 y 6 segundos después de la aparición del estímulo. Además, dicha respuesta es evocada por estímulos de intensidad alta con un tiempo de subida instantáneo y presenta resistencia a la habituación (Graham y Slaby, 1973).

Por otra parte, Vila (1977) y Vila y Beech (1978), utilizando un paradigma de condicionamiento clásico en el que emplearon un ruido blanco de 94 dB como estímulo incondicionado, encontraron un patrón de cambios distinto: aceleración inicial, seguida de una desaceleración que no sobrepasaba la línea de base y una segunda aceleración cuyo pico de amplitud máxima se situaba entre los 30 y 35 segundos después de la presentación del sonido. El conjunto de los tres componentes se interpretó como una Respuesta de Defensa.

Turpin y Siddle (1978, 1983) y Turpin (1989) encontraron un patrón de respuesta cardíaco con dos componentes acelerativos tras la presentación de un ruido blanco de 105 dB bastante similares a los descritos por Vila y Beech (1978), siendo la duración total del patrón de 40 a 60 segundos. En este caso, la primera aceleración fue interpretada como un componente de la respuesta de sobresalto y la segunda como la auténtica Respuesta de

Defensa. Además, esta segunda respuesta presentaba los componentes vasculares de la reacción de defensa (vasoconstricción cefálica y periférica) descrita por Sokolov (1963).

Fernández (1980) y Vila y Fernández (1981), encontraron un patrón de respuesta trifásico tras la presentación de un ruido intenso (109 dB) no señalizado. La respuesta obtenida presentaba una serie de cambios de secuenciales: aceleración inicial (con una amplitud máxima a los 4 segundos desde el inicio del estímulo) seguida de una desaceleración que sobrepasaba la línea de base, y una segunda aceleración de gran amplitud y duración (amplitud máxima en torno a los 35 segundos post-estímulo). Este patrón de respuesta, después de la repetición del estímulo, presentaba una rápida habituación, especialmente marcada en el segundo componente acelerativo.

Finalmente, Fernández y Vila (1982) describen el mismo patrón de respuesta añadiendo un último componente desacelerativo después de la segunda aceleración. El patrón completo (aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración) se observa dentro de los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo. Cada componente se podía describir con características de amplitud, latencia y duración propias. Tal como puede verse en la figura 6, la amplitud máxima de cada uno de los componentes se alcanza en torno a los segundos 3, 15, 35 y 65 respectivamente. La amplitud de los dos componentes acelerativos es mayor que la de los dos componentes desacelerativos siendo, por otra parte, las dos amplitudes acelerativas y decelerativas iguales entre sí. Este mismo patrón se ha confirmado en estudios posteriores (Vila y Fernández, 1981; Fernández y Vila, 1982; Fernández, 1986; Pegalajar, 1986; Robles, 1991; Reyes, 1992; Pérez, 1994; García León, 1997; Sánchez, 2000; Ramírez, 2003; Rodríguez, 2005; Ruiz, 2002).

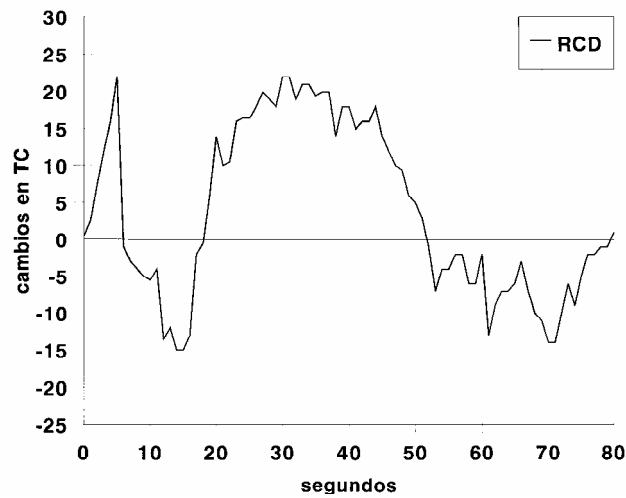


Figura 4. Patrón típico de la Respuesta Cardíaca de Defensa

## 2.2. Características del estímulo evocador de la RCD

El supuesto relativo a la inespecificidad de la modalidad sensorial de estímulo evocador de la RCD ha sido también cuestionado. Desde la perspectiva tradicional, se postulaba que cualquier estímulo suficientemente intenso y duradero podía elicitar el patrón.

Dentro del campo de la modalidad sensorial, la estimulación auditiva ha sido la que más atención ha recibido en la tradición occidental, tanto en la modalidad de tono puro (Turpin y Siddle, 1983; Eves y Gruzelier, 1984 y 1985) como en la modalidad de ruido blanco, con un rango de intensidades que oscila entre los 94 y 110 dB (Vila y Beech, 1978; Turpin y Siddle, 1978). Uno de los primeros estudios que cuestionó el supuesto de la inespecificidad del estímulo se debe a Graham y Slaby (1973), quienes observaron que la presentación de un ruido blanco a 85 dB producía una respuesta bifásica -una aceleración seguida de una desaceleración-, mientras que un tono puro de la misma intensidad provocaba un patrón de cambios trifásico caracterizado por una desaceleración inicial seguida de una aceleración y un segundo componente desacelerativo.

Por otra parte, la modalidad electrocutánea ha sido más utilizada por la tradición rusa (Sokolov, 1963). Sokolov sugiere que este tipo de estimulación es más apropiada para elicitación el patrón típico de la Respuesta de Defensa.

Por último, la modalidad visual ha sido utilizada por investigadores que han presentado estímulos visuales complejos a través de diapositivas -p.e. cuerpos mutilados, animales potencialmente fóbicos como serpientes o arañas, etc.- (Fernández, 1987). Hare (1973) realizó un estudio en el que presentaba imágenes de arañas a dos grupos de participantes, uno con fobia a las arañas y otro sin fobia a las arañas. Los resultados mostraron que el grupo fóbico respondía con aceleración cardíaca ante las imágenes, mientras que los participantes no-fóbicos respondían con desaceleraciones.

Klorman, Wiesenfeld y Austin (1975) y Klorman y Wiesenfeld (1977) agruparon a los participantes en dos categorías en función del miedo a cuerpos mutilados: alto y bajo. A todos los participantes les fueron presentadas diapositivas con distinto contenido afectivo, entre ellas, imágenes de cuerpos mutilados. Los resultados mostraron que los participantes con alto miedo presentaban una aceleración cardíaca, mientras que los que fueron incluidos en el grupo de bajo miedo presentaban desaceleración cardíaca. Estos estudios, junto con el de Hare, indican que las diferencias individuales en miedo eran las que determinaban la aparición de una respuesta de orientación (desaceleración) o de defensa (aceleración).

Finalmente, Fernández y Vila (1982) y Vila y Fernández (1989) han establecido que la RCD, con sus cuatro componentes, sólo aparecía ante estimulación auditiva y electrocutánea, no observándose dicho patrón cuando se utilizaba la modalidad visual.

En cuanto a la intensidad del estímulo evocador de la respuesta, el supuesto tradicional ha mantenido que sólo los estímulos de intensidad alta pueden evocar la RCD. Si bien es cierto que existe evidencia de que al aumentar la intensidad del estímulo, aumenta también la amplitud de los componentes acelerativos, también se ha podido comprobar que con intensidades moderadas (ruido blanco a 79 dB) puede aparecer el patrón típico de la RCD (Vila y Fernández, 1989), aunque disminuido en amplitud.

Turpin y Siddle (1983) utilizaron cinco niveles de intensidad de tonos puros: 105, 90, 75, 60 y 45 dB. Únicamente en el grupo de 105 dB se observó la presencia de la aceleración de larga latencia, mientras que en el grupo de 90 dB sólo se observaron los dos primeros componentes del patrón (aceleración-desaceleración). A intensidades más bajas, los tonos sólo elicitaban la desaceleración típica del reflejo de orientación.

Otros parámetros que se han estudiado son el tiempo de subida (*risetime*) y la duración del estímulo. Siguiendo a Graham y Turpin, tanto el tiempo de subida del estímulo como su duración deberían afectar tanto al Reflejo de Sobresalto como a la Respuesta Cardíaca de Defensa. No obstante, datos recientes (Ramírez, 2003; Ramírez, Sánchez, Fernández, Ottmar y Vila, 2005; Vila, Sánchez, Ramírez y Fernández, 1997), en los que se manipuló el tiempo de subida en un rango de 0 a 240 milisegundos, mostraron que el tiempo de subida no afectó al patrón de la RCD, pero sí al Reflejo de Sobresalto. En cuanto a la duración, Vila, Sánchez, Ramírez y Fernández (1997), realizaron un estudio en el que manipularon la duración del estímulo auditivo -ruido blanco- (50, 100, 250, 500 y 1000 milisegundos), manteniendo constantes tanto la intensidad (105 dB) como el tiempo de subida (instantáneo). Los resultados mostraron que la duración del estímulo afectó significativamente a los dos componentes acelerativos del patrón: incremento lineal de la amplitud de la primera aceleración con incrementos en la duración del estímulo hasta llegar a los 500 milisegundos. Por su parte, la segunda aceleración cardíaca sólo se observó con las duraciones más largas (500 y 1000 milisegundos). Los dos componentes desacelerativos de la RCD no se vieron afectados por la duración del ruido blanco (Sánchez, 2000). Finalmente, la duración del estímulo no modificó la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto.

### **2.3. Habitación de la respuesta**

Tanto Soklov (1963) como Graham (1973, 1979), han defendido el supuesto de resistencia a la habitación que presenta la RCD tras la repetición de un estímulo de intensidad alta. Además, las diferencias en el gradiente de habitación –según estos

autores- son las que permiten distinguir la RCD de la Respuesta Cardíaca de Sobresalto, ya que la primera presenta una clara resistencia a la habituación mientras que la segunda, no.

Sin embargo, las investigaciones más recientes que se han llevado a cabo en el contexto de la Respuesta Cardíaca de Defensa y el Reflejo Motor de Sobresalto, no dan apoyo a esta postura clásica. Tanto los estudios que han analizado sólo la aceleración cardíaca que ocurre dentro de los 10 ó 15 segundos post-estímulo (Gray, 1892; Turpin y Siddle, 1983) como los que han analizado también la respuesta acelerativa de larga latencia (Vila y Fdez.-Santiago, 1981; Fdez.-Santiago y Vila, 1982; Vila, Sánchez, Ramírez y Fernández, 1997; García León, 1997; Pérez, 1994; Reyes, 1989; Robles, 1988, Sánchez, 2000; Ramírez, 2003; Ruiz, 2002), han encontrado siempre una clara tendencia a la habituación. Este fenómeno de la habituación, es especialmente significativo en el caso de la segunda aceleración que prácticamente desaparece tras la primera presentación del estímulo.

Otro de los parámetros investigados en este contexto es el tiempo de subida del estímulo. Graham (1973) sugirió que si el tiempo de subida de los estímulos era suficientemente largo (superiores a 25 milisegundos), la respuesta cardíaca asociada a la respuesta de sobresalto no sería elicitada y sólo se observaría una respuesta de defensa cuyo pico de amplitud máxima se situaría entre los 3 y 6 segundos post-estímulo. No obstante, los estudios que han utilizado tiempos de subida superiores a 25 milisegundos (Turpin y Siddle, 1978, 1980, 1983; Gruzelier, 1985; Ramírez, 2003; Ramírez et al., 2005) han aportado evidencia en contra de este supuesto.

Existen, por otra parte, algunos estudios que muestran diferencias en la tasa de habituación en función de la modalidad sensorial de los estímulos (Vila y Fernández, 1989). En concreto, la tasa de habituación es mayor cuando se utilizan estímulos auditivos. Cuando se emplea estimulación electrocutánea, sí se observa una resistencia a la habituación -tal y como proponía Sokolov-, observándose, incluso, un fenómeno de recuperación de la respuesta a lo largo de los ensayos.

A pesar de esta fuerte habituación de la RCD, Fernández-Santaella (1987) logró mostrar la consistencia de dicho patrón a lo largo del tiempo. En un estudio dividido en tres sesiones (la segunda con un año de diferencia respecto a la primera y la tercera una semana después), se observaron correlaciones altas y positivas, especialmente marcadas para las sesiones 1 y 2. Estos datos demuestran que la RCD habitúa rápidamente con intervalos cortos (minutos dentro de una misma sesión experimental), pero se recupera fácilmente cuando los intervalos temporales se incrementan sustancialmente.

Por último, Mata-Martín (2006), examinó los efectos de la Variabilidad Cardíaca y de la duración del intervalo entre ensayos (ITI) sobre la tasa de habituación de la RCD y del Reflejo Motor de Sobresalto. Se presentó un ruido blanco de 105 dB de intensidad, 500 milisegundos de duración y tiempo de subida instantáneo en tres ensayos consecutivos. El intervalo entre el primer y el tercer ensayo se mantuvo constante (30 minutos), modificando el momento temporal de la presentación del segundo estímulo de forma que las relaciones temporales del segundo estímulo con respecto al primero y al tercero fueran aumentando y disminuyendo, respectivamente. En cuanto a la Variabilidad Cardíaca, los participantes con alta variabilidad mostraron una mayor habituación que los sujetos de baja variabilidad. En cuanto al ITI, los resultados pusieron de manifiesto que la habituación de la RCD disminuye a medida que el ITI entre el primer y el segundo estímulo aumenta, mientras que la deshabituación de la respuesta es mayor a medida que se incrementa el tiempo entre el segundo y tercer ensayo. La manipulación del ITI no afectó a la habituación/deshabituación del Reflejo Motor de Sobresalto.

#### **2.4. Diferencias individuales y de género**

La existencia de diferencias individuales en la RCD ha sido puesta de manifiesto en varios estudios (Pérez, Fernández, Turpin y Vila, 1998; Sánchez, 2000).

Vila y Beech (1978) encontraron diferencias intra-individuales en la evocación de la RCD en mujeres fóbicas dependiendo de la fase del ciclo menstrual: el patrón de la RCD era más frecuente en la fase premenstrual que en la fase intra-menstrual.



Eves y Gruzelier (1984) encontraron dos grupos diferenciados de sujetos, denominados “aceleradores” y “desaceleradores”, en función de que su tasa cardíaca fuera predominantemente acelerativa o desacelerativa durante los 17-50 segundos posteriores a la presentación de un estímulo auditivo intenso.

Del mismo modo, Fernández y Vila (1989c), describen dos grupos de participantes: uno que mostraba el patrón característico de la RCD (con los cuatro componentes), y otro que no mostraba la segunda aceleración. Además, se encontró que los participantes que presentaban el patrón típico de la Respuesta Cardíaca de Defensa tenían una reactividad fisiológica en otras variables indicativas de una mayor activación simpática durante los períodos previos a la estimulación evocadora de la reacción defensiva, así como una actividad simpática más baja durante los dos primeros componentes del patrón de la respuesta (primera aceleración y primera desaceleración) y una actividad simpática más alta durante el segundo componente acelerativo de la respuesta.

Estos datos han sido confirmados posteriormente por Pérez, Pegalajar, Fernández, Vila y Turpin (1994), quienes encontraron diferencias individuales referidas al segundo componente acelerativo. En este caso, la principal variable que diferenciaba ambos grupos fue la amplitud del sinus arritmia respiratorio, un índice del control vagal sobre el corazón (Vila, 1996). Los participantes que presentaban la segunda aceleración tenían mayor amplitud del sinus arritmia (mayor activación vagal) durante la primera aceleración y primera desaceleración, y menor amplitud (menor activación vagal) durante la segunda aceleración.

Finalmente, en cuanto a la variable de género, Vila, Fernández y Godoy (1992) informaron de diferencias en el patrón de la RCD: por un lado, se encontró una mayor frecuencia de aparición de dicho patrón en hombres que en mujeres (78 % y 43 %, respectivamente). Por otro, el análisis de la forma de la respuesta reveló diferencias significativas en el segundo componente acelerativo, siendo los hombres los que muestran una amplitud mayor en dicho componente (el que coincide con una mayor actividad

simpática y una menor activación vagal). Por el contrario, las mujeres tienden a mostrar una amplitud mayor en el primer componente acelerativo (el que coincide con una mayor activación vagal).

En esta misma línea, Robles (1991) realizó un estudio con hombres y mujeres con puntuaciones altas y bajas en el patrón de personalidad tipo A encontrando las mismas diferencias de género en los componentes de la respuesta defensiva. Además, se observó que las diferencias entre los participantes tipo A y B no se producían en la evocación de la respuesta defensiva sino en su habituación y deshabituación: los participantes tipo A mostraron menor habituación y mayor deshabituación que los participantes tipo B, siendo estas diferencias más evidentes en hombres que en mujeres.

### **2.5. Significación fisiológica**

La interpretación fisiológica de la RCD ha estado muy influenciada por los trabajos clásicos de Cannon y la especial relevancia que él otorgaba a la rama simpática del sistema nervioso autónomo en la regulación de los estados emocionales y motivacionales. De acuerdo con su planteamiento, la reacción defensiva incluiría -a nivel cardiovascular- un incremento de la actividad cardíaca (aumento de la tasa cardíaca y de la fuerza de contracción ventricular) y del volumen de sangre suministrado a la musculatura esquelética, acompañado de una disminución del flujo sanguíneo a la piel y las vísceras. Este conjunto de cambios que se producen en el organismo ante una situación de defensa se supone que están mediados por un aumento de la actividad simpática tanto a través de las vías neurales (incrementando la función de las terminaciones simpáticas sobre el corazón y vasos sanguíneos) como humorales (incrementando las catecolaminas en sangre). Por tanto, esta interpretación excluye la desaceleración cardíaca y la participación del sistema nervioso parasimpático en la elicitación de la Respuesta Cardíaca de Defensa (Vila y Fernández, 1990).

Existe evidencia a favor de la propuesta de Cannon procedente de estudios que han investigado la reacción de defensa en animales mediante estimulación eléctrica de determinadas zonas del hipotálamo (Vila y Fernández, 1990).

Sin embargo, la investigación reciente ha puesto de manifiesto que en el patrón de la RCD aparecen componentes acelerativos y desacelerativos con mecanismos fisiológicos subyacentes tanto simpáticos como parasimpáticos.

Uno de los primeros estudios en demostrar la presencia de tales mecanismos en la RCD es el realizado por Bond (1943). Utilizando perros y gatos como sujetos experimentales, encontró componentes acelerativos y desacelerativos en la respuesta cardíaca de defensa que se explicaban por interacciones simpático-vagales.

Fernández y Vila (1989b, 1989c) examinaron la mediación simpática de los componentes de la Respuesta Cardíaca de Defensa midiendo simultáneamente el Período Cardíaco (PC) -el recíproco de la tasa cardíaca- y el Tiempo del Tránsito del Pulso (TTP) -tiempo que transcurre entre la contracción ventricular y el momento en que aparece la onda del pulso asociada a la misma contracción en la vasculatura periférica-. El TTP se considera un indicador indirecto de la activación simpática sobre el corazón. El registro simultáneo del PC y el TTP reveló que mientras la segunda aceleración y segunda desaceleración mostraban cambios paralelos en ambas variables, sugiriendo una clara mediación simpática, la primera aceleración y primera desaceleración cambiaban en direcciones opuestas, sugiriendo una ausencia de mediación simpática.

Finalmente, los indicadores indirectos de la actividad parasimpática muestran una correlación negativa con todos los componentes del patrón, sugiriendo una mediación exclusivamente vagal para la primera aceleración y la primera desaceleración e interacciones recíprocas simpático-vagales para la segunda aceleración y segunda desaceleración (Reyes y colaboradores, 1993; Vila, 1995). Por otra parte, Reyes y colaboradores (1994) han obtenido evidencia a favor de esta interacción mediante el

bloqueo farmacológico de las influencias simpáticas versus parasimpáticas sobre el corazón.

En resumen, estos resultados muestran la presencia de mecanismos psicofisiológicos complejos en la evocación de la RCD, que incluyen:

1. Presencia de co-inhibición simpática y parasimpática durante la primera aceleración, con predominio parasimpático.
2. Co-activación simpática y parasimpática durante la primera desaceleración, con predominio parasimpático.
3. Reciprocidad simpático-parasimpática durante la segunda aceleración y segunda desaceleración, con predominio simpático.

## **2.6. Significación psicológica**

Dos han sido las tradiciones que han marcado la interpretación de los cambios en la tasa cardíaca: una de corte motivacional y otra de corte cognitivo, ambas contrapuestas y excluyentes. Desde la perspectiva motivacional, vinculada a Cannon, la función atribuida a dichos cambios posee carácter metabólico, de movilización de energía o preparación para la acción. La perspectiva cognitiva, por su parte, estableció que la función de dichos cambios es de tipo perceptivo o atencional. Sin embargo, como hemos visto en el apartado anterior, la presencia de componentes acelerativos y desacelerativos secuenciales así como la presencia de procesos de mediación tanto simpáticos como vagales, hace difícil la interpretación de los cambios en tasa cardíaca en base a los planteamientos tradicionales dicotómicos.

Utilizando dos tareas cognitivas típicas del paradigma de aceptación-rechazo de Lacey -Tiempo de Reacción Simple (aceptación) y Aritmética Mental (rechazo)- y dos tareas típicas del paradigma motivacional de “coping” activo-pasivo de Obrist -Tiempo de Reacción de Evitación (“coping” activo) y Prueba de Inmersión de la Mano en Agua Fría (“coping” pasivo), Fernández y Vila (1989c) mostraron que la RCD estaba relacionada

directamente con una de las tareas cognitivas (la de aceptación atencional) y con una de las tareas motivacionales (la de “coping” activo), no mostrando ninguna relación ni con la tarea cognitiva de rechazo atencional ni con la tarea motivacional de “coping” pasivo.

Los estudios posteriores sobre la significación psicológica de la Respuesta Cardíaca de Defensa han manipulado experimentalmente determinadas variables cognitivas y motivacionales. En cuanto a la manipulación cognitiva, se ha estudiado el efecto de la predictibilidad del estímulo (Fernández y Vila, 1989c) encontrándose que la información sobre las características sensoriales del estímulo y sobre el momento de su aparición modifica el patrón de la respuesta (desapareciendo la primera desaceleración y adelantándose temporalmente la segunda aceleración). La manipulación cognitiva también modifica la habituación, encontrándose menor habituación con la predictibilidad del estímulo.

El efecto de la manipulación atencional, siguiendo el paradigma de la aceptación-rechazo de Lacey, también se ha utilizado en diversos estudios (Pérez, Fernández, Vila y Turpin, 2000; Vila, Pérez, Fernández, Pegalajar y Sánchez, 1997; Vila, 1998). Los datos vuelven a confirmar, en contra del modelo cognitivo clásico, que el patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa correlaciona positivamente con tareas de aceptación atencional y no con tareas de rechazo atencional. La amplitud del segundo componente acelerativo se potencia cuando los participantes realizan simultáneamente una tarea de atención externa (tarea de aceptación atencional). Por el contrario, el efecto potenciador no se observa cuando la tarea es de atención interna (tarea de rechazo atencional).

## **2.7. Modulación de la Respuesta Cardíaca de Defensa**

### **2.7.1. Modulación emocional de la Respuesta Cardíaca de Defensa**

La modulación emocional de la RCD se ha estudiado mediante la manipulación del estado emocional de los participantes a través de distintos procedimientos (García-León,

Vila, Reyes, y Pérez, 2002; Ruiz-Padial, Sánchez, Thayer, y Vila, 2002; Rodríguez, 2005; Sánchez et al., 2002).

Los estudios de García-León (1997) muestran que la manipulación emocional a través de la frustración y el hostigamiento afecta a los tres primeros componentes del patrón. Concretamente, la frustración y el hostigamiento conjuntamente aumentan la amplitud de la primera aceleración, mientras que la frustración sola disminuye la amplitud de la primera desaceleración y aumenta la amplitud de la segunda aceleración.

Otros procedimientos de inducción de estados emocional incluyen la manipulación de factores ambientales (luz-oscuridad) y la visualización de imágenes afectivas procedentes del IAPS. En cuanto a los primeros, Sánchez, Pérez, Fernández, y Vila (1997) examinaron el efecto de los niveles de luz ambiental (presencia/ausencia) sobre la RCD. Los resultados mostraron que en condiciones de oscuridad-penumbra la amplitud del segundo componente acelerativo aumenta, mientras que bajo condiciones de luz media-intensa dicho componente se ve atenuado.

En cuanto a la manipulación del contenido afectivo de imágenes emocionales, Sánchez (2000) y Sánchez et al. (1998a) presentaron imágenes agradables, neutrales o desagradables a los participantes del estudio segundos antes de la ocurrencia de un ruido blanco intenso. Los resultados de este estudio mostraron una modificación del patrón en función de la valencia de las imágenes:

1. Ante diapositivas desagradables, se producía potenciación de los dos componentes acelerativos, desapareciendo la primera desaceleración.
2. Ante imágenes agradables y neutrales se observó una atenuación general del patrón, con una primera desaceleración que no llegaba a sobrepasar el nivel de línea de base.

Este efecto se observó fundamentalmente en la primera presentación del estímulo.

En la misma línea, Sánchez (2000) y Sánchez et al.(1998b) examinó el efecto modulador del estado emocional en personas fóbicas. Se seleccionaron dos grupos de personas: a) con fobia a los animales -serpientes o arañas- y b) con fobia a la sangre. Las imágenes utilizadas hacían referencia al objeto fóbico para cada grupo. Los resultados revelaron una evidente potenciación de la RCD cuando los participantes visualizaban una imagen de su objeto fóbico, en comparación con una imagen no fóbica. No se encontraron diferencias significativas en reactividad cardíaca entre los distintos grupos.

Recientemente, otra serie de estudios (Rodríguez, 2005) ha explorado la modulación de la Respuesta Cardíaca de Defensa bajo diferentes condiciones de estado de ánimo y privación alimentaria en participantes con alto “craving” por la comida en población normal (primer estudio), de alto riesgo (segundo estudio) y con bulimia nerviosa (tercer estudio). Los resultados de los tres experimentos muestran: 1) potenciación de la RCD ante la imagen desagradable e inhibición ante la imagen de chocolate en mujeres controles (Rodríguez, Fernández, Cepeda-Benito y Vila, 2005), 2) potenciación de la RCD ante la imagen de comida en mujeres no deprivadas bajo un estado de ánimo negativo y con alto riesgo de padecer bulimia nerviosa y, por último, 3) potenciación de la RCD ante la imagen de comida y una menor reactividad general en mujeres con bulimia nerviosa. Estos datos indican mayor defensa cardíaca ante la comida a medida que aumentan el contexto emocional negativo y la patología bulímica.

Por último, existe otra línea de investigación que ha examinado la modulación de la RCD bajo condiciones de procesamiento no consciente, utilizando un procedimiento de enmascaramiento hacia atrás similar al empleado por Öhman y colaboradores en el estudio de procesamiento preatencional de estímulos fóbicos (Esteves, Parra, Dimberg, & Öhman, 1994; Öhman & Soares, 1994; Soares & Öhman, 1993).

Ruiz y colaboradores (2000), combinaron el paradigma de Lang (1995) de visualización de imágenes afectivas y el de enmascaramiento hacia atrás de Öhman para examinar si la modulación de la RCD ocurría bajo condiciones preatencionales. Se seleccionó un grupo de participantes con fobia a las arañas y se examinó su RCD ante la presentación de un ruido blanco intenso (105 dB) durante la proyección de una diapositiva

fóbica (araña) y otra neutra (flor). La mitad de los sujetos vieron las imágenes bajo condiciones conscientes y la otra mitad bajo condiciones no conscientes. Los resultados mostraron potenciación de la RCD ante las imágenes fóbicas en comparación con las neutras tanto en el grupo consciente como en el grupo no consciente.

### **Modulación atencional de la Respuesta Cardíaca de Defensa**

De acuerdo con los modelos clásicos, la defensa cardíaca debería correlacionar negativamente con índices de aceptación sensorial (atención interna) y positivamente con índices de rechazo sensorial (atención externa), usando la terminología de los Lacey. Sin embargo, los estudios que se presentan a continuación confirman consistentemente la hipótesis contraria: una relación positiva entre defensa cardíaca y procesos atencionales de aceptación sensorial.

En estos estudios (Pérez et al., 1996; Vila et al., 1997) se utilizó nuevamente el paradigma de la aceptación-rechazo de los Lacey mediante la superposición de tareas atencionales, bien de tipo externo (aceptación) bien de tipo interno (rechazo). Los resultados encontrados mostraron una potenciación de la amplitud y duración del segundo componente acelerativo de la Respuesta Cardíaca de Defensa cuando los participantes realizaban simultáneamente una tarea de atención externa (tarea de seguimiento de una luz externa), no ocurriendo lo mismo cuando los participantes realizaban simultáneamente una tarea de atención interna (tarea de seguimiento de la percepción cardíaca). Este efecto modulador de la atención externa sobre la Respuesta Cardíaca de Defensa es consistente también con la relación significativa encontrada por Fernández y Vila (1989a) entre la presencia del segundo componente acelerativo y la mayor reactividad cardíaca en tareas de tiempo de reacción simple (aceptación sensorial), no encontrándose dicha relación en tareas de aritmética mental (rechazo atencional).

Estudios posteriores han intentado aclarar si esta potenciación del segundo componente acelerativo dependía bien de la dirección de la atención durante la tarea o bien de la carga mental de la tarea. Pérez, Fernández, Vila, y Turpin (2000) examinaron este



último efecto sustituyendo las tareas de atención interna anteriores por tareas cognitivas de memoria en las que se podía manipular la dificultad de la tarea o carga mental. De nuevo, los resultados del estudio indicaron que la modulación de la Respuesta Cardíaca de Defensa sólo se produjo en el grupo que realizaba la tarea de atención externa. Por su parte, Ramírez, Pérez, Sánchez, y Vila (1999) manipularon la dirección de la atención (externa frente interna) comparando dos tareas cognitivas paralelas: tarea de búsqueda visual (aceptación) y tarea de búsqueda en memoria (rechazo). Los resultados mostraron nuevamente una potenciación del segundo componente acelerativo de la respuesta en la condición de búsqueda visual (atención externa).

Como ha quedado demostrado, el patrón secuencial de la Respuesta Cardíaca de Defensa con componentes acelerativos y desacelerativos, y con mecanismos fisiológicos simpáticos y parasimpáticos igualmente secuenciales, permite plantear la significación psicológica de la respuesta tanto en términos atencionales como emocionales. Este fue el objetivo de un estudio reciente (Ramírez, 2003) en el que se intentó confirmar la existencia de un efecto modulador aditivo de la atención y la emoción sobre la Respuesta Cardíaca de Defensa. Para ello se utilizó la misma tarea de atención externa (aceptación sensorial) que en los estudios atencionales anteriores, pero sustituyendo las letras de la tarea de búsqueda visual por imágenes afectivas (agradables, neutrales y desagradables) similares a las usadas en los estudios antes descritos. Los resultados indicaron que la potenciación de la respuesta defensiva -segundo componente acelerativo-, debida a la superposición de la tarea de búsqueda visual, se veía incrementada cuando los estímulos de la tarea eran imágenes afectivas de contenido desagradable.

En resumen, los datos obtenidos hasta el momento respecto a la defensa cardíaca no apoyan los planteamientos clásicos de las reacciones defensivas en términos contrapuestos: significación atencional (defensa perceptiva) o significación motivacional (lucha o huida). La interpretación conductual de la Respuesta Cardíaca de Defensa permite una integración de las perspectivas cognitiva y motivacional, entendiendo que pueden representar diferentes momentos de un mismo proceso defensivo. Cuando el estímulo defensivo se presenta de forma inesperada, el patrón típico de la Respuesta Cardíaca de Defensa reflejaría una

secuencia natural dinámica compuesta por dos fases iniciales -primera aceleración y primera desaceleración- en las cuales predominarían los procesos atencionales dirigidos al análisis de la situación de peligro y, si el estímulo amenazante persiste, aparecerían las dos fases siguientes (segunda aceleración y segunda desaceleración) en las cuales predominarían los procesos motivacionales dirigidos a la preparación de acciones defensivas, tipo lucha o huida (Vila et al., 2003). Por tanto, dependiendo de la proximidad temporal y espacial del estímulo defensivo, los diferentes componentes de la defensa cardíaca tendrían lugar sucesivamente reflejando la transición típica entre la atención y la acción en contextos animales naturales (Fanselow, 1994; Fendt y Fanselow, 1999; Lang, Bradley, y Cuthbert, 1997; Lang, Davis, y Öhman, 2000).

Sin embargo, cuando el estímulo evocador de la reacción defensiva va precedido de estímulos de *priming* (por ejemplo, visualización de imágenes desagradables o fóbicas, incluso presentadas pre-atencionalmente), el patrón de defensa cardíaca se modifica drásticamente: desaparece la primera desaceleración y se adelanta la segunda aceleración observándose una única respuesta acelerativa potenciada. Este hecho sugiere que la secuencia de procesos atencionales y motivacionales se ha adelantado temporalmente: las primeras fases atencionales pasan a los estímulos de *priming* y las últimas fases motivacionales de preparación para las acciones defensivas se adelantan con el fin de ocupar la parte inicial y central de la reacción defensiva (Vila y Fernández, 2004).

### **3. Mecanismos neurofisiológicos de la modulación emocional y atencional de los reflejos defensivos**

Los mecanismos neurofisiológicos de la modulación atencional y emocional de los reflejos defensivos aún no son bien conocidos. El Reflejo Motor de Sobresalto ha sido, sin lugar a dudas, el más investigado (Davis, 1997; Lang, Bradley, y Cuthbert, 1997; Lang, Davis, y Öhman, 2000), seguido de la respuesta defensiva de congelamiento o paralización y, en menor medida, de la respuesta cardíaca defensiva en animales (LeDoux, 1996).

En general, se pueden distinguir dos tipos de circuitos neurofisiológicos: el primario y el secundario. En el caso de la respuesta cardíaca defensiva eliciteda por estimulación auditiva, el circuito primario conecta los receptores auditivos y las neuronas cocleares con los núcleos de la médula espinal (núcleo del tracto solitario, núcleo ambiguo) responsables de la activación de las neuronas simpáticas y parasimpáticas que inervan el corazón (LeDoux, 1996). Este circuito primario no pasa directamente por la amígdala, pero cuando el estímulo evocador del reflejo defensivo va precedido de estímulos emocionales se interponen otros circuitos, cuyo núcleo clave es la amígdala, los cuales ejercen un efecto potenciador o inhibidor sobre los circuitos específicos de la respuesta.

Esta organización neurofisiológica con dos tipos de circuitos, el primario -sin influencias de la amígdala- y el secundario -con influencias de la amígdala- permite explicar las similitudes y diferencias entre las distintas respuestas defensivas (sobresalto motor, defensa cardíaca, congelamiento, ataque agresivo, sumisión, expresiones faciales de miedo o ira, etc.). El efecto modulador común del estado emocional sobre los diferentes reflejos se debería sobre todo a la activación del circuito secundario, mientras que el efecto diferencial de cada reflejo defensivo se debería a las características específicas de cada circuito primario. El circuito secundario constituye, a su vez, una red compleja de conexiones corticales y subcorticales. La amígdala recibe *inputs* de numerosas estructuras, entre ellas el tálamo, la corteza visual y auditiva, la corteza de transición, diferentes zonas del lóbulo prefrontal y el hipocampo (LeDoux, 1996). Al mismo tiempo, la amígdala proyecta sobre las estructuras propias de cada uno de los circuitos primarios: el núcleo reticular de la parte caudal del puente (sobresalto motor), el hipotálamo lateral (defensa cardíaca), sustancia gris central (congelamiento), núcleo del trigémino (expresiones faciales), núcleo paraventricular del hipotálamo (respuesta hormonal de estrés), etc. Esta compleja red permite explicar el fenómeno de la modulación emocional de los reflejos defensivos a partir de estímulos sensoriales, de imágenes mentales o de recuerdos que activan o desactivan la amígdala potenciando o inhibiendo los reflejos.

En el caso de la Respuesta Cardíaca de Defensa, el circuito secundario, activado por la visualización de imágenes desagradables y fóbicas, modificaría el funcionamiento del

circuito neurofisiológico primario, alterando las relaciones simpático-parasimpáticas que controlan el patrón de la respuesta. La activación de la amígdala por la visualización de imágenes desagradables, previa a la presentación del estímulo auditivo intenso, parece bloquear el predominio vagal durante los dos primeros componentes del patrón de la respuesta -la primera aceleración y la primera desaceleración- haciendo que predominen las influencias simpáticas propias del segundo componente acelerativo. Esto explicaría que, bajo condiciones de facilitación o *priming* emocional, se unan los dos componentes acelerativos desapareciendo la primera desaceleración, además de dar cuenta del adelanto temporal de la segunda aceleración (Vila et al., 2003).

Los circuitos neurofisiológicos comentados han sido ampliamente investigados en el contexto de la modulación emocional de los reflejos defensivos. Sin embargo, el estudio de los mecanismos neurofisiológicos de la modulación atencional de los reflejos defensivos está aún en vías de desarrollo. Como se comentó anteriormente, la amígdala recibe *inputs* de numerosas estructuras corticales y subcorticales. Entre las estructuras corticales se encuentran zonas de los lóbulos prefrontales -potencialmente implicadas en el Sistema Atencional Anterior (Fernández-Duque y Posner, 2001; Posner y Di Girolamo, 1998)- y zonas de los lóbulos parietales y occipitales -potencialmente implicadas en el Sistema Atencional Posterior (Posner y Raichle, 1994; Posner y Rothbart, 1992)-. El Sistema Atencional Posterior parece estar relacionado con todo lo referente al control del procesamiento espacial y las áreas cerebrales encargadas de dichas operaciones se sitúan en los colículos superiores, en ciertas áreas talámicas -principalmente el núcleo pulvinar del tálamo-, y en el lóbulo parietal posterior. En cambio, la principal función del Sistema Atencional Anterior sería la detección de objetos y el reconocimiento de su identidad. También este mecanismo parece estar formado por varias áreas cerebrales, principalmente el cíngulo anterior, los ganglios de la base y la corteza dorsolateral prefrontal. Tanto el Sistema Atencional Posterior como Anterior parecen estar bajo el control de un tercer sistema atencional denominado Sistema de Activación Central. Este mecanismo se pondría en funcionamiento cuando el cerebro tiene que estar alerta ante la aparición de un posible estímulo para lograr su rápida detección. Durante este periodo, el Sistema Atencional Anterior sería inhibido y el Sistema de Atención Posterior sería activado, lo cual facilitaría

el procesamiento del estímulo. El mecanismo atencional de vigilancia se ha situado anatómicamente en zonas subcorticales, concretamente estaría formado por neuronas de norepinefrina del locus coeruleus que proyectan principalmente en áreas de los lóbulos frontal y parietal derecho (Posner y Petersen, 1990).

Estudios recientes sobre la modulación de la Respuesta Cardíaca de Defensa han aportado evidencia empírica a favor del modelo atencional de Posner (Ramírez, 2003). Para ello, se manipularon experimentalmente los Sistemas Atencionales Anterior y Posterior a través de la utilización de tareas de búsqueda en memoria y búsqueda visual, observándose su efecto sobre el Sistema de Alerta medido objetivamente a través de la magnitud de la defensa cardíaca. La potenciación observada en la Respuesta Cardíaca de Defensa cuando se realiza una tarea de búsqueda visual es coherente con la existencia de un lazo excitatorio entre el Sistema Atencional Posterior y el Sistema de Alerta. Por el contrario, la atenuación de la respuesta de defensa cuando se realiza una tarea de búsqueda en memoria es igualmente coherente con la existencia de un lazo inhibitorio entre el Sistema Atencional Anterior y el Sistema de Alerta.

Las conexiones más conocidas de las zonas prefrontales de tipo inhibitorio han sido las establecidas con la amígdala (Thayer y Lane, 2000; Thayer y Siegle, 2002). Diversos estudios con neuroimágenes han encontrado decrementos en la activación prefrontal acompañados de incrementos en la activación de la amígdala y de decrementos en la Variabilidad Cardíaca. La Variabilidad Cardíaca en la gama de frecuencias respiratorias es un índice del control vagal sobre el corazón. Cuando la amígdala se activa la Variabilidad Cardíaca disminuye, reflejando la disminución en el control vagal sobre el corazón y el subsecuente incremento del control simpático. La amígdala parece ser, por tanto, la principal estructura subcortical que media entre la actividad prefrontal y la actividad cardíaca: la inhibición de la amígdala produciría, a través de sus proyecciones sobre el hipotálamo lateral y los núcleos del tronco cerebral, un incremento en el control vagal y, simultáneamente, una disminución en el control simpático sobre el corazón.

## **CAPÍTULO TERCERO**

# **La emoción y los Reflejos Defensivos: El modelo de Lang**

### **1. El estudio científico de la emoción**

En los últimos años, el estudio científico de la emoción está experimentando un notable auge, gracias en gran medida a los avances en el campo de las neurociencias y de la psicofisiología. La principal vía de conocimiento actual sobre los mecanismos psicológicos de la emoción (especialmente del miedo y la ansiedad) procede del estudio de los reflejos protectores, tanto en animales como en humanos (Davis, 1992a, 1992b, 1997; Davis & Lang, 2001; Lang, Davis, & Öhman, 2000; Lang, Simon, & Balaban, 1996; LeDoux, 1990, 1994, 1995, 1996, 2000; Öhman & Birbaumer, 1993). En animales, las principales respuestas estudiadas han sido el Reflejo Motor de Sobresalto, la respuesta de congelamiento o paralización, la conducta de evitación y el ataque aversivo. Así mismo, se han estudiado los cambios fisiológicos que acompañan a tales conductas: respuestas cardiovasculares, endocrinas, inmunitarias y analgésicas. En humanos, las principales respuestas protectoras estudiadas han sido el Reflejo Motor de Sobresalto y el Reflejo Cardíaco de Defensa. Se trata, sin duda, de una línea de investigación que conecta directamente con las aportaciones de principios de siglo de Pavlov (1927) y Cannon (1927) sobre las respuestas defensivas y su condicionamiento.

No obstante, los esfuerzos para llegar a una definición precisa y consensuada de emoción han resultado siempre polémicos e infructuosos (Moltó, 1995). Actualmente, la mayoría de investigadores (Öhman & Birbaumer, 1993; Bradley, 2000; Lang, Simon, & Balaban, 1996) aceptan, como definición de trabajo para el estudio de la emoción, la propuesta por Peter J. Lang del triple sistema de respuesta (Lang, 1968, 1979). Lang considera la emoción como una disposición para la acción, resultante de la activación de determinados circuitos cerebrales ante estímulos significativos para el organismo que se manifiesta a través de tres sistemas de respuesta relativamente independientes: el cognitivo o experiencial subjetivo, el motor o conductual-expresivo y el neurofisiológico-bioquímico (Lang, 1968, 1979, 1993, 1995). Cada uno de estos componentes tomados de forma aislada sólo constituyen aspectos parciales e imperfectos del fenómeno emocional, más si tenemos en cuenta que las correlaciones entre e intra-sistemas son con frecuencia bastante modestas (Lang, 1968) y que los patrones de respuesta a menudo varían entre sujetos y a través de diferentes contextos (Lacey & Lacey, 1970). En consecuencia, tal y como proponen Öhman y Birbaumer (1993), la emoción no puede entenderse sin el estudio de todas sus manifestaciones: informes verbales, conducta externa y respuestas fisiológicas.

El sistema conductual incluye tanto las acciones externas típicamente emocionales (aproximación, ataque, huida) como los efectos de la emoción en la ejecución de tareas no emocionales (atención, memoria, aprendizaje) facilitándolas o dificultándolas. El sistema expresivo-lingüístico incluye tanto la comunicación verbal directa de tipo emocional (expresiones de alegría, tristeza, miedo, ira) como los informes evaluativos sobre los propios sentimientos y afectos. Por último, el sistema fisiológico incluye tanto las respuestas viscerales y somáticas, las cuales constituyen el apoyo logístico e instrumental de las acciones externas, como los propios cambios fisiológicos cerebrales.

El modelo de Lang presta especial atención a la organización estructural de las reacciones emocionales, a sus fundamentos neurofisiológicos y a los mecanismos de activación de la emoción. Lang (1968, 1979, 1993) asume una organización jerárquica de las reacciones emocionales en la que tienen cabida tanto los aspectos específicos como los aspectos dimensionales. En el nivel inferior las reacciones emocionales se manifiestan

como patrones específicos de acción dependientes del contexto, por tanto, con una topografía fisiológica y conductual específica. En el nivel intermedio predominan los programas emocionales, integrados por subrutinas de ataque, huida, búsqueda de alimentos o aproximación. Estos programas muestran ciertas similitudes y estereotipias de respuesta ante diferentes contextos dando lugar a las llamadas categorías emocionales: el miedo, la ira o la tristeza. Por último, en el nivel superior predominan las dimensiones emocionales. Todas las reacciones emocionales comparten determinadas características: a) direccionalidad (tendencia a la aproximación o a la evitación), b) intensidad (mayor o menor requerimiento de energía), y c) control (continuidad o interrupción de la secuencia conductual). Estas tres características constituyen las tres grandes dimensiones que organizan el mundo afectivo al más alto nivel: valencia (agradable-desagradable), *arousal* (activado-calmado) y dominancia (controlador-controlado) (Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

La dimensión de valencia (agradable-desagradable) es la que ejerce la principal influencia en la organización jerárquica de las emociones debido a la existencia en el cerebro de dos sistemas motivacionales primarios: el apetitivo -dirigido a la conducta consumatoria, sexual o de crianza- y el defensivo -dirigido a la conducta de protección, escape o evitación-. Este sustrato neurofisiológico es el que justifica el carácter bipolar de la dimensión de valencia y su primacía sobre las otras dos dimensiones. Tal como se expondrá en los siguientes apartados, en este momento se dispone de abundantes datos neurofisiológicos a favor de la existencia de circuitos cerebrales propios para los sistemas apetitivo y defensivo.

Por su parte, la dimensión de *arousal* no tendría un sustrato neurofisiológico separado, sino que representa bien activación metabólica y neural de cualquiera de los dos sistemas -el apetitivo o el defensivo-, bien co-activación de ambos sistemas. Por tanto, en cuanto a la dimensión de *arousal*, los dos sistemas motivacionales primarios podrían funcionar de forma aditiva. Sin embargo, en cuanto a sistemas de acción, el apetitivo y el defensivo funcionarían de forma recíprocamente inhibitoria. La dirección general de la conducta (aproximación-evitación) dependerá de las fuerzas relativas de activación de



ambos sistemas. El sistema motivacional dominante –apetitivo o defensivo- será el que termine modulando toda la conducta, ya sean reflejos simples o procesos cognitivos complejos.

Finalmente, la dimensión de dominancia es la que menor peso tiene en el modelo teórico de Lang. En los estudios factoriales es también el factor que menor varianza explica, encontrándose sistemáticamente una correlación positiva entre valencia y dominancia: a mayor valencia positiva mayor control y dominio. No obstante, dado que se trata de un factor independiente que aparece en todos los estudios, su aportación diferencial a la organización emocional y, en definitiva, a la conducta debería seguir siendo objeto de interés sobre todo en aquellas investigaciones en las que se incluyan muestras caracterizadas por una carencia de control de impulsos. Así, podría ayudar a entender estados emocionales de conflicto o ambivalencia debidos a la co-activación de los sistemas apetitivo y defensivo, algo que puede ocurrir con relativa frecuencia en determinados trastornos psicopatológicos (por ejemplo, en las adicciones, en los trastornos de la conducta alimentaria, o en las disfunciones sexuales) o en determinados momentos críticos de la vida (por ejemplo, durante la adolescencia). En estos casos, la presencia del conflicto emocional podría estar indicada por la tendencia opuesta de los cambios en valencia y dominancia: un aumento de la valencia positiva (polo apetitivo) acompañado de una disminución del control o dominio, o un aumento de la valencia negativa (polo defensivo) acompañado de un aumento del control o dominio (Cacciopo & Berston, 1994; Cacciopo & Gardner, 1999; Cacciopo, Gardner, & Berston, 1997).

El modelo presta también especial atención a los mecanismos de activación de la emoción. En humanos, la activación de los circuitos neurofisiológicos de la emoción no sólo se produce por la presencia de estímulos externos relevantes para la supervivencia. Debido a las múltiples conexiones de las estructuras motivacionales primarias (subcorticales y corticales profundas) con las estructuras neurales más recientes (corticales), los circuitos neurofisiológicos de la emoción pueden activarse por el procesamiento interno de estímulos simbólicos o mediante la activación de memorias afectivas. Las nuevas estructuras corticales del cerebro humano añadieron complejidad al funcionamiento de los sistemas motivacionales primarios permitiendo un mayor control de

las respuestas ante los estímulos apetitivos y aversivos (inhibición, retraso, evaluación del contexto, planificación futura). De esta forma, en la emoción humana se activan redes complejas de información que responden a estimulación degradada, que incluyen representaciones diversas almacenadas en la memoria, que pueden generar diferentes tipos de respuesta, e incluso que pueden procesarse sin ninguna acción externa. Este aspecto del modelo de Lang es el que queda recogido en su Teoría Bio- informacional (Lang, 1979, 1985). La característica definitoria de una red de información emocional es la presencia en la red de información de respuesta, la que permite conectar la estructura cognitiva con los circuitos neurofisiológicos apetitivos y defensivos. Sólo cuando se activan estos circuitos es cuando el procesamiento cognitivo de la red se puede considerar emocional (Lang, 1993; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1998a, 1998b).

El planteamiento teórico de Lang tiene como principal característica la de romper con las viejas dicotomías en el estudio científico de la emoción: periferalismo-centralismo, especificidad-dimensionalidad y fisiológico-cognitivo (Vila, 1996; Vila & Fernández-Santaella, 2004). El modelo de Lang, como el de otros autores que comparten planteamientos similares, es al mismo tiempo central y periférico, dimensional y específico, y fisiológico y cognitivo. La organización jerárquica de la emoción y sus mecanismos de activación cuenta con elementos que son simultáneamente específicos (nivel inferior) y dimensionales (nivel superior), centrales (circuitos cerebrales) y periféricos (respuestas viscerales y somáticas), y cognitivos (red de información) y fisiológicos (funcionamiento corporal).

## **2. Contexto emocional: El IAPS (*Internacional Affective Picture System*)**

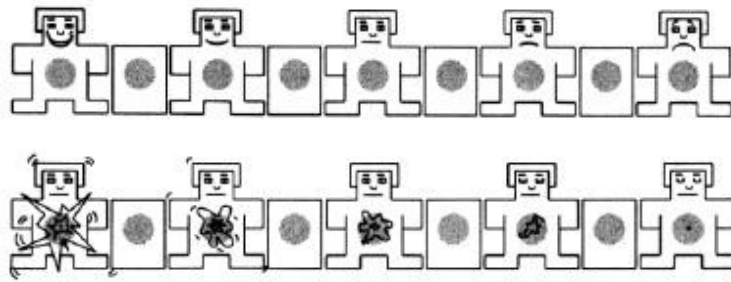
La principal fuente de evidencia a favor del modelo de Lang proviene de estudios dirigidos a conocer los circuitos psicológicos y fisiológicos de los sistemas apetitivo y aversivo, utilizando como paradigma la visualización de imágenes afectivas. Dichas imágenes guardan un significado de tipo simbólico/representativo que coincide con el del objeto real al que representan. Las reacciones emocionales que provocan son similares a aquellas que eliciten estímulos reales.

En los últimos años, Lang y colaboradores han desarrollado un conjunto de estímulos visuales (International Affective Picture System / IAPS; Lang, Bradley y Cuthbert, 2005), auditivos (International Affective Digitized Sounds System/IADS; Bradley y Lang, 1999a, 2000b) y verbales (Affective Norms for English Words/ANEW; Bradley y Lang, 1999b) que han resultado ser capaces de evocar de forma fiable un amplio conjunto de reacciones emocionales, tanto a nivel psicológico como a nivel fisiológico.

El IAPS es un instrumento en constante desarrollo que ha sido adaptado recientemente a la población española (Moltó et al., 1999; Vila et al., 2001). Actualmente contiene unas 1000 imágenes en color, en formato de diapositiva y digitalizado pertenecientes a diversas categorías semánticas: animales, escenas de la naturaleza, objetos de casa, desnudos, parejas eróticas, caras humanas, cuerpos mutilados, armas, comida, deportes, etc.

Uno de los inconvenientes de utilizar esta clase de estímulos estriba en la dificultad que entraña su cuantificación afectiva. Los métodos psicofísicos clásicos y modernos se centran en sensaciones cuya dimensión física es fácil de manipular: temperatura, peso, brillo, tono, etc. La métrica de las sensaciones afectivas es, obviamente, más complicada.

Con objeto de proporcionar valores normativos y poder estandarizar las imágenes del IAPS, Lang y colaboradores desarrollaron el Maniquí de Auto-evaluación (*Self-Assesment Manikin/SAM*; Lang, 1980). El Maniquí de Auto-evaluación -SAM (ver figura 5)- es un instrumento de medida pictórico, no verbal, de fácil y rápida aplicación. Este método de evaluación proporciona información para cada imagen en las tres dimensiones emocionales generales: valencia, activación y dominancia.



El SAM incluye tres escalas y cada una de ellas está formada por una secuencia de cinco figuras humanoides, graduadas en intensidad, que representan diferentes niveles de agrado, activación o dominancia, y que van desde un extremo de máximo desagrado, de relajación o de sentirse dominado, hasta el otro extremo de máximo agrado, de activación o de sentirse dominador. Las evaluaciones de cada imagen se realizan colocando una X sobre una de las cinco figuras de cada escala o en cualquiera de los cuatro espacios entre figuras, lo que proporciona una puntuación para cada escala en un rango de 1 a 9. Debido al carácter eminentemente pictográfico, no verbal, del instrumento, el SAM es especialmente adecuado para su uso en países y culturas diferentes, ya que está libre de las influencias culturales y no requiere el uso del lenguaje (Lang, 1995; Lang, Bradley y Cuthbert, 1997).

Los baremos españoles y estadounidenses están basados en las evaluaciones realizadas, sobre conjuntos de 60 diapositivas, por grupos amplios de entre 100 y 160 estudiantes universitarios. Las evaluaciones afectivas de las imágenes del IAPS han demostrado ser altamente fiables y estables. La figura 8 representa la distribución de las imágenes en el espacio definido por las dimensiones de valencia afectiva y activación.

El eje vertical codifica la posición de cada imagen en la dimensión de valencia. El eje horizontal codifica su posición en la dimensión de *arousal*. Cada punto entre los dos ejes representa la media de las estimaciones de cada una de las imágenes. Como puede verse, la distribución de las imágenes adopta la forma de *boomerang*, con dos brazos que salen desde una zona afectivamente neutra y mínima activación hacia los dos extremos de agradable y desagradable de máxima activación.

Los resultados obtenidos con las 480 fotografías de los primeros 8 conjuntos baremados en población española reproducen los obtenidos en las muestras estadounidenses. Además, se aprecia que el brazo que se extiende hacia el polo agradable tiene una menor inclinación, junto a una mayor dispersión, que el brazo que se extiende

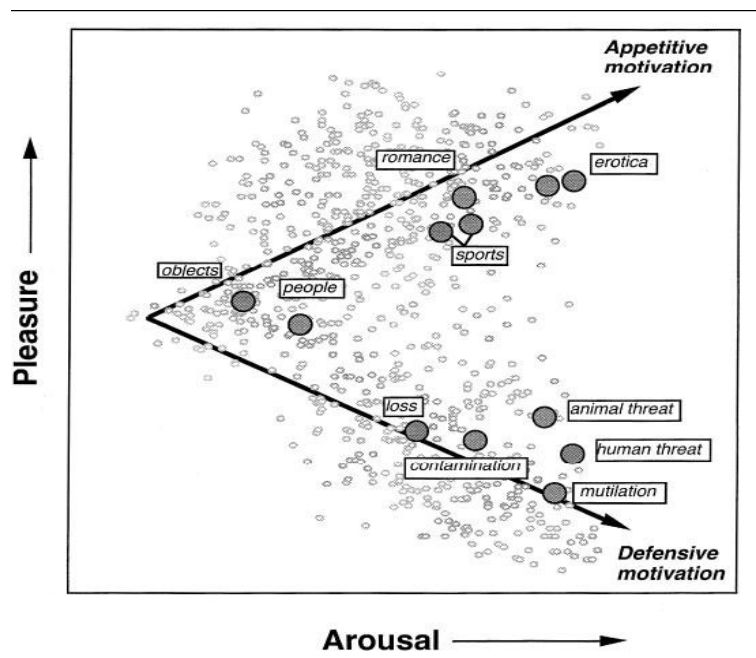


Figura 6. Distribución de las imágenes del IAPS en la población Estadounidense considerando las dimensiones de Valencia y Activación (Bradley y Lang, 1994)

hacia el polo desagradable. También se observa la práctica ausencia de imágenes en algunas regiones del espacio bidimensional, en particular en el cuadrante poco activador y desagradable y en el cuadrante altamente activador y neutro. En la figura 10 se recogen los resultados obtenidos con las 352 imágenes de los últimos 6 conjuntos del IAPS baremados en población española. Como puede apreciarse, el brazo que se extiende hacia el polo

agradable tiene una menor inclinación, junto con una mayor dispersión, que el brazo que se extiende hacia el polo desagradable. También se observa la práctica ausencia de imágenes en algunas regiones del espacio bidimensional, en particular en el cuadrante poco activador y desagradable y en el cuadrante altamente activador y neutro.

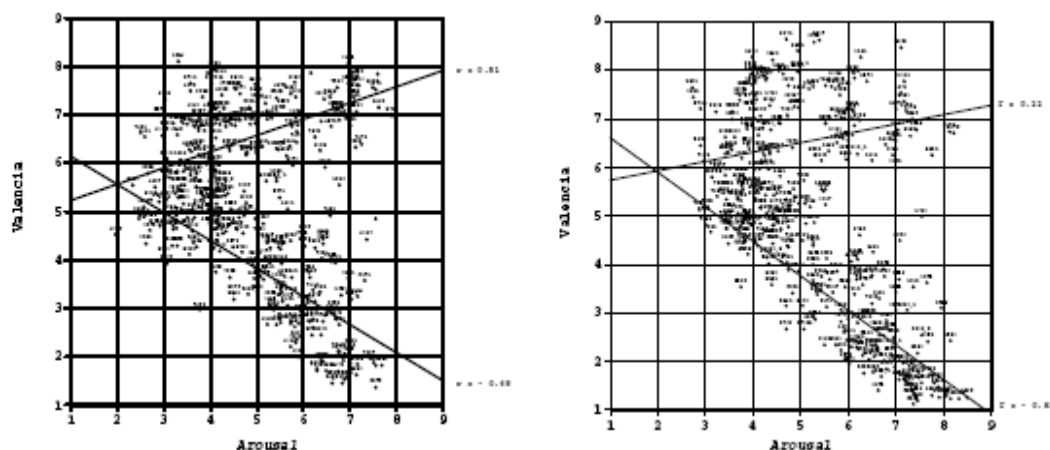


Figura 7. Distribución de las imágenes del IAPS en población española considerando las dimensiones de Valencia y Arousal. A la izquierda para el grupo de varones y a la derecha para el grupo de mujeres (Vila et al, 2001)

Pese a la similitud de los baremos españoles y estadounidenses, así como de los resultados generales de las muestras de varones y mujeres, existen también importantes diferencias que apelan a la necesidad de utilizar datos normativos adecuados al tipo de sujetos y al contexto cultural de cada investigación. Las diferencias entre españoles y estadounidenses no se producen en las evaluaciones de la dimensión de valencia, pero sí en las dimensiones de *arousal* y dominancia: los españoles perciben las imágenes con un mayor nivel de activación y con un menor nivel de dominio o control que los estadounidenses. Estos resultados sugieren que los españoles reaccionan emocionalmente con mayor intensidad pero con menor control que los estadounidenses, dato que encaja bastante bien con los estereotipos que existen en ambas poblaciones.

Por otra parte, las diferencias entre varones y mujeres aparecen de forma consistente en todos los estudios realizados. Como puede apreciarse en la figura 10, el brazo del

*boomerang* que se extiende hacia el polo desagradable tiene una mayor inclinación, junto con una menor dispersión, en el caso de las mujeres; mientras que el brazo que se extiende hacia el polo agradable tiene una mayor inclinación, junto con una menor dispersión, en el caso de los varones. Estos datos sugieren un mayor sesgo de negatividad en las mujeres y un mayor sesgo de positividad en los varones. Las diferencias de género son también evidentes cuando se identifican las imágenes evaluadas por varones y mujeres como más agradables. Las mujeres asignan puntuaciones mayores a las imágenes de bebés, familias y parejas románticas, mientras que los varones consideran como las más agradables las imágenes eróticas y de deportes. En cuanto a las imágenes más desagradables, los varones y las mujeres coinciden en el tipo de imágenes (mutilaciones y violencia), pero las evaluaciones de las mujeres son más extremas (Moltó et al., 1999; Vila et al., 2001).

Los datos arriba mencionados tienen importantes implicaciones teóricas. La inclinación diferente de la distribución de las imágenes en función de la valencia hedónica –mayor inclinación para las imágenes desagradables que para las imágenes agradables– sugiere mecanismos de activación diferentes para los sistemas motivacionales apetitivo y defensivo. La menor inclinación para el sistema apetitivo indicaría la presencia de un sesgo hacia la positividad cuando ninguno de los dos sistemas motivacionales está fuertemente activado. En otras palabras, cuando los niveles motivacionales son bajos (poca activación), la tendencia a la aproximación sería mayor que la tendencia a la evitación, lo que explicaría las reacciones exploratorias y de orientación típicas de la vida cotidiana, cuando los estímulos ambientales no son ni fuertemente amenazantes ni fuertemente atractivos. Por el contrario, la mayor inclinación para el sistema defensivo indicaría un sesgo hacia la negatividad cuando los niveles motivacionales son muy altos, esto es, habría una mayor tendencia a responder con reacciones defensivas de evitación y escape que con reacciones positivas de aproximación cuando aumentan los niveles de activación emocional. Estos datos coinciden con los encontrados por Neal Miller (1959) referentes a los gradientes de aproximación-evitación en las ratas y refuerzan la idea mantenida por otros autores (Bradley, 2000; Konorski, 1967; Lang, 1995) de la existencia de un sesgo a reaccionar defensivamente ante estímulos que posteriormente resultan ser inocuos o incluso positivos (Dickinson & Dearing, 1979; Mineka, 1992; Öhman, 1993<sup>a</sup>, 1993<sup>b</sup>). Este sesgo de

negatividad o *conservadurismo adaptativo* (Mineka, 1992), tiene claras funciones de cara a la supervivencia, debido al coste potencialmente mortal de la ausencia de dicho sesgo.

### **3. Correlatos fisiológicos y conductuales del procesamiento de imágenes afectivas**

Los datos psicofisiológicos y conductuales indican que las imágenes del IAPS pueden producir cambios mensurables y fiables en los sistemas autonómico, central, muscular facial y esquelético-reflejo, así como en el propio comportamiento de las personas (Cuthbert, Bradley, & Lang, 1996; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). Estas respuestas fisiológicas, verbales y conductuales pueden ser organizadas en torno a las dimensiones de valencia y *arousal*, respaldando de forma empírica el modelo teórico y la organización bifásica de las emociones.

En numerosas investigaciones llevadas a cabo por el grupo de Lang (Greenwald, Cook, & Lang, 1989; Hamm, Greenwald, Bradley, & Lang, 1993; Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993) se han estudiado los efectos sobre el componente experiencial y fisiológico cuando los participantes visualizan imágenes del IAPS. Concretamente, la actividad muscular facial durante la percepción de imágenes correlaciona de forma significativa con las estimaciones de los participantes sobre la valencia afectiva de los estímulos. Por ejemplo, la actividad del músculo corrugador (que interviene en las expresiones de dolor y en el fruncimiento de las cejas) correlaciona negativamente con la dimensión de valencia, incrementándose linealmente con la desagradabilidad de los estímulos; mientras que la actividad del músculo cigomático (implicado en la sonrisa) correlaciona de forma positiva con dicha dimensión, incrementándose linealmente con la agradabilidad de los estímulos.

Sin embargo, la tasa cardiaca parece mostrar relaciones más modestas con las estimaciones de valencia. Lang argumenta que la tasa cardiaca no es la medida más adecuada del estado emocional debido a que los estímulos afectivos provocan aceleraciones cardiacas moderadas, que no son muy diferentes de las que provocan los estímulos



neutrales. Lo que sí parece mantenerse es que la visión de imágenes desagradables provoca una deceleración cardíaca. En general, cuando se consideran conjuntamente todas las imágenes se observa un patrón cardíaco trifásico: deceleración – aceleración –deceleración (Cook & Turpin, 1997; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

Por otra parte, la conductancia de la piel correlaciona de forma lineal positiva con las puntuaciones de *arousal* de las imágenes afectivas. Ésta es una medida que depende del Sistema Nervioso Simpático, proporcionado así un índice de activación del organismo (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993).

Los potenciales evocados muestran igualmente un patrón relacionado con la dimensión de *arousal*, observándose respuestas corticales lentas de mayor amplitud ante las imágenes evaluadas como muy agradables o desagradables, comparadas con las neutras (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1993). También se ha encontrado que la amplitud del componente P300 es significativamente más pequeña durante la visualización de imágenes activantes –agradables y desagradables- (Schupp et al., 1997). La activación funcional (medida a través de resonancia magnética funcional) en la corteza occipital también ha resultado mayor ante las imágenes evaluadas como fuertemente activantes (agradables y desagradables) que ante las imágenes de menor intensidad emocional (neutrales) (Bradley et al., 2003). Estos datos podrían sugerir que los estímulos activantes requieren mayores recursos para su codificación, resultado que parece consistente con el concepto de atención motivada propuesto por Lang y colaboradores (1997), según el cual se consumen más recursos cognitivos ante el procesamiento de las imágenes emocionales (Cuthbert et. al., 1998; Schupp et al., 1997).

Algunas respuestas conductuales elicítadas en el contexto de la percepción de imágenes también correlacionan con las dimensiones afectivas. Así por ejemplo, el tiempo de reacción ante estímulos de prueba secundarios es significativamente más lento ante las imágenes activadoras (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1996<sup>a</sup>; Bradley, Greenwald, Petry, & Lang, 1992). De igual forma, las imágenes activantes se recuerdan mejor (Bradley, 1994; Bradley, Greenwald, Petry, & Lang, 1992). Por otro lado, en tareas donde se registra el

tiempo de visualización libre de las imágenes como posible indicador de interés en poblaciones normales se obtienen correlaciones con la dimensión *arousal*, de forma que los participantes visualizan durante un mayor tiempo las imágenes evaluadas como muy agradables o muy desagradables (Bradley, Greenwald, & Hamm, 1993). Sin embargo, este interés no se produce cuando las imágenes provocan niveles de desagradabilidad muy elevados, como es el caso de las personas fóbicas, ya que éstas presentan una reducción significativa del tiempo de visión de las imágenes que representan objetos relacionados con sus fobias, efecto consistente con el patrón de evitación característico de estas personas (Hamm, Cuthber, Globsich, & Vailt, 1997).

El resultado de un análisis factorial realizado con varias medidas de autoinforme, fisiológicas y conductuales presenta una estructura con dos potentes factores (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993). Un primer factor con altas saturaciones en valencia afectiva, tasa cardíaca y actividad de los músculos faciales corrugador y cigomático, y un segundo factor con altas saturaciones en *arousal* subjetivo, evaluaciones de interés por las imágenes, tiempo de visión de las imágenes, conductancia de la piel y potenciales corticales lentos. El primer factor corresponde a la dimensión motivacional apetitiva-aversiva y el segundo factor a la dimensión de *arousal* o intensidad. Estos datos aportan un fuerte apoyo empírico a la idea de que los afectos se construyen jerárquicamente en torno a determinantes motivacionales (Bradley, 2000).

En resumen, pues, las imágenes del IAPS proporcionan un método de inducción de estados emocionales mediante el uso de estímulos calibrados cuantitativamente y adaptados al contexto sociocultural en el que se van a aplicar, además de prestar apoyo empírico a la idea de que las emociones se organizan jerárquicamente en torno a dos sistemas motivacionales primarios -el apetitivo y el defensivo-.

#### 4. El reflejo Motor de Sobresalto

El Reflejo de Sobresalto es un patrón de activación motora elicitado por estimulación intensa o aversiva de inicio repentino. Fue descrito inicialmente por Landis y Hunt (1939) como una acción refleja con tres componentes: a) un parpadeo, b) una inclinación brusca de la cabeza hacia delante, y c) una onda de flexión descendente que se transmite desde el tronco hasta las rodillas. Al igual que la Respuesta Cardíaca de Defensa, que será descrita más adelante, la respuesta refleja de sobresalto forma parte del sistema defensivo general del organismo.

Existe una amplia literatura sobre el Reflejo de Sobresalto tanto en animales (Davis, 1992a, 1992b; LeDoux, 1995) como en humanos (Lane et al., 1997; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990, entre otros). La medida más utilizada del Reflejo de Sobresalto en humanos se basa en el registro psicofisiológico del parpadeo –el componente primero y más estable del sobresalto- a través de la electromiografía (EMG) del músculo orbicular del ojo. El perfil y la amplitud de la respuesta electromiográfica se puede obtener tanto con EMG directo como con EMG integrado. La figura 11 presenta el procedimiento de registro del parpadeo en humanos.

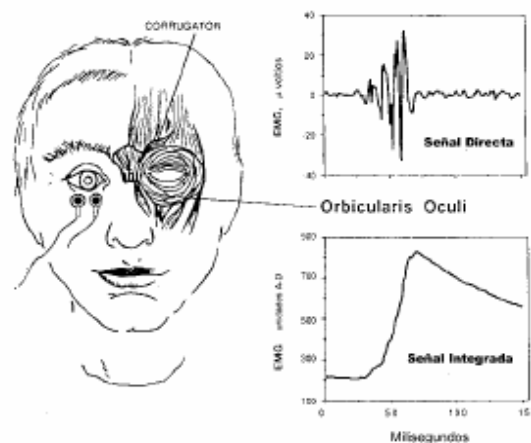


Figura 8. Colocación de los electrodos para el registro del electromiograma en el músculo orbicular del ojo (Lang, Bradley y Cuthbert, 1993).

La modulación de la amplitud del Reflejo de Sobresalto cuando las personas visualizan imágenes de diferente contenido afectivo es uno de los fenómenos más robustos encontrados en la investigación experimental. Los principales procesos moduladores del componente motor del reflejo de sobresalto que se han estudiado han sido de tipo atencional y de tipo emocional. En la mayoría de los mamíferos, un estímulo sensorial abrupto provocaría una respuesta en cadena que implicaría a todo el organismo. Este reflejo primitivo parece tener una función de protección –evitando un daño o lesión en algún órgano- y actúa como una interrupción conductual. Sin embargo, este tipo de respuesta puede verse potenciada o disminuida –en otras palabras, modulada- por diferentes factores psicológicos. La modulación del Reflejo de Sobresalto por factores emocionales fue examinada en primer lugar por Brown, Kalish, y Farber (1951) en ratas: la respuesta de sobresalto era mayor cuando los estímulos de sobresalto se presentaban simultáneamente con señales condicionadas de miedo.

Los primeros estudios sobre la modulación del Reflejo de Sobresalto en humanos fueron realizados por Vrana, Spence, y Lang (1988). Estos autores utilizaron el paradigma de visualización de imágenes afectivas, superpuesto a la prueba de sobresalto, en sustitución de los estímulos condicionados de miedo utilizados en los estudios con animales. Este paradigma implica la presentación del estímulo provocador del sobresalto – generalmente un ruido blanco de 50 milisegundos de duración, 95 dB de intensidad y *risetime* instantáneo, presentado a través de auriculares- en un contexto de percepción visual de imágenes afectivas seleccionadas del IAPS y proyectadas delante de la persona durante unos segundos. En estos estudios se encontró que la magnitud del reflejo variaba sistemáticamente en función del contenido afectivo de las imágenes: la magnitud del Reflejo de Sobresalto era máxima durante la exposición de imágenes desagradables, quedando en una magnitud intermedia durante la exposición de imágenes neutrales y en una magnitud aún menor durante la exposición de imágenes agradables.

Estos resultados han sido replicados de manera consistente en numerosos trabajos de investigación (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1990, 1991, 1993; Bradley, Lang, & Cuthbert, 1993; Cuthbert et al., 1998; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). Además, se ha

encontrado modulación emocional del Reflejo de Sobresalto en niños de 5 meses (Balaban, 1995), a lo largo de distintas edades desde los 7 a los 23 años (McCanis et al., 2001), y en adultos con distintas patologías (fobias específicas, ansiedad generalizada, depresión, esquizofrenia) (Balaban & Taussing, 1994; Sánchez et al., 2002; Hamm, Cuthbert, Globisch, & Vailt, 1997; Hamm, Stark, & Vailt, 1990). El mismo fenómeno se ha encontrado utilizando, en lugar de fotografías, otros estímulos afectivos: secuencias de video y películas (Gross & Levenson, 1995; Hagemann et al., 1999; Jansen & Frijda, 1994), sonidos (Bradley & Lang, 2000a), olores (Ehrlichman, Brown, Zhu, & Warrenburg, 1995; Milner et al., 1994), lectura de textos emocionales (Spence & Lang, 1990) e imágenes mentales (Cook & Turpin, 1997; Vrana & Lang, 1990). Por otra parte, la modulación emocional del Reflejo de Sobresalto no parece depender de la novedad del estímulo (Bradley, Lang, & Cuthbert, 1993; Hamm, Globisch, Weike, & Wietlacke, 1993) ni tampoco de la modalidad sensorial del estímulo evocador del sobresalto (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1990, 1991, 1996b; Lang, Bradley, Cuthbert, & Patrick, 1993). Sí se ha encontrado, sin embargo, que el *arousal* de las imágenes afectivas influye en la magnitud de la modulación. Tanto la potenciación del reflejo ante imágenes desagradables como su inhibición ante imágenes agradables, son mayores cuando las imágenes agradables y desagradables son altamente activantes (Cuthbert, Bradley, & Lang, 1996).

Aunque el efecto de la modulación emocional del Reflejo de Sobresalto parece ser un fenómeno bastante potente, existen al menos dos circunstancias en las que éste no se produce. La primera se refiere a personas con un supuesto déficit emocional importante, como son los psicópatas (Moltó & Poy, 1997; Pastor, 1999; Patrick, 1994; Patrick, Bradley, & Lang, 1993; Patrick & Lavoie, 1997). En diferentes estudios se ha encontrado que en psicópatas encarcelados no aparece la esperada modulación emocional, esto es, no muestran la potenciación del Reflejo de Sobresalto ante los estímulos desagradables. Sin embargo, estos resultados son consistentes con la hipótesis de que la psicopatía está asociada a un déficit en el sistema motivacional defensivo.

La segunda circunstancia se refiere al fenómeno conocido como inhibición de prepulso. Este fenómeno ocurre cuando se presenta un estímulo breve justo unos pocos

milisegundos antes de que aparezca el estímulo elicitor del sobresalto (entre 30 y 300). En este caso se observa una inhibición o reducción de la magnitud del parpadeo (Dawson, Schell, Swerdlow, & Filion, 1997; Graham, 1975; Hackley & Boelhouwer, 1997; Simons & Perlstein, 1997). El fenómeno desaparece cuando se utilizan pruebas de prepulso tardías (intervalo entre estímulos superior a 500 milisegundos). También se produce este efecto inhibitorio cuando se presentan imágenes como moduladores afectivos del reflejo de sobresalto. La magnitud de la inhibición depende del contenido emocional de la imagen: la inhibición de prepulso es mayor para las imágenes activantes (agradables y desagradables) que para las imágenes poco activantes (neutrales) (Bradley, Cuthbert & Lang, 1993).

Lang ha explicado la modulación emocional del Reflejo de Sobresalto en términos de facilitación o *priming* motivacional, debido a la congruencia o incongruencia entre el sistema motivacional activado por el estímulo afectivo y el sistema motivacional activado por el estímulo provocador del reflejo. La hipótesis del *priming* motivacional predice que se observará potenciación de un reflejo cuando exista congruencia entre el tipo de reflejo (defensivo o apetitivo) y el estado motivacional propio del estado afectivo en que se encuentre el organismo (defensivo o apetitivo). Por el contrario, se observará inhibición del reflejo cuando exista incongruencia entre el tipo de reflejo y el estado motivacional en que se encuentre el organismo (Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). Desde esta perspectiva, se considera que el estímulo de prueba (por ejemplo, un ruido intenso e inesperado) es un estímulo intrínsecamente aversivo que provoca una respuesta defensiva de evitación o retirada, siendo la respuesta de parpadeo uno de sus componentes. Los estímulos desagradables (por ejemplo, imágenes de cuerpos mutilados) inducen un estado emocional negativo que coincide con la respuesta defensiva provocada por el estímulo de prueba y, por tanto, produce un reflejo de parpadeo mucho mayor. Por el contrario, los estímulos agradables (por ejemplo, imágenes eróticas), al inducir un estado emocional positivo, propio del sistema motivacional apetitivo y contrario al que activan los estímulos de prueba, produciría la inhibición del reflejo.

## 5. Estructuras neurofisiológicas que controlan la potenciación e inhibición del Reflejo de Sobresalto

En humanos, el Reflejo de Sobresalto se ha considerado como un reflejo primitivo defensivo que tiene una función protectora (evitar daños o lesiones en los órganos) y actúa como un interruptor conductual que deja al sistema libre para procesar otros estímulos (Graham, 1979), facilitando así la detección de estímulos amenazantes (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). En animales, la investigación se ha dirigido fundamentalmente a conocer las estructuras neurofisiológicas que controlan este tipo de reflejo (Davis, 1989, 1992<sup>a</sup>, 1992<sup>b</sup>; LeDoux, 1984, 1994, 1995, 1996). Davis y colaboradores han aportado evidencia experimental sobre el hecho de que las estructuras cerebrales que subyacen al fenómeno de la potenciación del sobresalto por el miedo –*fear-potentiated startle* (Davis, 1989)- son las mismas que componen el sistema motivacional aversivo (Davis, 1997; Davis, Hitchcock, & Rosen, 1992). Mediante métodos farmacológicos y de neurocirugía, estos autores han trazado elegantemente las vías neurales y las conexiones cerebrales que explican este fenómeno (ver figura 12).

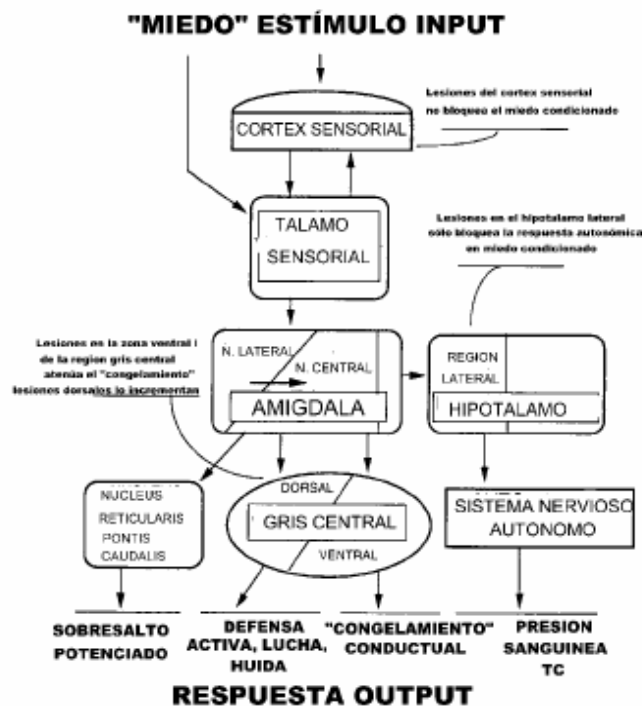


Figura 9. Circuito del miedo condicionado (Davis, 1997).

Como puede observarse, la vía aferente del Reflejo de Sobresalto provocado por un ruido abrupto parte del núcleo coclear hasta llegar a la formación reticular (núcleo reticular del puente caudado). Desde esta estructura, las conexiones eferentes pasan, a través de las motoneuronas espinales y faciales, hacia los órganos efectores desencadenando la respuesta refleja de sobresalto (Davis, 1997).

Varias líneas de investigación han señalado que la amígdala es la estructura clave del sistema motivacional aversivo y la responsable de la potenciación del sobresalto por el miedo. Observando la figura anterior, se puede apreciar que la información estimular pasa directamente de los órganos sensoriales al tálamo y de ahí a la corteza sensorial. Sin embargo, podemos observar otra vía que va desde los núcleos sensoriales específicos del tálamo hasta la amígdala, sin pasar por la corteza: primero al núcleo lateral y posteriormente a núcleo central (LeDoux, 1990). La amígdala bilateral, localizada entre los lóbulos temporales del cerebro, constituye una estructura crítica en la expresión de la experiencia emocional (Aggleton, 1992; Aggleton y Young, 2000; Angrilli et al., 1996). Tanto la estimulación como la ablación de esta estructura alteran diferentes conductas afectivo-motivacionales en hombres y animales (Aggleton y Mishikin, 1986; Everitt y Robins, 1992). Además, existen datos que sugieren que la amígdala puede tener mayores implicaciones en los afectos negativos y en las conductas inducidas por estimulación aversiva que en las conductas apetitivas, particularmente las controladas por refuerzos secundarios (Cahill y McGaugh, 1990; Everitt, Dickinson y Robins, 2001).

De la amígdala central parten diferentes vías que van a controlar diferentes tipos de respuestas. Así, las respuestas controladas por el Sistema Nervioso Autónomo –tasa cardiaca y presión sanguínea- dependen de la vía que une la amígdala con el hipotálamo lateral (LeDoux, 1990). Los componentes somáticos de las respuestas defensivas –tanto las conductas de lucha activa o huida, como las respuestas de congelamiento- necesitan de una vía intacta que une la amígdala con el área gris central del cerebro medio (periacueductal). Se conoce, además, que la vía que une la amígdala con la parte ventral del área gris central es la responsable de las conductas de congelamiento, mientras que de la vía que une la



amígdala con la parte dorsal del área gris central dependen las conductas defensivas de lucha o huida (Fanselow, DeCola, DeOca, & Landeira-Fernández, 1995). Por último, la vía responsable de la potenciación del Reflejo de Sobresalto es la conexión neural que une la amígdala con el núcleo ponto-reticular caudal (Davis, 1997). Estos circuitos subcorticales no generan patrones de conducta fijos. Más bien parecen formar parte de un sistema motivacional general que posee plasticidad y que cambia con el aprendizaje y el contexto. Lang y colaboradores (1997) señalan que los descubrimientos neurofisiológicos sugieren que la amígdala es un mediador general de la conducta defensiva, siendo las estructuras eferentes que se encuentran por debajo de la amígdala las responsables de las diferentes formas específicas de defensa.

De acuerdo con la hipótesis del *priming* motivacional, tanto la potenciación del Reflejo de Sobresalto ante estímulos emocionales de miedo como la inhibición del mismo por estímulos apetitivos implicarían la existencia de un circuito neural secundario capaz de modular las vías primarias del reflejo. Un hallazgo importante en la investigación de Davis y colaboradores (Davis, 1989, 1992<sup>a</sup>, 1992<sup>b</sup>, 1997; Davis, Hitchcock, & Rosen, 1992; Fend & Fanselow, 1999) ha sido localizar el punto neural donde se produce este *priming* motivacional. Su metodología ha consistido en intervenir directamente en estas vías neurales, aplicando un estímulo eléctrico mediante un microelectrodo para evocar el Reflejo de Sobresalto. Así, mientras los reflejos primarios y obligatorios fueron obtenidos a lo largo de todo el circuito neural, los aumentos de la respuesta debidos al fenómeno del miedo condicionado se producían únicamente cuando el punto de estimulación eléctrica se encontraba antes del núcleo reticular ponto-caudal. Este resultado sugirió que los dos circuitos responsables del Reflejo de Sobresalto –primario y secundario- interseccionan precisamente en este núcleo (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm 1993). Existen numerosos datos que apoyan esta propuesta. Por ejemplo, se conoce que existen proyecciones monosinápticas desde la amígdala hasta la formación reticular. Por otro lado, también se ha comprobado que la estimulación de la amígdala provoca directamente un incremento en la amplitud del Reflejo de Sobresalto. Finalmente, se ha observado que determinadas lesiones en la amígdala eliminan la potenciación del Reflejo de Sobresalto condicionado (Davis, 1997; LeDoux, 1994, 1995, 1996; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

## CAPÍTULO CUARTO

### El ritmo Alfa:

Desde que el neurofisiólogo alemán Berger (1929) demostrara que resulta posible medir la actividad eléctrica del cerebro mediante la colocación de electrodos sobre la superficie del cuero cabelludo, se ha producido un notable interés en el estudio de las relaciones entre dicha actividad y determinados procesos psicológicos (Fabiani, Gratton y Coles, 2000). Tanto el EEG como las medidas derivadas del estudio de los potenciales evocados pueden investigarse en el dominio de la frecuencia (Herrmann, Grigutsch y Busch (2005), y se ha demostrado, además, que el estudio de frecuencias específicas pueden proporcionar nuevos hallazgos en el campo de las correlaciones cognitivas y funcionales de este tipo de señales.

El análisis de las oscilaciones en el EEG se remonta a los comienzos de la investigación en este campo, cuando Berger (1929) observó por primera vez la existencia de un ritmo dominante en el registro electroencefalográfico cuya frecuencia se hallaba en torno a 10 Hz. Berger acuñó el término *Frecuencia Alfa* haciendo uso de la primera letra del alfabeto griego para referirse a la actividad que se producía dentro de dicho rango. A él también se le atribuye el descubrimiento de un segundo tipo de actividad rítmica que se producía en un rango aproximado de entre 12 y 30 Hz, conocida como *Beta*. Siguiendo el orden cronológico, Adrian (1942), informó de la presencia de oscilaciones en torno a 40 Hz después de estimulación olfativa, denominadas *Ondas Gamma*. Las oscilaciones lentas, por debajo de 4 Hz, recibieron el nombre de *Ondas Delta*. Finalmente, la actividad cíclica entre 4 y 8 Hz, se denominaron *Ondas Theta* apelando a la primera letra de su supuesta estructura cerebral de origen: el tálamo.

En este capítulo se revisarán las principales contribuciones del estudio de las oscilaciones electroencefalográficas relacionadas con determinados procesos cognitivos, haciendo un especial hincapié en lo referente al ritmo Alfa.

### **1. Origen de la actividad rítmica cerebral**

Una de las características esenciales de la actividad eléctrica del cerebro es su ritmicidad. Desde la década de los 30 se han propuesto diversos modelos de cara a explicar los mecanismos que subyacen a su modulación. Inicialmente, se propuso un modelo de reberveración talámico-cortical que defendía que la ritmicidad presente en el EEG era consecuencia del movimiento circular de impulsos que se producían en un bucle existente entre el tejido cortical y el tálamo. Sin embargo, la investigación animal desarrollada durante la siguiente década puso pronto en evidencia las deficiencias de dicho modelo. Adrian (1941) registró directamente la actividad presente tanto en el tálamo como en el córtex, encontrando que la ritmicidad presente en el primero no dependía de un tejido cortical intacto. Por otra parte, Morison y Bassett (1945) demostraron que la anulación del córtex no provocaba el cese de ritmicidad presente en el tálamo. A pesar de esta evidencia en contra del modelo propuesto inicialmente, existía aún cabida para considerar el tálamo como la estructura clave en la regulación de los ritmos cerebrales.

Esta visión del tálamo como principal responsable de los ritmos observados en el EEG fue defendida en un trabajo publicado por Andersen (Andersen y Andersson, 1968). Utilizando animales anestesiados, estos autores demostraron que la actividad rítmica inducida por barbitúricos en el córtex guardaba una alta correlación con el mismo tipo de actividad observada en el tálamo. En otra serie de estudios en los que se provocaban lesiones reversibles enfriando selectivamente el tálamo o la corteza cerebral se demostró que las lesiones producidas en la corteza tenían como resultado una disminución de la amplitud en los ritmos corticales, aunque su frecuencia permanecía inalterada. Por el contrario, cuando la estructurada dañada era el tálamo, se observaba una dramática alteración de la actividad rítmica cortical. Andersen y colaboradores postularon que

existían múltiples centros talámicos responsables para esta ritmicidad. Desde esta perspectiva, cualquier núcleo del tálamo era capaz de mostrar oscilaciones rítmicas con un efecto concreto en determinadas regiones corticales.

Sin embargo, Steriade y colaboradores (1986) han propuesto un modelo talámico actualizado en el que el núcleo reticular de dicha estructura es el auténtico modulador de la actividad rítmica en el EEG. Se ha observado que la lesión selectiva de este núcleo provoca la eliminación de la ritmicidad en el tálamo y en la corteza cerebral en ratas (Buzaski et al., 1988), y en gatos (Steriade et al., 1985). Además, las conexiones entre los distintos núcleos del tálamo son muy escasas (Jones, 1985). Por otra parte, el núcleo reticular es el único que posee conexiones con el resto de núcleos talámicos.

Las relaciones entre la actividad rítmica talámica y el EEG en humanos han sido estudiadas recientemente. Larson y colaboradores (1998) realizaron un estudio en el que combinaron de manera simultánea el PET y el registro del EEG para determinar si la tasa metabólica de glucosa en el tálamo guardaba relación con la potencia de alfa presente en el córtex cerebral. Los resultados de este estudio indican que los sujetos que presentaron una mayor actividad metabólica en el tálamo mostraron a su vez menos potencia de alfa en el EEG, indicativa de una mayor actividad cortical.

En otro estudio, Lindgren y colaboradores (1999) co-registraron renosancia magnética funcional en pacientes con depresión y sujetos controles. Los resultados indican que ambos grupos de participantes no presentaron diferencias significativas en cuanto a su tasa metabólica ni en cuanto a sus niveles de potencia de alfa. Sin embargo, la asociación anteriormente mencionada (mayor consumo de glucosa en el tálamo/menor potencia de alfa) sólo se observó en los sujetos sanos.

Finalmente, Nunez (1981, 1995) ha cuestionado la visión del tálamo como el centro regulador de la actividad rítmica presente en el EEG. Nunez ha subrayado las propiedades intrínsecas de interacciones intra-corticales en la producción de ritmos electroencefalográficos. Las células piramidales comprenden entre dos tercios y tres cuartas

partes de todas las neuronas del córtex. Estas células se organizan en columnas cilíndricas y están situadas de forma que sus axones y dendritas están alineados perpendicularmente respecto a la superficie del córtex. Las dos formas principales de conexión entre neuronas de la corteza son: de *corto rango* (menos de un 1 milímetro en humanos), y cortico-corticales (de hasta varios centímetros). En humanos, el número de conexiones cortico-corticales es considerablemente mayor que las aferencias y eferencias del cortex. Por otro lado, el tálamo sólo proporciona aproximadamente el 1% de las fibras que llegan a cualquier región de la corteza. Nunez (1981) defendía que las frecuencias del EEG eran particularmente sensibles a las conexiones cortico-corticales. Como evidencia a favor de su modelo, señaló que las lesiones selectivas de la materia blanca en gatos producía alteraciones en la frecuencia electroencefalográfica. En un libro más reciente (Nunez, 1995), el autor especula que el neocortex determina la actividad rítmica resonante del cerebro, mientras que el tálamo ajusta su propia frecuencia oscilatoria para estar sincronizada con aquella que se produce a nivel neocortical.

## **2. Caracterización de las oscilaciones en el EEG: espontáneas, inducidas y evocadas**

La actividad electroencefalográfica en curso se compone de diversas oscilaciones que ocurren de manera simultánea. Las oscilaciones eléctricas cerebrales se han dividido tradicionalmente en bandas de frecuencias tales como Delta (0-4 Hz), Theta (4-8 Hz), Alfa (8-13 Hz), Beta (14-30 Hz) y Gamma (30-80 Hz).

La actividad oscilatoria cerebral se caracteriza por su amplitud (entre 0 y 10  $\mu$ Voltios) y fase (entre 0 y 2  $\pi$ ) (Herrmann, Grigutsch y Busch, 2005). De acuerdo con la clasificación de Galambos (1992), existen tres tipos de oscilaciones que difieren en su grado de anclaje temporal a la presentación de estímulos:

1. *Oscilaciones Espontáneas*: son aquellas que no están correlacionadas con la ocurrencia de determinada condición experimental.

2. *Oscilaciones Inducidas*: son aquellas que sí están correlacionadas pero no en fase con la ocurrencia de los estímulos.

3. *Oscilaciones Evocadas*: son aquellas estrictamente en fase con la presentación de una condición experimental entre ensayos, es decir, tienen exactamente la misma fase en cada presentación del estímulo.

Por otra parte, se sabe que determinados eventos, tales como la ocurrencia de estímulos sensoriales, pueden inducir cambios en la actividad de determinadas poblaciones de neuronas. En el caso de las oscilaciones evocadas, esto se traduce bien en un aumento o reducción de la potencia ( $\mu\text{Volts}^2$ ) de determinadas bandas de frecuencia (Pfurtscheller y Lopes da Silva, 1999). Este hecho se considera como un índice de sincronización (aumento de potencia) o desincronización de conjuntos de neuronas.

### **2.1. Oscilaciones Delta y Theta**

Los potenciales evocados constituyen una mezcla de múltiples ondas con diferentes frecuencias (Herrmann, Grigutsch y Busch, 2005). Las oscilaciones lentas evocadas de tipo Delta y Theta representan potenciales tales como el P300, N400, P600, etc. (Basar-Eroglu et al., 1992). Diversos investigadores han descrito procesos de modulación del ritmo theta en tareas de memoria episódica y de memoria de trabajo (Burgess y Gruzelier, 1997; Gevins et al., 1997; Doppelmayr et al., 1998; Kahana et al., 1999; Klimesch, 1999; Tesche y Karhu, 2000; Raghavachari et al., 2001). Además, se ha demostrado que las oscilaciones theta evocadas relacionadas con la ejecución en tareas de memoria interactúan con oscilaciones más rápidas dentro del rango de frecuencias Gamma (Fell et al., 2003).

### **2.2. Oscilaciones Beta**

El rango de frecuencias de entre 12 a 30 Hz constituye la banda de frecuencia Beta, que ha sido investigada en el contexto de las acciones de tipo motor. Concretamente, la

actividad Beta es suprimida durante la ejecución de un movimiento, pero se ve incrementada aproximadamente 1 segundo después de dicho movimiento, presentando, además, una topografía próxima a regiones sensorio-motoras que representan la parte del cuerpo involucrada (Neuper y Pfurtscheller, 2001). También se ha observado actividad tipo Beta durante la imaginación de movimientos y puede ser elicitada mediante estimulación de determinadas fibras nerviosas (Salmelin y Hari, 1994). Por otra parte, durante estimulación somato-sensorial, la actividad Beta es evocada conjuntamente con actividad gamma y alfa (Chen y Herrmann, 2001). Algunos autores proponen que las oscilaciones Beta son inducidas por frecuencias más rápidas -Gamma- (Haenschel et al., 2000). Finalmente, la actividad Beta también se ha relacionado con procesos cognitivos de repaso en memoria (Tallon-Baudry, Bertrand y Fischer, 2001).

### **2.3. Oscilaciones Gamma**

El registro de la actividad por encima del rango de frecuencias de Beta ha sido posible recientemente gracias al desarrollo tecnológico. Dentro de este grupo, la actividad Gamma (30-80 Hz) ha recibido una considerable cantidad de atención debido a su importancia en relación a procesos cognitivos superiores (Engle, Fries y Singer, 2001). Los procesos a los que se ha asociado más frecuentemente la actividad Gamma son: procesos de integración (Müller et al., 1997; Tallon et al., 1995; Tallon-Baudry et al., 1996), percepción de objetos significativos (Keil et al., 1999; Tallon-Baudry et al., 1997) y procesos atencionales (Tiitinen et al., 1993; Müller, Teder-Sälejärvi y Hylliard, 1998; Herrmann, Mecklinger y Pfeiffer, 1999); Herrmann y Mecklinger, 2001; Debener et al., 2003).

### **2.4. Oscilaciones Alfa**

El rango de frecuencias Alfa constituye la actividad rítmica dominante en el EEG de una persona adulta (Klimesch, 1999). Desde el descubrimiento de este tipo de actividad (Berger, 1929), uno de los mayores retos en psicofisiología ha sido entender su origen, su relación con funciones cognitivas y sensoriales y sus interacciones como indicador del estado de activación cerebral (Basar et al., 1997). Tradicionalmente, el ritmo Alfa se ha

caracterizado como una actividad rítmica que oscila entre 8 y 13 Hz y cuya amplitud media suele estar entre 10 y 50  $\mu$ Voltios (Shaw, 2003). Este tipo de actividad es la que corresponde al denominado Alfa clásico, claramente visible en un registro electroencefalográfico cuando el participante mantiene los ojos cerrados. Sin embargo, diversos estudios han mostrado que la actividad Alfa, lejos de ser un fenómeno unitario, presenta diversas manifestaciones (Klimesch, 1999). Basar et al. (1997) argumenta que el uso del término *alfas* o *patrones alfa* obedece al hecho de que distintos ritmos dentro del rango de frecuencias de entre 8 y 13 Hz son modulados de manera diferente. Por ejemplo, Walter (1965), utilizando registros intracelulares en regiones occipito-parietales encontró distintos ritmos alfa, algunos de los cuales eran suprimidos cuando se pedía a los participantes que abrieran los ojos, mientras que otros ritmos dentro del mismo rango no obedecían a este tipo de modulación. Por su parte, Klimesch (1997) argumenta que, dado que la frecuencia Alfa cambia en función de diversos factores (edad, daño neurológico, ejecución en tareas de memoria, volumen cerebral y demandas de tareas), el uso de bandas de frecuencias fijas no parece estar justificado. Además, describe tres tipos de actividad Alfa, en función de su localización topográfica y sus respectivos procesos moduladores:

1. Actividad Alfa posterior: localizada principalmente en regiones parieto-occipitales, claramente visible cuando se le pide al sujeto que cierre los ojos. Dicho ritmo queda suprimido cuando el participante abre nuevamente los ojos.
2. El ritmo *mu*: este tipo de actividad aparece en áreas motoras y queda suprimido durante la ejecución de movimientos.
3. El ritmo *thau*: este tipo de actividad no se detecta mediante el registro del EEG. No obstante, es posible observarlo mediante el uso de electrodos epidurales o mediante el uso de magnetoencefalografía. Este último ritmo es independiente de los otros dos y aparece en la región temporal medial.



Desde el punto de vista funcional, investigaciones recientes han aportado evidencia de la existencia de tres ritmos alfa en relación a determinados procesos cognitivos: a) el ritmo *alfa inferior-1*, con una frecuencia de entre 6 y 8 Hz, que responde a procesos cognitivos caracterizados por estados de alerta (Klimesch et al., 1998); b) el ritmo *alfa inferior-2* (oscilaciones entre 8 y 10 Hz), que se modula en función de diversas demandas atencionales (Klimesch, Pfurtscheller, and Schimke 1992) y c) el ritmo *alfa superior* (10-12 Hz), que es modulado principalmente por aspectos relacionados con los estímulos empleados y/o por procesos de memoria semántica (Klimesch, Schimke, and Schwaiger 1994; Klimesch 1996; Klimesch, Doppelmayr, Rohm et al. 2000b).

La actividad Alfa presenta, fundamentalmente, dos tipos generales de cambios (Klimesch, 1999): aquellos que ocurren a lo largo del ciclo vital y en respuesta a ritmos circadianos, fatiga, malestar, trastornos neurológicos, etc. (cambios tónicos), y aquellos que ocurren en respuesta a la ocurrencia de eventos dentro de una sesión experimental (cambios fásicos). Seguidamente se revisarán brevemente ambos tipos de cambios.

### **3. Cambios tónicos en actividad Alfa**

#### **3.1. Cambios en frecuencia relacionados con la edad**

Existe un amplio cuerpo de investigación que demuestra la existencia de cambios en la actividad Alfa en función de la edad. Niedermeyer (1997) informa que la actividad Alfa presenta unas características de frecuencia distintas en neonatos en comparación con adultos: a los 4 meses después del nacimiento se observa actividad Alfa que oscila a una tasa de 4 ciclos por segundo. Dicho ritmo se bloquea de la misma forma que el clásico Alfa posterior en adultos. A los 12 meses, Alfa presenta una frecuencia de 6 Hz llegando a 8 durante el tercer año de vida. Hughes (1987) informa que en niños de 1, 3, 9 y 15 años la frecuencia de Alfa se incrementa de 5.5 Hz a 8, 9 y 10 Hz respectivamente. Otros autores informan de incrementos similares (Somsen et al., 1997; Niedermeyer, 1993). Estos incrementos en la frecuencia y potencia de Alfa no se producen de manera lineal sino en diferentes momentos puntuales (Epstein, 1990; Hudspeth y Pribram, 1990; Tatcher, 1992).

A lo largo de la vida adulta, la actividad Alfa va decreciendo progresivamente. De acuerdo con la relación lineal propuesta por Köpruner et al. (1984), un adulto de 20 años presenta un pico de frecuencia Alfa de 10.89 Hz, mientras que un adulto de 70 años presenta una reducción en actividad Alfa de 2.65 Hz.

Sin embargo, los cambios en Alfa en función de la edad hay que considerarlos con cautela, dado que la variabilidad interindividual en sujetos de la misma edad es bastante amplia. Cuando dicha variabilidad se describe en términos de una distribución normal (Klimesch, 1996), se espera que en torno a una tercera parte de los jóvenes adultos presente una diferencia en actividad Alfa de más de 2 Hz.

Por otra parte, existe cierta controversia respecto a la reducción de Alfa como consecuencia de la edad. Duffy y colaboradores (1984) informan de una reducción no significativa en el pico de frecuencia Alfa. Sin embargo, es posible explicar este resultado dado que existe una ausencia de descenso en la actividad Alfa entre los 30 y 50 años.

Otros autores han encontrado evidencia de que el descenso en actividad Alfa no está relacionado con la edad *per se*, sino con trastornos neurológicos asociados a la edad (Hubbard, Sunde y Goldensohn, 1976; Torres et al., 1983) o con un déficit educativo (Harmony et al., 1990).

### **3.2. Cambios en la potencia de Alfa relacionados con la edad**

Las investigaciones desarrolladas dentro del campo de los cambios evolutivos de la topografía de la actividad eléctrica cerebral indican que existe un incremento progresivo de la potencia de Alfa que comienza en regiones posteriores y que va haciéndose cada vez más prominente en localizaciones anteriores (Gasser et al., 1988). Estos cambios son incluso más dramáticos si se consideran los datos aportados por Yordanova y Kolev (1996), que indican un incremento del anclaje temporal del Alfa a medida que avanzamos en el ciclo vital.

La conclusión general de este tipo de estudios es que el cerebro maduro de una persona de 16 años o más se caracteriza por un incremento de la potencia absoluta de Alfa en comparación con los niveles de potencia de Alfa que presentan individuos más jóvenes.

En el caso de las personas mayores de 50 años, el patrón de cambios se caracteriza por un incremento de la potencia de frecuencias lentas (en torno a 7 Hz y por debajo) y un descenso en frecuencias alrededor de 7 Hz y superiores (Christian, 1984; Markand, 1990; Obrist, 1954; Obrist et al., 1963). Por otra parte, en personas con demencia se observa un patrón de cambios similares: descenso de la potencia de Alfa y un cambio en dicha actividad de regiones posteriores a localizaciones más anteriores (Besthorn et al., 1997; Chiaramonti et al., 1997; Coben, Danziger y Storandt, 1985).

Sin embargo, los cambios de los que se informan en los estudios mencionados han de ser considerados con precaución, dado que la mayoría ha utilizado análisis de bandas anchas con ventanas fijas de frecuencia.

### **3.3 Cambios en la reactividad Alfa relacionados con la edad**

Las medidas de reactividad de Alfa reflejan diferencias en potencia entre dos períodos de tiempo, uno con los ojos abiertos y otro con los ojos cerrados. Por otra parte, el término de reactividad de Alfa o supresión también se emplea cuando se compara un periodo de línea de base con un periodo de prueba en el que los participantes deben realizar alguna tarea. En sujetos del mismo rango de edad, la supresión de Alfa tiende a disminuir con la edad (Duffy et al., 1984).

Resultados similares se han encontrado en pacientes con daño neurológico en comparación con un grupo control (Alloway, Ogilvie y Shapiro, 1997). Finalmente, Sheridan y colaboradores (1988) han informado que personas con demencia tipo Alzheimer con un ritmo Alfa normal, esto es, que presenta el clásico efecto de supresión con ojos

abiertos, tenían puntuaciones significativamente superiores en su nivel de ejecución en el WAIS en comparación con los pacientes que presentaban una actividad Alfa irregular.

### **3.4. Cambios en la potencia de Alfa durante el ciclo sueño-vigilia**

Los cambios que se producen en la potencia de Alfa como consecuencia de la transición del estado de vigilia al sueño están bien documentados. Desde el trabajo pionero de Dement y Kleitman (1957) se tiene evidencia de que la potencia de Alfa disminuye durante el sueño, mientras que la potencia de Theta y Delta se incrementa.

Mediante análisis espectral y utilizando bandas de frecuencia bien delimitadas (alpha 1: 7.6-9.4 Hz; alpha 2: 9.6-11.4 Hz; alpha 3: 11.6-13.4 Hz), Tanaka y colaboradores examinaron los cambios en frecuencia producidos durante el periodo hipnagógico (periodo de transición del sueño a la vigilia). Dicho periodo se ha caracterizado en base al registro electroencefalográfico en 9 etapas: 1) Presencia del ritmo Alfa, 2) Actividad Alfa intermitente por encima del 50%, 3) Actividad Alfa intermitente por debajo del 50%, 4) Aplanamiento de la actividad electroencefalográfica, 5) Presencia de ondas irregulares, 6) Ondas de pico aisladas, 7) Ondas de pico más frecuentes, 8) Ondas de pico y husos incompletos, 9) Presencia de husos. Los resultados de este estudio indican que la potencia absoluta de Delta y Theta se incrementa, mientras que la de Alfa 1 y Alfa 2 disminuye de las etapas 1 a 7. La potencia en Alpha 3 sigue un curso diferente: disminuye entre las etapas 1 a 6 y se incrementa en las siguientes.

Durante el sueño REM, caracterizado por un EEG desincronizado de pequeña amplitud y por patrones irregulares de cadenas de actividad Alfa, particularmente en localizaciones occipitales, la potencia de esta banda de frecuencia se ve reducida (Hadyinnakis, Ogilvie, Alloway y Shapiro, 1997). Durante la ocurrencia de movimientos oculares, independientemente de que éstos se produzcan durante la fase REM o no, la actividad Alfa se incrementa, mientras que se observa un descenso simultáneo de la actividad Theta.

Finalmente, los efectos de privación de sueño sobre el ritmo Alfa también se han estudiado ampliamente. Estos estudios, en general, muestran que incrementos en actividad Theta acompañados de descensos en la potencia de Alfa reflejan una privación de sueño sostenida (Bórvely et al., 1981; Corsi-Cabrera et al., 1994; Daniel, 1967; Dijk, Brunner, Beersma y Bórvely, 1990).

#### **4. Cambios físicos en actividad Alfa**

Las relaciones entre las oscilaciones eléctricas cerebrales y los procesos cognitivos superiores se han estudiado y debatido recientemente (Klimesch 1999, 1997; Klimesch, Doppelmayr, Pachinger, and Ripper 1997; Klimesch et al. 1999; Klimesch, Doppelmayr, Schimke et al. 1997; Klimesch et al. 1990; Klimesch, Schimke, and Pfurtscheller 1993; Basar et al. 1999, 1999, 2000; Krause et al. 2000; Krause et al. 1996; Krause, Astrom et al. 1999; Krause et al. 1995; Karrasch et al. 1998; Basar, Basar-Eroglu et al. 2001; Krause et al. 2001).

Se ha sugerido que los sistemas oscilatorios cerebrales actúan como redes de comunicación a través de grandes conjuntos de neuronas que poseen relaciones funcionales con procesos de memoria y funciones de integración (Basar et al. 1999, 2000; Basar, Basar-Eroglu et al. 2001). En lo que se refiere exclusivamente a la actividad tipo Alfa, ésta se ha relacionado con procesos de memoria (Klimesch, 1997; Klimesch, Schimke y Pfurtscheller, 1993), atención (Klimesch et al., 1998a; Yordanova, Kolev y Polich, 2001) y conciencia visual (Seward and Seward, 1999; Strüber y Herrmann, 2002).

##### **4.1. Cambios en la actividad Alfa en tareas de memoria**

Klimesch y colaboradores (Klimesch, Doppelmayr, Pachinger y Ripper, 1997; Klimesch, Doppelmayr, Pachinger y Russegger, 1997; Klimesch, Schack, Sauseng, 2005; Klimesch, Shimke y Schwaiger, 1994;) han sugerido que la desincronización observada en el ritmo Alfa superior correlaciona con la ejecución en tareas de memoria semántica. En

una tarea en la que los participantes debían juzgar la congruencia semántica entre pares de palabras encontraron que dicho ritmo se relacionaba específicamente con el procesamiento de información semántica. Concretamente, la desincronización observada en el ritmo Alfa superior fue máxima durante el intervalo en el que los participantes debían realizar los juicios de congruencia.

En un estudio posterior (Klimesch, Doppelmayr, Panchinger y Russegger, 1997), los sujetos realizaban una tarea de juicios similar a la anterior. Posteriormente, los participantes realizaban una tarea de memoria semántica y otra de memoria episódica. Los sujetos fueron divididos en dos grupos: los que presentaban un buen nivel de ejecución en la tarea de memoria semántica y los que presentaban un nivel de ejecución bajo. Los resultados de este estudio mostraron que sólo la banda de Alfa superior respondía a las demandas de la tarea semántica (en comparación tanto con la actividad Theta, así como con Alfa inferior 1 y Alfa inferior 2). El resultado más importante de este estudio fue que la desincronización observada en la banda superior de Alfa durante el proceso de emisión de juicios semánticos fue significativamente mayor para los participantes que mostraron un alto nivel de ejecución en la tarea de memoria semántica.

En otro estudio realizado por Klimesch y colaboradores (1999), se analizó la influencia de la carga de memoria sobre la actividad Theta y Alfa en una versión modificada de la tarea de Sternberg que presentaba cuatro niveles de dificultad. Los resultados indican que en la condición más difícil, comparada con la más fácil, se produce un aumento significativo de la potencia de la banda superior de Alfa durante la codificación y el intervalo de retención. Además, el análisis espectral mostró un incremento significativo en la potencia absoluta de Alfa durante el período de codificación.

Recientemente, Krause y colaboradores (2000), utilizando una tarea de memoria de trabajo (tarea n-back, en inglés), encontraron que la actividad en torno a 8 Hz mostraba modulación en función de la carga de trabajo que exigía la tarea (entre 0 y 2 ítems que los sujetos debían mantener en memoria). En concreto, la actividad Alfa mostró una desincronización significativamente mayor cuando los sujetos tenían que mantener 1 ítem,

en comparación con la producida cuando no debían retener ninguno. Paradójicamente, cuando los participantes debían retener dos elementos en memoria, lo que se observó fue sincronización de Alfa. Este efecto contradictorio se explicó en términos de desarrollo de nuevas estrategias de ejecución una vez se han excedido las demandas atencionales. La actividad de la banda superior de Alfa también se analizó en este estudio, encontrando desincronización de dicho ritmo a medida que se incrementaba la carga de trabajo, probablemente reflejando un aumento del esfuerzo cognitivo requerido.

En general, parece ser que existe evidencia de una relación estrecha –aunque compleja y pobremente entendida- entre las oscilaciones eléctricas cerebrales en el rango de frecuencias Alfa y determinados procesos y mecanismos de memoria (Wilson, Swain, and Ullsperger 1999; Stam 2000; Vogt, Klimesch, and Doppelmayr 1998; Klimesch et al. 1999; Gevins and Smith 2000).

#### **4.2. Cambios en la actividad Alfa relacionados con la atención**

Los trabajos realizados en el contexto de la atención han podido diferenciar funcionalmente los ritmos Alfa inferior 1 y Alfa inferior 2. En un estudio en el que utilizaron un paradigma oddball modificado con estímulos visuales, Klimesch y colaboradores (1998b) analizaron dos aspectos atencionales: alerta (activación) y expectativa. En cada ensayo, una señal de aviso precedía la ocurrencia de dos estímulos posibles (target y estándar, presentados con una probabilidad del 30 y el 70% respectivamente). Los participantes debían contar el número de targets presentados e ignorar el estímulo frecuente. Los resultados mostraron una respuesta significativa (descenso en la potencia de Alfa) solo para la banda inferior 1 ante la señal de aviso. Este hallazgo indica que los participantes fueron capaces de predecir la ocurrencia de un target y que la señal de aviso ejercía un efecto de “puesta en alerta” principalmente cuando precedía al estímulo al que los sujetos debían prestar atención. En respuesta al estímulo imperativo, se observó un descenso mantenido en la potencia de la banda inferior 2 que comenzaba 1000 milisegundos antes de la presentación del estímulo. No se encontraron diferencias significativas entre el target y el estándar en el intervalo entre la señal de aviso y el

estímulo imperativo, aunque sí se obtuvieron desincronizaciones más grandes para el target en el intervalo post-estímulo.

Recientemente, Yordanova, Kolev y Polich (2001) examinaron las relaciones entre el P300 y la desincronización de dos bandas de Alfa (lenta: 7-10 Hz y rápida: 10-14 Hz) en sujetos que realizaban una tarea de oddball auditivo bajo dos condiciones: oddball activo/oddball pasivo. En la primera condición, a los sujetos se les decía que los estímulos iban a presentarse para ajustar el aparato y que permanecieran relajados durante todo el tiempo. En la tarea de oddball activo, los participantes debían presionar una tecla cuando el target era presentado. En el estudio se compararon los efectos de la tarea (target frente a estándar) y los de las localizaciones de registro (Fz, Cz, Pz) sobre el P300 y la desincronización de Alfa. Además se examinaron las correlaciones entre la amplitud y latencia del P300 con la máxima amplitud/latencia de la desincronización. Los resultados mostraron que: a) en la tarea de oddball pasivo no se elicó un P300 y tampoco se obtuvo un efecto de desincronización en ninguna de las bandas exploradas; b) en la tarea de oddball activo, los efectos diferenciales encontrados para el P300 en función del tipo de estímulo y de la localización de registro quedaron también reflejados en el nivel de desincronización de ambas bandas de Alfa (mayor amplitud para el target frente al estándar en Pz); c) La desincronización observada en la actividad Alfa coincidía con el momento de máxima amplitud del P300 llegando a alcanzar su máximo valor momentos después; d) La ocurrencia del P300 no sólo precedía a la desincronización sino que, además, precedía la fuerza y el curso temporal de la desincronización en Alfa.

Estos y otros resultados sugieren la necesidad de combinar tanto potenciales evocados como medidas de supresión para entender los aspectos fundamentales del procesamiento de estímulos en las tareas.



### 4.3. Cambios en la actividad Alfa y conciencia visual

En el campo de la conciencia visual se han propuesto dos hipótesis a la luz de los resultados procedentes tanto de la investigación animal como de la investigación con humanos (Seward y Seward, 1999).

La primera de ellas establece que, además de la actividad Gamma, la actividad tipo Alfa puede constituir parte del correlato neural de la conciencia visual. Schanze y Eckhorn (1997) mostraron que cuando se presentan estímulos estáticos y se impiden los movimientos oculares, las oscilaciones Alfa dominan la actividad de las neuronas del córtex visual primario, así como la presente en el área 18 del cerebro de los gatos. Por otra parte, Eckhorn (1988) aportó evidencia de que se producía actividad Alfa entre grupos de neuronas correspondientes en las áreas 17 y 18 de los gatos.

La segunda hipótesis lanzada por estos autores propone que la actividad que ocurre en el rango de frecuencia de Alfa es utilizada por neuronas de la región parvocelular del córtex visual, frente a la actividad Gamma, que sería utilizada por la división magnocelular.

Recientemente, Strüber y Herrmann (2002) examinaron los cambios en actividad Alfa y Gamma en un paradigma de movimiento ambiguo comparando “inversos endógenos” (que se producen espontáneamente durante estimulación ambigua continua) con “inversos exógenos” (que se inducen externamente mediante cambios en la estimulación). Los resultados mostraron dos patrones de cambios en la actividad Alfa dependiendo del procedimiento: para los inversos endógenos las oscilaciones Alfa mostraron una continua desincronización que comenzaba en el intervalo de tiempo que precedía al estímulo inverso. En el caso de los inversos exógenos la actividad Alfa mostró desincronización respecto a la ocurrencia del inverso.

## **CAPÍTULO QUINTO**

# **Objetivos e Hipótesis de la investigación**

### **1. Objetivos e hipótesis**

El objetivo general de los trabajos de investigación que presentamos es avanzar en el estudio simultáneo de medidas centrales y periféricas en dos campos: por una parte, el referido al de los procesos atencionales y, por otro, el de los reflejos defensivos, más concretamente el de la Respuesta Cardíaca de Defensa. En ambos casos, las cuestiones más relevantes que se han planteado se relacionan con aspectos tanto teóricos, como metodológicos. Los principales aspectos teóricos se refieren, por un lado, al significado de los cambios en tasa cardíaca en un paradigma atencional y, por otro, a los posibles cambios observados en el EEG y que puedan guardar relación con la Respuesta Cardíaca de Defensa evocada ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco). En ambos casos, se han debido abordar aspectos metodológicos que hacen referencia tanto a la dificultad de expresar cambios en tasa cardíaca en la misma escala temporal que los denominados potenciales evocados como a la obtención de cambios a nivel central en un paradigma con un reducido número de ensayos.

Para alcanzar este objetivo general nos propusimos realizar una serie de estudios que abordan en líneas generales los siguientes aspectos:

En primer lugar, determinar las características paramétricas de la tarea que permiten observar los cambios producidos en la tasa cardiaca en su totalidad y expresados en la misma escala temporal que los potenciales evocados.

En segundo lugar, investigar la influencia de dos tipos de estímulos acústicos (uno natural y otro artificial) sobre dos reflejos defensivos seleccionados: la Respuesta Cardiaca de Defensa y el Reflejo Motor de Sobresalto.

En tercer lugar, investigar los cambios que se producen en el EEG en un paradigma de reactividad psicofisiológica (Vila, ¿?) y que puedan guardar relación con la Respuesta Cardiaca de Defensa.

Los objetivos generales y específicos de cada uno de los estudios fueron los siguientes.

***Estudio 1: Índices electrocorticales y cardiacos de procesamiento cognitivo.***

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue combinar medidas psicofisiológicas tanto centrales como periféricas de procesamiento cognitivo intentando superar la dificultad que entraña interpretar los datos procedentes del registro del encefalograma y posterior extracción de los potenciales evocados y aquellos pertenecientes a la actividad rítmica del corazón (tasa cardiaca), dada la diferente naturaleza temporal de los cambios en ambas variables.

Recientemente se ha resaltado la conveniencia de desarrollar paradigmas experimentales que permitan el registro simultáneo de ambos tipos de medida (Simons, F.R., Graham, F.K., Miles, M.A. y Balaban, M.T., 1998). El análisis combinado de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo se ha dirigido en un primer momento hacia el estudio del reflejo de orientación dentro del modelo propuesto por Sokolov (1963). La necesidad de realizar comparaciones entre ambos tipos de respuesta bajo condiciones

idénticas fue resaltada por Donchin (Donchin y cols., 1984) quién examinó la relación entre la respuesta de orientación y el P300.

Tanto la tasa cardíaca, como los potenciales evocados, parecen reflejar la misma ordenación de dos tipos de atención (pasiva y activa). El problema que surge aquí hace referencia a la dificultad que entraña interpretar similitudes funcionales entre ambos tipos de respuesta cuando las condiciones experimentales son distintas (Donchin y cols., 1984).

Para subsanar esta dificultad, Simons y colaboradores (1998) realizaron dos experimentos en los que se analizaron cambios en tasa cardíaca y en los potenciales evocados registrados simultáneamente bajo las mismas condiciones. En el primer estudio se utilizó un paradigma con tres tipos de estímulos: estímulos estándar (táctiles –soplo de aire) y estímulos infrecuentes con dos categorías: objetivos (visuales –destello de luz y acústicos –tonos) y no-objetivos (también visuales y auditivos). Los estímulos se presentaron a lo largo de 72 ensayos (60 en el caso de los estándar, 6 para los estímulos visuales/auditivos no objetivo y 6 para los estímulos objetivos). Los intervalos de separación entre ensayos fueron 12, 16 y 20 segundos, interrumpidos por un descanso de cinco minutos después del ensayo nº 40. Las instrucciones incluían información sobre los estímulos estándar y los objetivo. De los estímulos no-objetivo los sujetos no recibían ningún tipo de información, siendo su tarea discriminar los estímulos objetivos de los estándar. Los potenciales evocados se obtuvieron para cada tipo de estímulo tomando una muestra cada 10 milisegundos en un período total de 800. La tasa cardíaca se derivó del registro del electrocardiograma obteniendo un valor de tasa cada 200 milisegundos para un período total de 6 segundos. En el segundo estudio se utilizó el mismo diseño, con la salvedad de que la tarea de discriminación se realizó dentro de una misma modalidad sensorial y por incluir una tarea de contabilización. Además, se registraron las respuestas ante los seis primeros ensayos en los que únicamente se presentaron estímulos estándar.

Los resultados de estos dos estudios pusieron de manifiesto que:

1. Tanto los potenciales evocados como la tasa cardiaca proporcionaron evidencia de un cambio hacia un procesamiento controlado de la información, inferido por la presencia del P300 y por la observación de dos componentes de respuesta cardiacos: una desaceleración inicial (asociada a la respuesta de orientación) y un segundo componente acelerativo, indicativo de la existencia de un procesamiento controlado, dado que no existían estímulos de intensidad alta o procesos de rechazo atencional que pudieran explicar dicho cambio.
2. Se confirmó la presencia de ambos tipos de procesamiento para la tasa cardiaca (la desaceleración ante la diferencia de probabilidad entre los estándar y los estímulos infrecuentes fue mayor que la existente entre los estímulos infrecuentes objetivo y los no-objetivo).
3. La mayor aceleración ante los estímulos objetivo evidenció la existencia de un RO localizado ante tales estímulos.

Los objetivos específicos de este estudio fueron los siguientes:

1. Asegurar el registro del componente P300 de la onda de potenciales empleando un paradigma que asegure la robustez de dicho componente: la tarea “oddball”. El hecho de tener preferencia por este componente en concreto viene determinado por las siguientes razones:
  - a) Está ampliamente demostrado en la literatura científica que constituye un índice de la respuesta de orientación a nivel central.
  - b) Desde un punto de vista estrictamente metodológico, su obtención resulta relativamente sencilla.

2. Obtener una medida de tasa cardíaca que se muestre sensible a las manipulaciones experimentales llevadas a cabo y cuyos cambios sean comparables a los reflejados en la onda de potenciales en la misma escala temporal.

El empleo de la tasa cardíaca dentro del paradigma oddball (que pasaremos a explicar detenidamente en el apartado de tareas) resulta problemático por dos razones: en primer lugar, por la naturaleza temporal de los cambios en dicha variable (su unidad mínima de medición es el segundo, frente a los potenciales evocados –que tienen una base de tiempo mucho más rápida (en milisegundos) y, en segundo lugar, por el intervalo de separación entre estímulos en dicho paradigma (2-3 segundos; ver Polich, 1998), demasiado corto para que la tasa cardíaca pueda mostrar los cambios esperados en su totalidad.

Relacionado con lo anterior se formularon las siguientes hipótesis de trabajo:

1. El empleo del paradigma oddball permitirá la obtención del componente P300 de la onda de potenciales.
2. La tasa cardíaca mostrará cambios direccionales sensibles a las manipulaciones de los estímulos presentados durante la tarea. Concretamente, se espera la presencia de dos componentes: una desaceleración inicial, asociada al registro atencional del estímulo y un segundo componente, de carácter acelerativo, asociado al esfuerzo atencional que el procesamiento de dicho estímulo requiere.
3. El uso de intervalos de separación entre ensayos largos (6 segundos) permitirá reflejar los cambios en tasa cardíaca en su totalidad.
4. La tasa cardíaca proporcionará información comparable a la aportada por la onda de potenciales en la misma escala de tiempo.

***Estudio 2: Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.***

El objetivo general de este segundo estudio fue doble: por un lado, examinar las respuestas defensivas elicitadas por dos tipos de estímulos acústicos (Grito Humano y Ruido Blanco) y, por otro, analizar los cambios producidos en la banda de frecuencias Alfa y que pudieran estar relacionados con la Respuesta Cardíaca de Defensa.

En el contexto de la investigación psicofisiológica de los reflejos defensivos, dos han sido las modalidades sensoriales más utilizadas en la evocación de la Respuesta Cardíaca de Defensa: la estimulación de tipo auditivo –Ruido Blanco de 105 dB de intensidad, 500 milisegundos de duración y tiempo de subida instantáneo- y la estimulación electrocutánea (Fernández y Vila, 1982; Vila y Fernández, 1989).

Sin embargo, no ha habido intentos de comparar las respuestas defensivas provocadas por estos estímulos con aquellas elicitadas ante estímulos naturales.

Por otro lado, en la literatura existente sobre la Respuesta Cardíaca de Defensa, no existen referencias a posibles patrones de respuesta a nivel central que puedan relacionarse con dicho patrón. Esta laguna se debe, en parte, a las características propias del patrón, que muestra una tasa de habituación rápida (desapareciendo el segundo componente acelerativo prácticamente después de la primera presentación del estímulo) haciendo que el número total de ensayos normalmente utilizado sea escaso desde el punto de vista de las medidas centrales.

Una posible solución a este problema pasa por el análisis de los cambios en frecuencia que se producen en el EEG como consecuencia de la presentación de los estímulos típicos en el estudio de la defensa cardíaca. A este respecto, la banda de frecuencias Alfa se muestra como un buen índice para examinar los posibles cambios anteriormente aludidos.

El fenómeno de desincronización (reducción de la potencia) en esta banda de frecuencia se ha relacionado, entre otros aspectos, con procesos de tipo atencional, concretamente, alerta y expectativa (Klimesch, Russegger, Doppelmayr, Pachinger, 1998). Por otra parte, se ha demostrado que en la respuesta Cardíaca de Defensa existen componentes de tipo atencional (asociados fundamentalmente a la primera aceleración y primera desaceleración) y motivacional (asociados a los dos últimos componentes de la respuesta).

Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos específicos de este segundo estudio fueron:

1. Analizar las reacciones defensivas provocadas por la presentación de un estímulo auditivo con relevancia biológica para los participantes.
2. Comparar dichas reacciones con las provocadas por un estímulo auditivo artificial de idéntica duración e intensidad.
3. Examinar si la banda de frecuencias Alfa se muestra sensible a las manipulaciones realizadas.
4. Analizar si los cambios detectados en Alfa indican una evolución similar a través de los distintos ensayos respecto a la mostrada por la Respuesta Cardíaca de Defensa.

De acuerdo con la revisión de la literatura realizada en apartados anteriores, nuestras predicciones son las siguientes:

1. El Grito Humano provocará un conjunto de reacciones defensivas de mayor amplitud en comparación con el Ruido Blanco.



2. La presentación de estímulos auditivos intensos valorados como desagradable provocará una disminución significativa de los niveles de actividad Alfa en comparación con la actividad Alfa presente durante la línea de base de cada ensayo.

3. Los cambios detectados en la banda de Alfa presentarán una evolución similar entre ensayos al de la Respuesta Cardíaca de Defensa, reduciendo las diferencias entre línea de base y presentación de los sonidos del primer al último ensayo.

***Estudio 3: Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.***

El objetivo general de este estudio fue examinar reacciones periféricas y centrales ante los mismos estímulos que en el estudio anterior a una intensidad menor (85dB).

Tanto los objetivos específicos, como las hipótesis planteadas son los mismos que en el estudio anterior.

## **CAPÍTULO SEXTO**

# **Primer Estudio: Índices electrocorticales y cardiacos de procesamiento cognitivo.**

### **1. METODOLOGÍA**

#### **1.1. Participantes**

La muestra estaba compuesta por 36 sujetos pertenecientes a los distintos cursos de la licenciatura de Psicología (de 1º a 5º; N = 31) y por sujetos pertenecientes a otras titulaciones (Historia, Comunicación Audiovisual, Diseño Gráfico y Magisterio; N = 5). De los 36 participantes en el estudio 24 eran mujeres y 12 hombres. Las edades estaban comprendidas entre los 18 y los 32 años (Media = 23.36; Desviación Típica = 3.06).

#### **1.2. Diseño**

Se crearon tres grupos mediante la combinación por pares de las tres tareas que se describen en el apartado siguiente: Grupo A (Tareas 2C/1C), Grupo B (Tareas 2L/1C), y Grupo C (Tareas 2C/2L). Dentro de cada grupo se contrabalanceó el orden de presentación de las dos tareas, asignándose de forma aleatoria el grupo y el orden de las tareas en

función de la llegada de los sujetos al laboratorio. Del resultado de dicha aleatorización, los 36 sujetos quedaron distribuidos de la siguiente forma: 12 al Grupo A, 12 al Grupo B y 12 al Grupo C. Dado que cada sujeto realizaba dos tareas, la distribución final de los participantes por tareas fue la siguiente: 22 sujetos realizaron la tarea 1C (12 en primer lugar y 12 en segundo lugar), 22 la tarea 2C (12 en primer lugar y 12 en segundo lugar), y 22 la tarea 2L (12 en primer lugar y 12 en segundo lugar).

Se utilizó un diseño factorial mixto  $3 \times (3 \times 2)$ , con un factor de medidas independientes con tres niveles (Tarea 1C, Tarea 2C y Tarea 2L), y dos factores de medidas repetidas: Localización (Fz, Cz y Pz) y Potencial (Target y Estándar). No obstante, en los análisis realizados también se incluyeron los factores Orden y Grupo, como queda recogido en el apartado de resultados.

### **1.3. Tareas**

En el presente estudio se utilizaron tres versiones de una tarea de discriminación de estímulos conocida como tarea “oddball”. En dicha tarea se presentan dos estímulos, con diferentes frecuencias de aparición para cada uno de ellos: el estímulo estándar (que es el más frecuente) y el estímulo “target” (que aparece un menor número de veces). En su versión auditiva, se utilizan dos tonos de diferente frecuencia y un intervalo entre estímulos (IEE) de varios segundos. La tarea del sujeto consiste en distinguir entre ambos tonos emitiendo una respuesta ante el estímulo target (contando mentalmente el número total de veces que se presenta). Este procedimiento ha sido utilizado en numerosos estudios sobre procesamiento de información (Squires y cols., 1976; Duncan-Johnson y Donchin, 1977; Polich, 1987a, 1990; Verleger y Berg, 1991; Picton, 1992).

Se elaboraron tres versiones del paradigma oddball en su modalidad auditiva utilizando como estímulo estándar un tono de 1500Hz de frecuencia y 50 milisegundos de duración y como estímulo target un tono de 1000Hz de frecuencia e idéntica duración. Ambos estímulos se presentaron siguiendo una secuencia aleatoria que comprendía un total de 200 ensayos: 160 para el estándar y 40 para el target . Las tres tareas se diseñaron en

base a la manipulación de dos factores: a) presencia/ausencia del estímulo estándar y b) intervalo entre estímulos, quedando configuradas cada una de ellas de la siguiente manera (en la figura 5.1. se puede ver una representación gráfica de las tres tareas):

1. *Tarea de un solo estímulo con intervalo corto (1C):*

En esta versión sólo se presentó el estímulo target. En los ensayos correspondientes al estándar no se presentó ningún estímulo. El intervalo de separación entre ambos estímulos (en este caso entre el target y el “silencio”) fue de 3 segundos.

2. *Tarea de dos estímulos con intervalo corto (2C):*

Se presentaron ambos estímulos, con el mismo IEE que en la tarea anterior.

3. *Tarea de dos estímulos con intervalo largo (2L)*

Se presentaron el target y el estándar pero en esta ocasión el IEE era de 6 segundos.

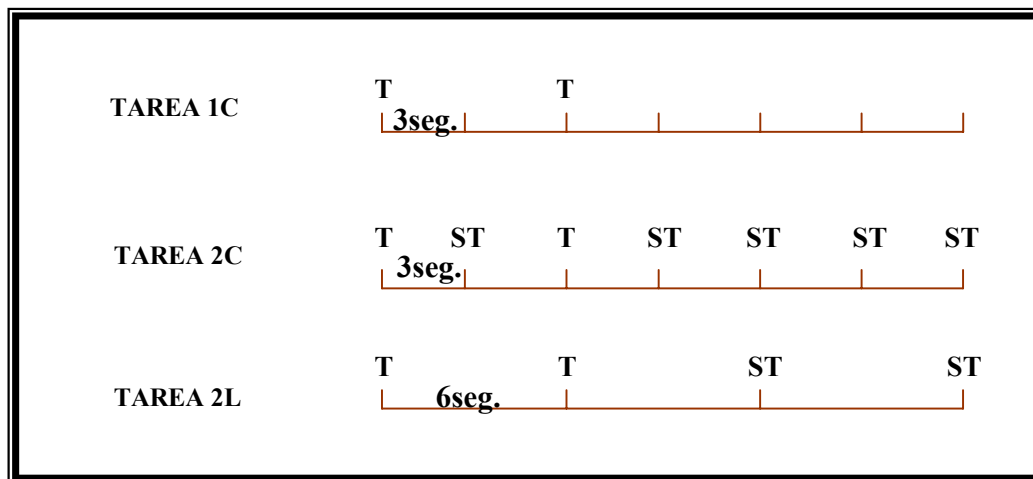


Figura 10. Tareas Experimentales utilizadas en el Estudio 1.

La tarea de los sujetos en cada una de las distintas versiones consistía en contar mentalmente el número de veces que aparecía el target.

La manipulación de los dos factores mencionados anteriormente obedece a las siguientes razones: por un lado, se ha demostrado que con el paradigma de un solo estímulo se obtiene un componente P300 bastante similar al que se produce cuando se emplea una versión pasiva del paradigma oddball -en la que no se le dan instrucciones explícitas al sujeto para que discrimine entre los estímulos presentados- (Katayama y Polich, 1996a; Polich y Heine, 1996; Cass y Polich, 1997; Polich y Margala, 1997). Desde el punto de vista de nuestro estudio sería interesante ver si los cambios esperados en tasa cardiaca en los paradigmas de dos estímulos se observan también cuando se prescinde del estímulo estándar, tal y como ocurre con el P300.

Por otra parte, el uso de IEEs largos está enfocado hacia la optimización de las condiciones paramétricas del paradigma utilizado para facilitar la conjunción de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo.

#### **1.4. Aparatos e Instrumentos**

Un ordenador PC Pentium corría el programa informático VPM 11.0, desarrollado por Edwin Cook (Cook, E.W. III, 1994) para la adquisición y análisis de señales psicofisiológicas. Este programa está formado por una serie de subprogramas para los ordenadores IBM PC y compatibles. Su principal función consiste en presentar estímulos y registrar datos analógicos y sucesos binarios en momentos temporales precisos utilizando diversas tarjetas, entre ellas la PCL812PG –conectada al ordenador y con funciones de convertidor analógico digital de 12 bits con entrada-salida digital para la presentación de estímulos. El programa, además, incorpora programas adicionales para la reducción y análisis de las señales psicofisiológicas.

Para el registro de la tasa cardiaca se utilizó un preamplificador cardiotacómetro 7P4 de la casa Grass (Grass Technologies, Astro-Med Inc., West Warwick, RI, USA), a partir de la señal del electrocardiograma (EKG) registrada en la derivación II (mano

derecha-pie izquierdo) y utilizando electrodos Beckman de tamaño estándar fijados a la piel con discos adhesivos de doble cara y gel electrolítico. La señal del EKG se registró con una tasa de muestreo de 1000 Hz, obteniéndose mediante programación *off-line* el intervalo R-R y su correspondiente tasa cardiaca milisegundo-a-milisegundo.

Los potenciales evocados se obtuvieron a partir del registro del electroencefalograma (EEG) con tres preamplificadores 7P5B, empleando electrodos de plata de cuchara de la casa Grass, modelo E5SH y pasta electrolítica de la misma casa, modelo EC2. Se utilizó un montaje de registro de tipo monopolar, con tres electrodos activos (en las localizaciones Fz, Cz, y Pz) y dos electrodos de tierra situados en ambos mastoides. Se aplicó un filtro de paso bajo a la señal de 35 Hz, siendo la tasa de muestreo de 500 Hz durante todo el registro.

Asimismo, se utilizaron dos módulos 7P5C para el registro del electrooculograma (EOG), emplazando dos electrodos Beckman de tamaño estándar en la zona superior e inferior del ojo derecho mediante discos adhesivos de doble cara. El electrodo de referencia para ambos canales se colocó en un punto intermedio a dos centímetros (¿) del canto externo del ojo. La tasa de muestreo para el EOG fue de 500 Hz

Los tonos se generaron mediante un estimulador auditivo marca Coulbourn, utilizando los siguientes módulos: S22-18, S82-24 y S24-05, que permiten presentar tonos puros. Dichos tonos, de 1000 y 1500Hz, llegaban a los sujetos a través de unos auriculares Telephonics, modelo TDH49P.

### **1.5. Variables dependientes**

#### *1. Tasa Cardiaca: potenciales cardiacos.*

Como se ha indicado anteriormente, los valores de tasa cardiaca milisegundo a milisegundo se obtuvieron a partir de los datos digitalizados del periodo cardiaco latido a latido. Para entender el modo en que se obtuvieron los potenciales cardiacos debemos tener en cuenta lo siguiente: en condiciones normales, el cálculo de la tasa cardiaca implica la

medición del periodo cardiaco (definido como el intervalo de tiempo que transcurre entre una onda R y la siguiente) expresado en milisegundos. Una vez calculado dicho valor, debemos hallar su recíproco para la obtención del valor de tasa cardiaca (expresado en latidos por minuto) correspondiente a ese periodo. Para ello se emplea la siguiente fórmula:  $60000/\text{periodo cardiaco en milisegundos}$ . Mediante este procedimiento sólo obtenemos un único valor de tasa por periodo cardiaco. Sin embargo, a efectos de los objetivos de este estudio, dicho procedimiento impedía el cálculo de potenciales cardiacos al modo en como se extraen los potenciales evocados de la señal del EEG. Para solventar esta dificultad y poder observar cambios en la tasa cardiaca con una base temporal de milisegundos, lo que se hizo fue repetir cada valor de tasa cardiaca en cada uno de los milisegundos que conformaban sus respectivos periodos cardiacos de forma que si, por ejemplo, tenemos un periodo cardiaco con una duración de 450ms (tasa = 133.33 latidos por minuto), su valor de tasa aparece 450 veces para ese periodo. Este procedimiento permitía, posteriormente, promediar los valores de tasa cardiaca seleccionando ventanas de registro ancladas temporalmente a la ocurrencia de los estímulos. Los potenciales cardiacos se hallaron tanto para el estímulo estándar como para el target.

## *2. Potenciales Evocados*

Para cada localización de registro, se seleccionaron ventanas de registro con una duración total de 1500 ms (500 ms antes de la presentación de los tonos y 1000 ms después). Mediante inspección visual se determinó la presencia de artefactos oculares. Aquellos ensayos contaminados por dichos artefactos fueron eliminados del promedio.

Posteriormente se promediaron para cada localización los potenciales para el estímulo Target y el Estándar. Finalmente, se extrajeron los valores de amplitud máxima y latencia para el P300 dentro de una ventana que comprendía entre 250 y 500 ms desde la presentación de los estímulos.

### 3. Electrooculograma

Los datos del EOG sólo se utilizaron como medida de control para el promedio y, por consiguiente, no se incluyeron en el análisis.

#### 1.6. Procedimiento:

Todos los sujetos recibieron información sobre el experimento en el aula de clase. La información que proporcionaba el profesor indicaba: 1) el carácter voluntario de la participación; b) el tipo de experimento del que se trataba, es decir, una investigación sobre registros psicofisiológicos que implicaba una sola sesión de laboratorio; y 3) que la participación se compensaría por puntos en la calificación final de la asignatura. Los sujetos que decidieron participar eran citados individualmente a una sesión, con una duración aproximada de una hora y media, en el laboratorio de electrofisiología humana de alta densidad de la Facultad de Psicología.

La sesión de laboratorio se dividía en tres fases:

1) *Fase pre-experimental*. En esta fase, el experimentador informaba al sujeto del contenido de la sesión (ver anexo 1) y rellenaba la ficha personal de cada sujeto mediante entrevista (ver anexo 2), en la que se preguntaba: nombre y apellidos, edad, curso, problemas auditivos, cardiovasculares o cualquier otro problema físico o psicológico, si estaba tomando algún tipo de medicación, si realizaba ejercicio físico de manera regular y cuántas veces a la semana, si consumía alcohol, tabaco o cualquier otro tipo de droga y su frecuencia de consumo para cada sustancia. Finalmente, en el caso de las mujeres, también se les preguntaba la fecha de la última menstruación. A continuación, el experimentador leía las instrucciones específicas del experimento (ver anexo 3) y requería su consentimiento firmado (ver anexo 4).

Inmediatamente después, el experimentador anotaba la temperatura ambiente de la habitación del sujeto y procedía a colocar los diferentes sensores previamente preparados



con los adhesivos y el gel electrolítico. En primer lugar, se colocaban los electrodos para medir el EEG en cada una de las localizaciones seleccionadas. Antes de colocar los electrodos, se medía la distancia entre el nasión y el inión, se calculaba el punto exacto para cada canal en base a las indicaciones del sistema internacional 10-20 y se señalaba cada localización con rotulador rojo sobre el cuero cabelludo. Posteriormente se procedía a la limpieza con alcohol de cada uno de los puntos y, una vez limpios, se aplicaba una pequeña cantidad de gel exfoliante y se frotaba la zona con un bastoncillo de algodón para eliminar las células muertas de la capa externa de la piel. Con esto se conseguía reducir el nivel de resistencia eléctrica de cada uno de los electrodos. Una vez se había frotado cuidadosa y suficientemente la zona de colocación del sensor, se retiraban los restos de gel exfoliante con un pañuelo de papel y se procedía a la colocación del electrodo, envuelto en pasta electrolítica. Para asegurar una buena adherencia a la zona de contacto, se colocaban dos cintas adhesivas sobre el electrodo. Este procedimiento de colocación se repetía para cada localización y para los dos sensores de referencia. Finalmente, se medían los niveles de resistencia eléctrica de cada uno de los canales y se anotaban sus valores. En segundo lugar, se procedía a la colocación de los electrodos para el registro del electrooculograma. Previamente, se limpiaba la piel (justo arriba y abajo del ojo derecho) con alcohol y se procedía a la colocación de los sensores. En tercer lugar, se colocaban los electrodos para el registro del EKG. Antes de su colocación, se limpiaban con alcohol las zonas de la muñeca derecha y el tobillo izquierdo del sujeto. En cuarto lugar, se colocaba el electrodo de tierra siguiendo los pasos previos para el EOG y el EKG, situando dicho electrodo en el pómulo izquierdo del sujeto.

Finalmente, el experimentador comprobaba que los registros psicofisiológicos eran correctos, colocaba los auriculares al sujeto, reducía la iluminación de la habitación del sujeto a un nivel de penumbra previamente establecido y cerraba la puerta dando comienzo la siguiente fase.

2) *Fase experimental*. En esta fase cada sujeto realizaba las dos tareas “oddball” determinadas para su grupo experimental correspondiente y siguiendo el orden de presentación de la tareas establecido previamente. Durante esta fase, el experimentador

permanecía en la habitación contigua a la habitación del sujeto controlando el funcionamiento correcto de los aparatos. Esta habitación estaba comunicada audiovisualmente con la del sujeto mediante dos cámaras de vídeo.

3) *Fase post-experimental*. Una vez finalizado el experimento, se procedía a retirar los auriculares y los electrodos. Para concluir, se le agradecía al sujeto su participación, se le entregaba el certificado que acreditaba su participación en el experimento y, por último, se le pedía que no comentara a sus compañeros el estudio con el fin de mantener igualadas las condiciones de información en todos ellos.

## **1.7. Análisis**

### *1. Tasa Cardíaca*

El análisis de los datos de tasa cardíaca se realizó sobre los valores de aceleración máxima y deceleración máxima, así como de sus respectivas latencias de manera independiente.

El análisis estadístico consistió en un Análisis de Varianza  $3 \times 3 \times 2 \times (2)$ , con tres factores entre grupos: a) Tarea, con tres niveles (las tres tareas descritas en el apartado 1.3); b) Orden, con dos niveles (Directo e Inverso) y c) Grupo, con tres niveles (A, B y C) y un factor de medidas repetidas -Estímulo-, con dos niveles (Target y Estándar).

### *2. Potenciales Evocados.*

El análisis de los potenciales evocados se realizó sobre los valores de amplitud máxima del P300 y latencia.

El análisis estadístico consistió en un Análisis de Varianza  $3 \times 3 \times 2 \times (3 \times 2)$ , con tres factores entre grupos, comentados en el apartado anterior, y dos factores de medidas repetidas: Localización, con tres niveles (Fz, Cz y Pz) y Estímulo (Target y Estándar).

## 2. RESULTADOS

### 2.1. Potenciales Evocados

Los dos parámetros analizados para los datos de EEG fueron la amplitud y la latencia del P300 ante el target y ante el estándar. A continuación pasamos a describir los resultados referentes a la amplitud de dicho componente. El análisis estadístico consistió en un Análisis de Varianza  $3 \times 2 \times (3 \times 2)$ . En los factores de medidas repetidas se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser. Los resultados se presentan con los grados de libertad originales y los valores de probabilidad corregidos. En la tabla 1.1 se presentan los resultados del análisis. Los efectos significativos surgieron en los factores Grupo ( $F(2, 54) = 4.108$  ( $p=0.022$ )) Localización ( $F(2,108) = 87.910$  ( $p= 0.000$ )) y Potencial ( $F(1,54) = 106.732$  ( $p= 0.000$ )) y en las interacciones Localización x Tarea ( $F(4,108) = 3.436$  ( $p= 0.016$ )), Potencial x Tarea ( $F(2,54) = 4.513$  ( $p= 0.015$ )), Localización x Potencial ( $F(4,108) = 35.838$  ( $p= 0.000$ )) y Localización x Potencial x Tarea ( $F(4,108) = 3.366$  ( $p= 0.012$ )). La representación de las distintas ondas de potenciales puede verse en la figura 1.1

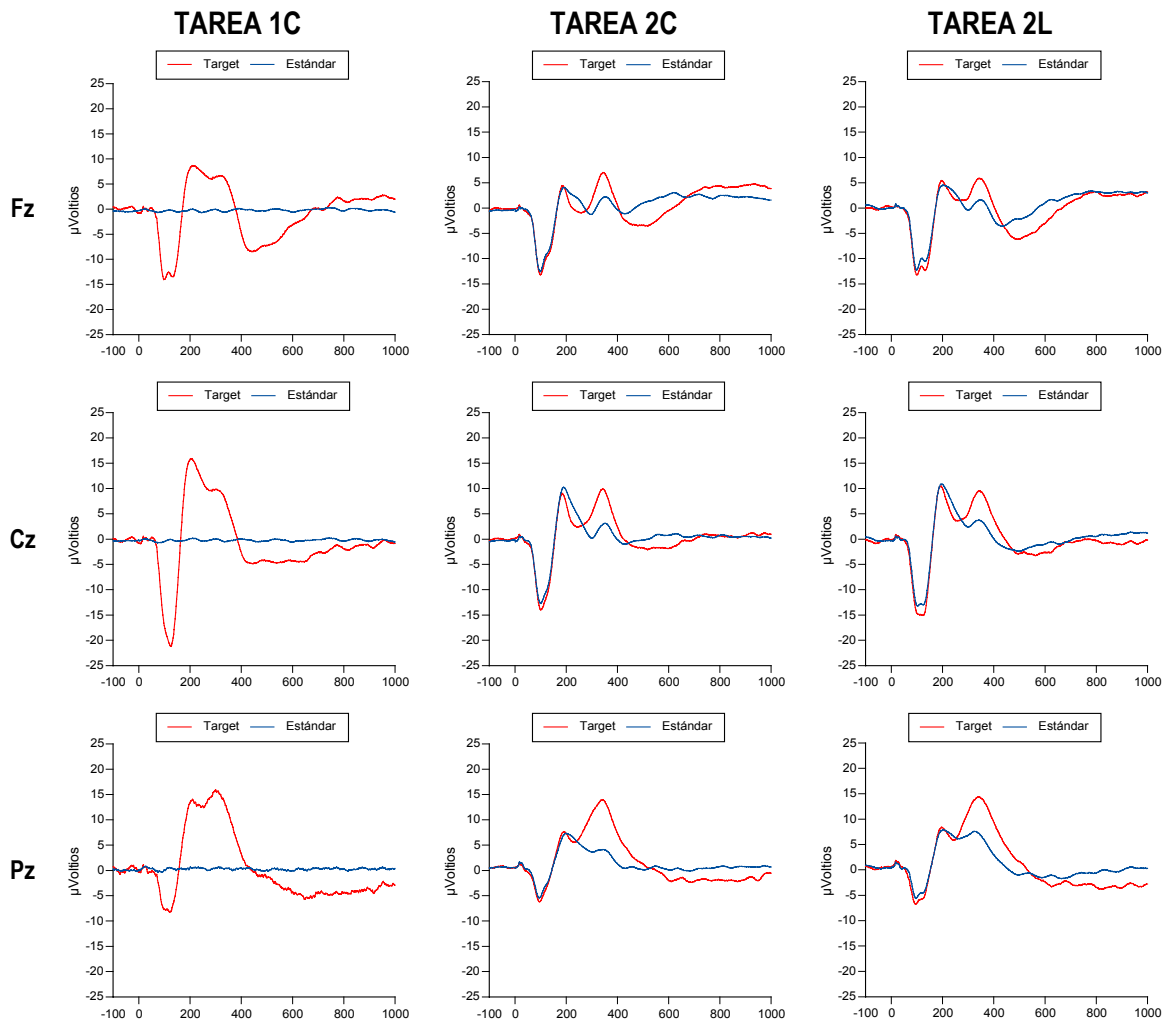


Figura 1.1. Target vs. Estándar para cada tarea y localización

Tabla 1.1. ANOVA Tarea x Orden x Grupo x (Localización x Potencial) para la amplitud del P300.

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>                   | <b>F</b>          | <b>P</b>   |
|--|-------------------|------------|
| Tarea  | F(2,54) = 1.746   | p ≤ 0.184  |
| Orden  | F(1, 54) = 0.001  | p ≤ 0.981  |
| Grupo  | F(2, 54) = 4.108  | p ≤ 0.022* |
| Tarea x Orden                                    | F(2, 54) = 0.534  | p ≤ 0.589  |
| Tarea x Grupo                                    | F(1, 54) = 0.213  | p ≤ 0.646  |
| Orden x Grupo                                    | F(2, 54) = 0.387  | p ≤ 0.681  |
| Tarea x Orden x Grupo                            | F(1, 54) = 0.485  | p ≤ 0.489  |
| Localización                                     | F(2,108) = 87.910 | p ≤ 0.000* |
| Localización x Tarea                             | F(4,108) = 3.436  | p ≤ 0.016* |
| Localización x Orden                             | F(2,108) = 0.928  | p ≤ 0.387  |
| Localización x Grupo                             | F(4,108) = 0.677  | p ≤ 0.588  |
| Localización x Tarea x Orden                     | F(4,108) = 0.812  | p ≤ 0.505  |
| Localización x Tarea x Grupo                     | F(2,108) = 1.787  | p ≤ 0.178  |
| Localización x Orden x Grupo                     | F(4,108) = 2.065  | p ≤ 0.101  |
| Localización x Tarea x Orden x Grupo             | F(2,108) = 0.174  | p ≤ 0.809  |
| Potencial  | F(1,54) = 106.732 | p ≤ 0.000* |
| Potencial x Tarea                                | F(2,54) = 4.513   | p ≤ 0.015* |
| Potencial x Orden                                | F(1,54) = 0.114   | p ≤ 0.737  |
| Potencial x Grupo                                | F(2,54) = 1.059   | p ≤ 0.354  |
| Potencial x Tarea x Orden                        | F(2,54) = 1.426   | p ≤ 0.249  |
| Potencial x Tarea x Grupo                        | F(1,54) = 0.071   | p ≤ 0.791  |
| Potencial x Orden x Grupo                        | F(2,54) = 0.025   | p ≤ 0.975  |
| Potencial x Tarea x Orden x Grupo                | F(1,54) = 0.081   | p ≤ 0.778  |
| Localización x Potencial                         | F(4,108) = 35.838 | p ≤ 0.000* |
| Localización x Potencial x Tarea                 | F(4,108) = 3.366  | p ≤ 0.012* |
| Localización x Potencial x Orden                 | F(2,108) = 0.220  | p ≤ 0.803  |
| Localización x Potencial x Grupo                 | F(4,108) = 0.927  | p ≤ 0.451  |
| Localización x Potencial x Tarea x Orden         | F(4,108) = 2.217  | p ≤ 0.072  |
| Localización x Potencial x Tarea x Grupo         | F(2,108) = 0.011  | p ≤ 0.989  |
| Localización x Potencial x Orden x Grupo         | F(4,108) = 2.152  | p ≤ 0.079  |
| Localización x Potencial x Tarea x Orden x Grupo | F(2,108) = 0.477  | p ≤ 0.622  |

*Nota:* el asterisco que aparece en todas las tablas indica los efectos que son significativos a un nivel de probabilidad inferior a 0.05.

El efecto significativo del factor Grupo muestra las diferencias de amplitud para ambos estímulos en las tres tareas y en las tres localizaciones, observándose una amplitud menor en el grupo C (Tareas 2C/2L) -véase figura 1.2. El efecto significativo del factor Localización indica las diferencias de amplitud entre las distintas localizaciones de registro, observándose un aumento progresivo de la amplitud del P300 en dirección antero-posterior, tal y como se recoge en la figura 1.3. El efecto de la interacción Localización x Tarea indica que existen diferencias de amplitud para los dos estímulos en función de la tarea

realizada y la localización de registro. Concretamente, se observa que la amplitud ante ambos tipos de estímulos es mayor en Pz en la tarea 2L en comparación con las otras dos, tal y como se observa en la figura 1.4. El efecto del factor Potencial indica las diferencias en amplitud del P300 entre el estímulo Target y el Estándar. La representación gráfica de este efecto puede verse en la figura 1.5. La interacción Potencial x Tarea muestra los efectos diferenciales del tipo de tarea sobre las amplitudes del P300 para el Target y el Estándar, observándose una diferencia significativamente mayor entre ambos estímulos en la tarea 1C, en comparación con las tareas 2C y 2L (ver figura 1.6). El efecto de la interacción Localización x Potencial indica que las diferencias entre ambos estímulos son mayores en Pz, tal y como se recoge en la figura 1.7.

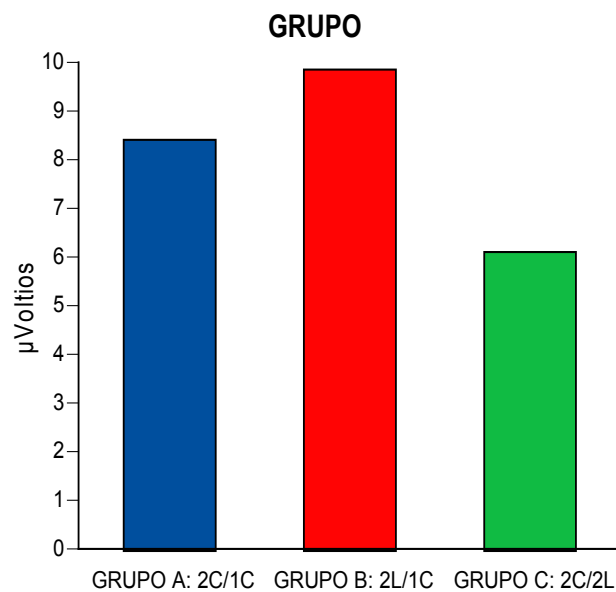


Figura 1.2. Diferencias de amplitud para cada Grupo

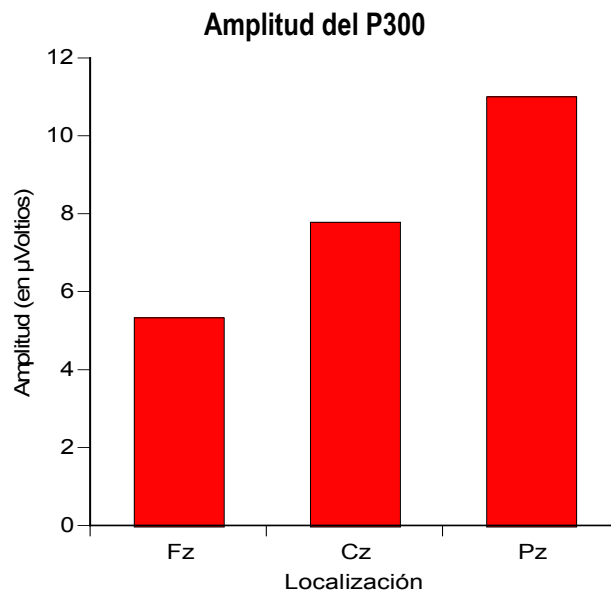


Figura 1.3. Amplitud del P300 en las distintas localizaciones de registro

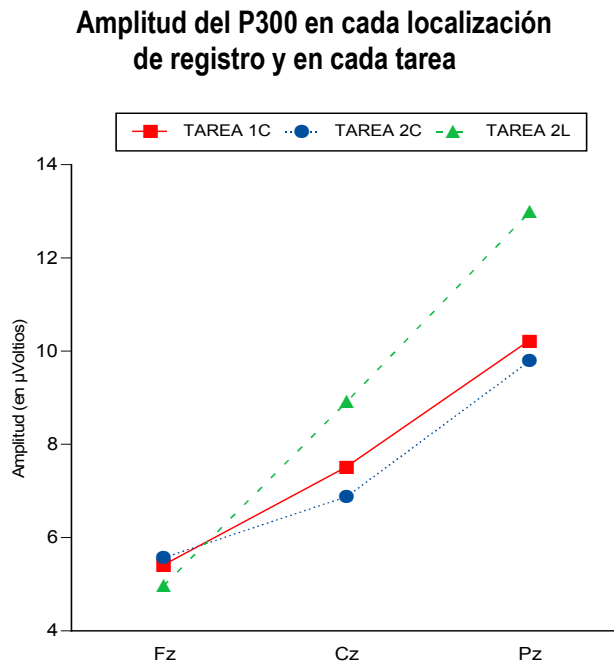
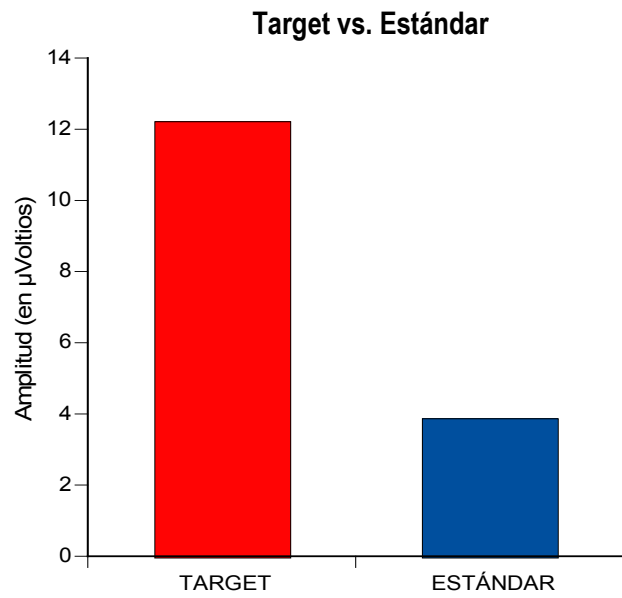


Figura 1.4. Valores de amplitud del P300 en cada localización de registro para cada tarea.

Figura 1.5.  
Amplitud del  
P300 para  
Target y  
Estándar



Potencial x Tarea

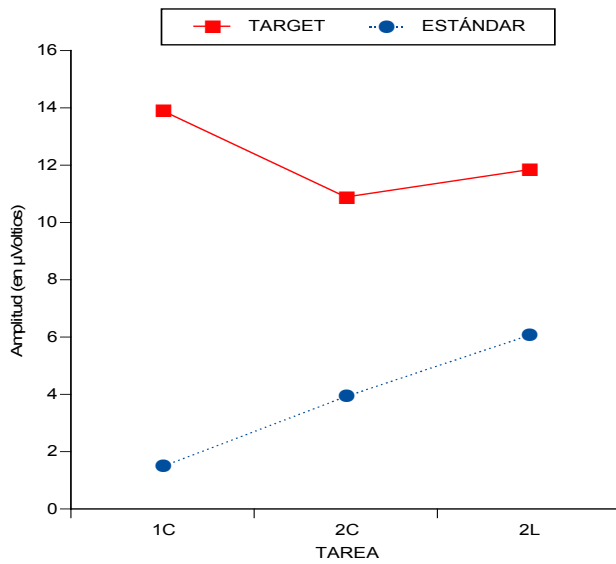


Figura 1.6. Diferencias de amplitud entre Target y Estándar para las tres tareas



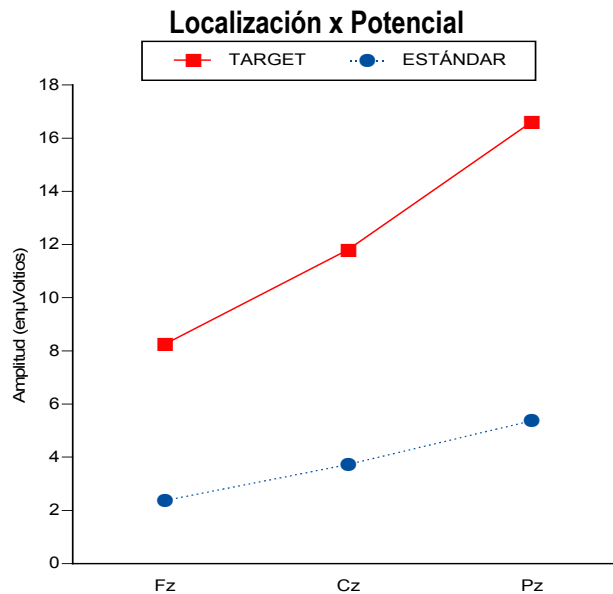


Figura 1.7. Diferencias de amplitud entre Target y Estándar para cada localización

Finalmente, la triple interacción Localización x Potencial x Tarea muestra un efecto de incremento de amplitud para el estímulo Estándar desde localizaciones anteriores a localizaciones posteriores en la tarea 2L, tal y como se recoge en la figura 1.8.

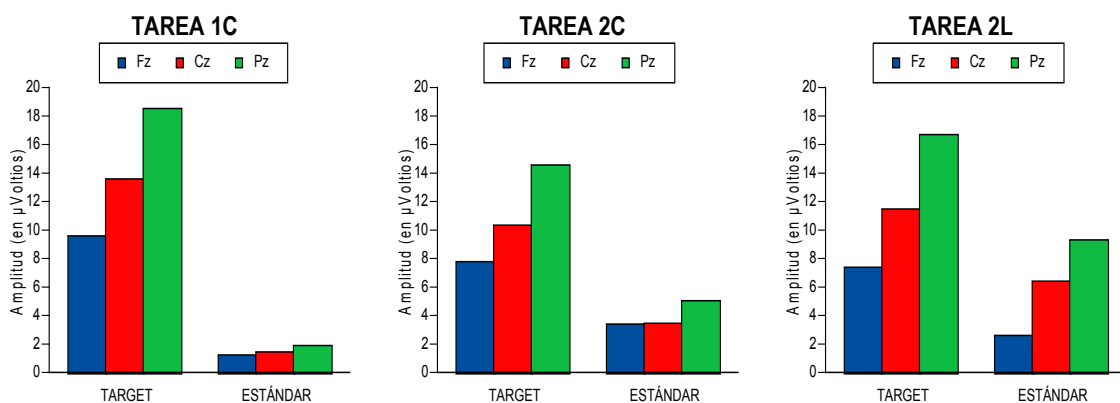


Figura 1.8. Diferencias de Amplitud para Target y Estándar en cada tarea y en cada localización

El análisis de esta interacción reveló que existían diferencias significativas en las distintas localizaciones de registro para el estímulo Estándar en la tarea 2L, con un incremento de dicha amplitud de posiciones anteriores a localizaciones posteriores.

Para el análisis de la latencia del P300 se realizó el mismo Análisis de Varianza realizado para la amplitud del P300. Los resultados de dicho análisis se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. ANOVA Tarea x Orden x Grupo x (Localización x Potencial) para la Latencia del P300.

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>                   | <b>F</b>         | <b>P</b>   |
|--|------------------|------------|
| Tarea  | F(2,54) = 0.732  | p ≤ 0.486  |
| Orden  | F(1, 54) = 1.679 | p ≤ 0.201  |
| Grupo  | F(2, 54) = 4.224 | p ≤ 0.020* |
| Tarea x Orden                                    | F(2, 54) = 0.158 | p ≤ 0.854  |
| Tarea x Grupo                                    | F(1, 54) = 3.237 | p ≤ 0.078  |
| Orden x Grupo                                    | F(2, 54) = 0.089 | p ≤ 0.915  |
| Tarea x Orden x Grupo                            | F(1, 54) = 0.078 | p ≤ 0.782  |
| Localización                                     | F(2,108) = 1.898 | p ≤ 0.155  |
| Localización x Tarea                             | F(4,108) = 0.422 | p ≤ 0.781  |
| Localización x Orden                             | F(2,108) = 0.003 | p ≤ 0.996  |
| Localización x Grupo                             | F(4,108) = 2.659 | p ≤ 0.040* |
| Localización x Tarea x Orden                     | F(4,108) = 0.614 | p ≤ 0.644  |
| Localización x Tarea x Grupo                     | F(2,108) = 1.291 | p ≤ 0.278  |
| Localización x Orden x Grupo                     | F(4,108) = 0.486 | p ≤ 0.735  |
| Localización x Tarea x Orden x Grupo             | F(2,108) = 0.078 | p ≤ 0.916  |
| Potencial  | F(1,54) = 12.293 | p ≤ 0.001* |
| Potencial x Tarea                                | F(2,54) = 5.782  | p ≤ 0.005* |
| Potencial x Orden                                | F(1,54) = 2.013  | p ≤ 0.162  |
| Potencial x Grupo                                | F(2,54) = 1.395  | p ≤ 0.257  |
| Potencial x Tarea x Orden                        | F(2,54) = 4.396  | p ≤ 0.017* |
| Potencial x Tarea x Grupo                        | F(1,54) = 1.616  | p ≤ 0.209  |
| Potencial x Orden x Grupo                        | F(2,54) = 0.325  | p ≤ 0.724  |
| Potencial x Tarea x Orden x Grupo                | F(1,54) = 0.148  | p ≤ 0.702  |
| Localización x Potencial                         | F(4,108) = 0.696 | p ≤ 0.500  |
| Localización x Potencial x Tarea                 | F(4,108) = 0.573 | p ≤ 0.681  |
| Localización x Potencial x Orden                 | F(2,108) = 0.281 | p ≤ 0.754  |
| Localización x Potencial x Grupo                 | F(4,108) = 1.594 | p ≤ 0.182  |
| Localización x Potencial x Tarea x Orden         | F(4,108) = 0.119 | p ≤ 0.975  |
| Localización x Potencial x Tarea x Grupo         | F(2,108) = 1.514 | p ≤ 0.225  |
| Localización x Potencial x Orden x Grupo         | F(4,108) = 0.229 | p ≤ 0.920  |
| Localización x Potencial x Tarea x Orden x Grupo | F(2,108) = 0.718 | p ≤ 0.489  |

Se encontraron efectos significativos para los factores Grupo ( $F(2,54)=4.224$  ( $p=0.020$ )) y Potencial ( $F(2,54)=12.293$  ( $p=0.001$ )), y para las interacciones Localización x Grupo ( $F(4,108)=2.659$  ( $p=0.40$ )), Potencial x Tarea ( $F(2,54)=5.782$  ( $p=0.005$ )) y Potencial x Tarea x Orden ( $F(2,54)=4.396$  ( $p=0.017$ )).

El efecto del factor Grupo indica la presencia de una latencia menor para el Grupo B, en comparación con los otros dos, tal y como se recoge en la figura 1.9. El análisis post hoc de este efecto reveló diferencias significativas entre los grupos A y B. Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 1.3.

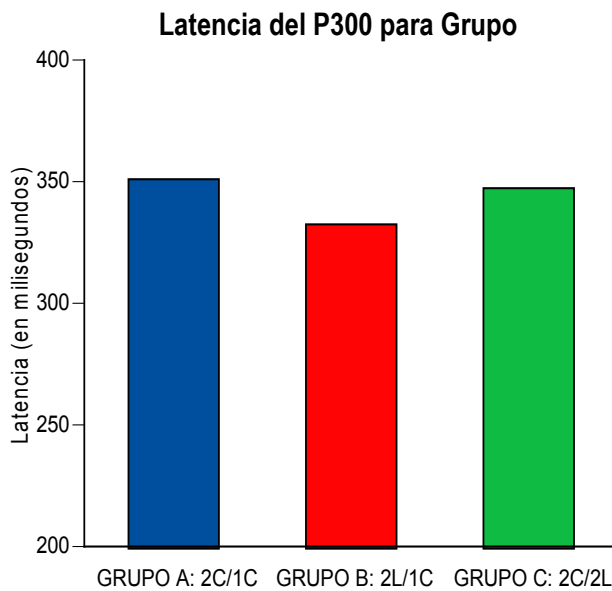


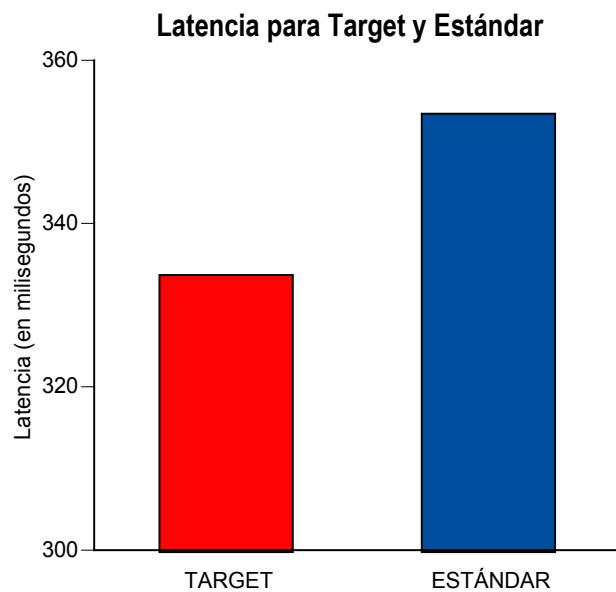
Figura 1.9. Valores de Latencia del P300 en cada Grupo

Tabla 2.3. Test de Tukey aplicado sobre el análisis del factor Grupo

|         | GRUPO B | GRUPO C |
|---------|---------|---------|
| GRUPO A | 0.033*  | 0.873   |
| GRUPO B |         | 0.098   |

El efecto del factor Potencial muestra las diferencias en latencia encontradas para el Target y el Estándar en las tres tareas y en las tres localizaciones, observándose una reducción de los valores de latencia para el estímulo infrecuente, tal y como se recoge en la figura 1.10.

*Figura 1.10. Diferencias en la latencia del P300 entre Target y Estándar*



El efecto de la interacción Localización x Grupo muestra las diferencias en latencia para el P300 en cada localización de registro en función del Grupo. Concretamente se observó una reducción progresiva de la latencia de dicho componente de localizaciones anteriores a localizaciones posteriores para el Grupo B que fue significativa entre Fz y Pz. La representación gráfica de esta interacción puede verse en la figura 1.11. El análisis de esta interacción está recogido en la tablas 1.4 y 1.5.

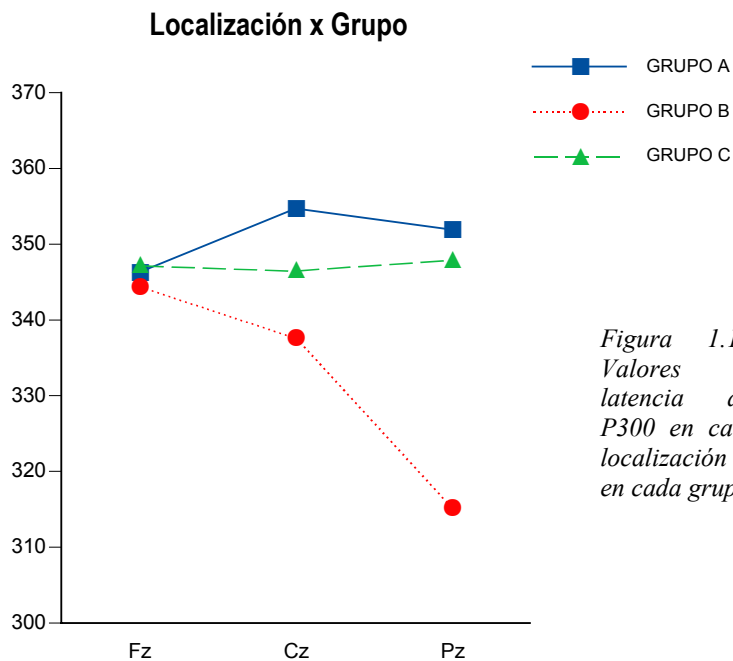


Figura 1.11.  
Valores de latencia del P300 en cada localización y en cada grupo

Tabla 1.4. Anova Tarea x Orden x (Localización x Potencial) en Grupo B para la latencia del P300

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>           | <b>F</b>         | <b>P</b>   |
|--|------------------|------------|
| Tarea                                    | F(1,16) = 0.620  | p ≤ 0.443  |
| Orden                                    | F(1, 16) = 0.009 | p ≤ 0.925  |
| Tarea x Orden                            | F(1, 16) = 0.082 | p ≤ 0.778  |
| Localización                             | F(2,32) = 6.488  | p ≤ 0.005* |
| Localización x Tarea                     | F(2,32) = 0.480  | p ≤ 0.611  |
| Localización x Orden                     | F(2,32) = 0.308  | p ≤ 0.723  |
| Localización x Tarea x Orden             | F(2,32) = 0.306  | p ≤ 0.724  |
| Potencial                                | F(1,16) = 2.184  | p ≤ 0.159  |
| Potencial x Tarea                        | F(1,16) = 2.883  | p ≤ 0.112  |
| Potencial x Orden                        | F(1,16) = 5.899  | p ≤ 0.027* |
| Potencial x Tarea x Orden                | F(1,16) = 4.073  | p ≤ 0.061  |
| Localización x Potencial                 | F(2,32) = 3.333  | p ≤ 0.053  |
| Localización x Potencial x Tarea         | F(2,32) = 1.279  | p ≤ 0.291  |
| Localización x Potencial x Orden         | F(2,32) = 0.640  | p ≤ 0.523  |
| Localización x Potencial x Tarea x Orden | F(2,32) = 0.498  | p ≤ 0.600  |

Tabla 1.5. Test de Tukey aplicado sobre el factor Localización en Grupo B

|    | Cz    | Pz    |
|----|-------|-------|
| Fz | 0.844 | 0.050 |
| Cz |       | 0.179 |

Finalmente, la triple interacción Potencial x Tarea x Orden indica los efectos diferenciales del factor Orden sobre la latencia del Target y el Estándar en función de la tarea realizada. Tal y como se observa en la figura 1.12 existe una menor latencia para el Target en la tarea 1C en Orden Inverso.

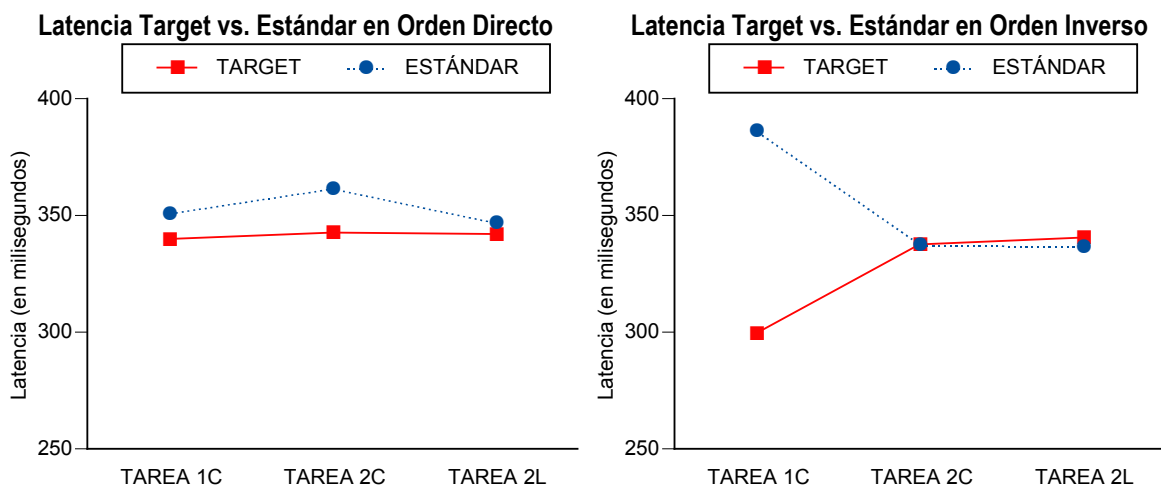


Figura 1.12. Latencia del Target y Estándar para Orden Directo e Inverso

## 2.2. Tasa Cardíaca

Los parámetros analizados para los datos de tasa cardíaca fueron: pico acelerativo y pico decelerativo para cada tipo de estímulo y sus respectivas latencias. Para el componente decelerativo se realizó un Análisis de Varianza  $3 \times 2 \times 3 \times (2)$ . Los resultados de dicho análisis se recogen en la tabla 1.6. Así mismo, en la figuras 1.13, 1.14 y 1.15 se representan los potenciales cardíacos obtenidos para cada tarea.

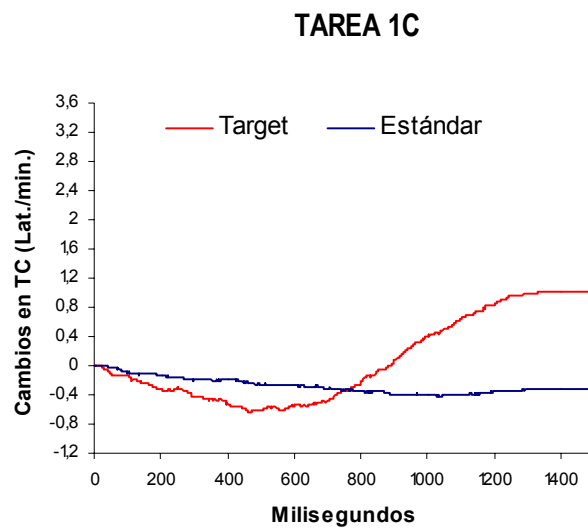


Figura 1.13. Cambios en tasa cardíaca para el Target y el Estándar en la tarea 1C

### TAREA 2C

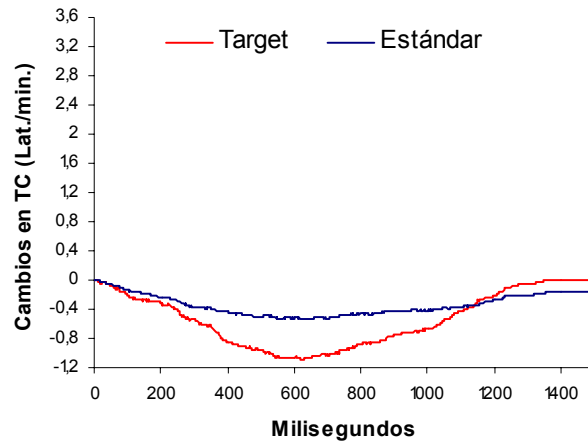


Figura 1.14. Cambios en tasa cardiaca para el Target y el Estándar en la tarea 2C

### TAREA 2L

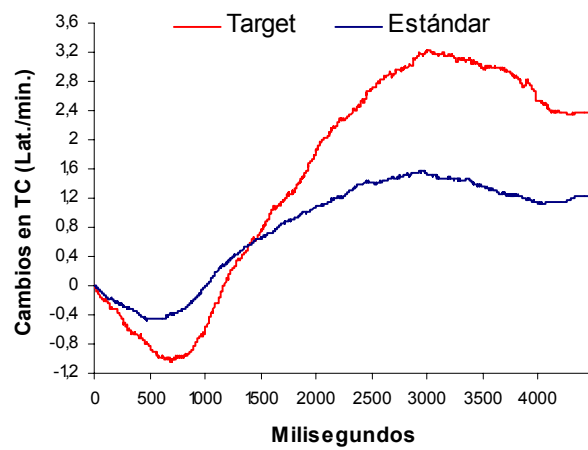


Figura 1.15. Cambios en tasa cardiaca para el Target y el Estándar en la tarea 2L



Se encontraron efectos significativos sólo para el factor Potencial ( $F(1,53)=31.565$  ( $p=0.000$ )). El resto de factores así como sus interacciones no resultaron significativos.

Tabla 1.6. Anova Tarea x Orden x Grupo x (Potencial) para el pico decelerativo de la tasa cardiaca

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>    | <b>F</b>           | <b>P</b>         |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Tarea                             | $F(2,53) = 0.434$  | $p \leq 0.650$   |
| Orden                             | $F(1, 53) = 0.271$ | $p \leq 0.605$   |
| Grupo                             | $F(2, 53) = 0.76$  | $p \leq 0.927$   |
| Tarea x Orden                     | $F(2, 53) = 0.439$ | $p \leq 0.647$   |
| Tarea x Grupo                     | $F(1, 53) = 0.053$ | $p \leq 0.818$   |
| Orden x Grupo                     | $F(2, 53) = 1.806$ | $p \leq 0.174$   |
| Tarea x Orden x Grupo             | $F(1, 53) = 0.038$ | $p \leq 0.845$   |
| Potencial                         | $F(1,53) = 31.565$ | $p \leq 0.000^*$ |
| Potencial x Tarea                 | $F(2,53) = 0.001$  | $p \leq 0.999$   |
| Potencial x Orden                 | $F(1,53) = 0.046$  | $p \leq 0.831$   |
| Potencial x Grupo                 | $F(2,53) = 1.536$  | $p \leq 0.225$   |
| Potencial x Tarea x Orden         | $F(2,53) = 0.813$  | $p \leq 0.449$   |
| Potencial x Tarea x Grupo         | $F(1,53) = 0.161$  | $p \leq 0.689$   |
| Potencial x Orden x Grupo         | $F(2,53) = 0.032$  | $p \leq 0.969$   |
| Potencial x Tarea x Orden x Grupo | $F(1,53) = 1.507$  | $p \leq 0.308$   |

El efecto del factor Potencial indica que existe una mayor deceleración en el caso del estímulo Target, en comparación con el Estándar. La representación gráfica de este efecto puede verse en la figura 1.16.

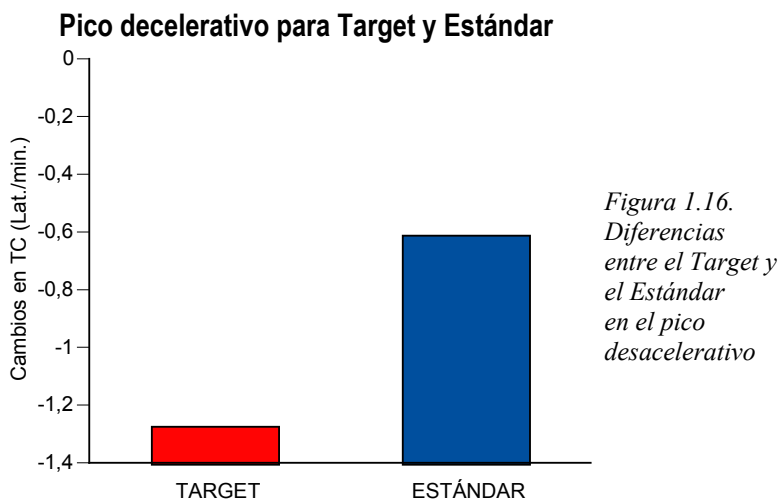


Figura 1.16. Diferencias entre el Target y el Estándar en el pico desacelerativo

Para el pico acelerativo de la tasa cardiaca se realizó el mismo Análisis de Varianza. Los resultados están recogidos en la tabla 1.7. Se encontraron efectos significativos para los factores Potencial ( $F(1,51)=23.805$  ( $p=0.000$ )), Tarea ( $F(2,51)=27.589$  ( $p=0.000$ )) y para la interacción Potencial x Tarea ( $F(2,51)=5.493$  ( $p=0.007$ )).

El análisis de la interacción Potencial x Tarea reveló un aumento significativo de la amplitud del componente acelerativo de la tasa cardiaca ante el Target en comparación con el Estándar en las tareas 1C y 2L, tal y como puede observarse en la figura 1.17. Los resultados de este análisis se recogen en las tablas 1.8 y 1.9.

#### Amplitud del Pico acelerativo en las tres Tareas

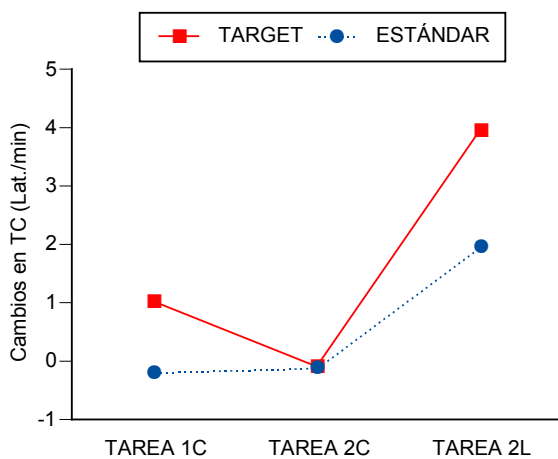


Figura 1.17. Diferencias en amplitud del pico acelerativo para Target y Estándar en las tres tareas

Tabla 1.6. Anova Tarea x Orden x Grupo x (Potencial) para el pico acelerativo de la tasa cardiaca

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>    | <b>F</b>         | <b>P</b>   |
|-----------------------------------|------------------|------------|
| Tarea                             | F(2,51) = 27.589 | p ≤ 0.000* |
| Orden                             | F(1, 51) = 0.598 | p ≤ 0.443  |
| Grupo                             | F(2, 51) = 1.153 | p ≤ 0.324  |
| Tarea x Orden                     | F(2, 51) = 0.422 | p ≤ 0.658  |
| Tarea x Grupo                     | F(1, 51) = 0.003 | p ≤ 0.960  |
| Orden x Grupo                     | F(2, 51) = 0.985 | p ≤ 0.381  |
| Tarea x Orden x Grupo             | F(1, 51) = 0.030 | p ≤ 0.862  |
| Potencial                         | F(1,51) = 23.805 | p ≤ 0.000* |
| Potencial x Tarea                 | F(2,51) = 5.493  | p ≤ 0.007* |
| Potencial x Orden                 | F(1,51) = 0.973  | p ≤ 0.329  |
| Potencial x Grupo                 | F(2,51) = 0.101  | p ≤ 0.904  |
| Potencial x Tarea x Orden         | F(2,51) = 0.098  | p ≤ 0.907  |
| Potencial x Tarea x Grupo         | F(1,51) = 0.360  | p ≤ 0.551  |
| Potencial x Orden x Grupo         | F(2,51) = 1.777  | p ≤ 0.179  |
| Potencial x Tarea x Orden x Grupo | F(1,51) = 0.331  | p ≤ 0.568  |

Tabla 1.7. Anova Orden x Grupo x (Potencial) para el pico acelerativo de la tasa cardiaca en Tarea 2C

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>         | <b>P</b>   |
|--------------------------------|------------------|------------|
| Orden                          | F(1,15) = 0.213  | p ≤ 0.651  |
| Grupo                          | F(1, 15) = 0.037 | p ≤ 0.849  |
| Orden x Grupo                  | F(1, 15) = 0.171 | p ≤ 0.685  |
| Potencial                      | F(1, 15) = 7.757 | p ≤ 0.014* |
| Potencial x Orden              | F(1, 15) = 0.693 | p ≤ 0.418  |
| Potencial x Grupo              | F(1, 15) = 0.194 | p ≤ 0.666  |
| Potencial x Orden x Grupo      | F(1, 15) = 2.518 | p ≤ 0.133  |

Tabla 1.8. Anova Orden x Grupo x (Potencial) para el pico acelerativo de la tasa cardiaca en Tarea 2L

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>          | <b>P</b>   |
|--------------------------------|-------------------|------------|
| Orden                          | F(1,16) = 1.872   | p ≤ 0.190  |
| Grupo                          | F(1, 16) = 0.094  | p ≤ 0.793  |
| Orden x Grupo                  | F(1, 16) = 1.591  | p ≤ 0.225  |
| Potencial                      | F(1, 16) = 21.824 | p ≤ 0.000* |
| Potencial x Orden              | F(1, 16) = 0.832  | p ≤ 0.375  |
| Potencial x Grupo              | F(1, 16) = 0.028  | p ≤ 0.869  |
| Potencial x Orden x Grupo      | F(1, 16) = 0.921  | p ≤ 0.352  |

Los resultados del Análisis de Varianza 3x2x3x(2) para la latencia del pico desacelerativo de la tasa cardiaca se recogen en la tabla 1.9. Se encontraron efectos significativos para el factor Potencial ( $F(1,53)=5.576$  ( $p=0.022$ )) y para la interacción Potencial x Tarea ( $F(2,53)=3.746$  ( $p=0.030$ )). El resto de factores, así como sus respectivas interacciones no resultaron significativos.

Tabla 1.9. Anova Tarea x Orden x Grupo x (Potencial) para la latencia del pico decelerativo

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>    | <b>F</b>           | <b>P</b>         |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Tarea                             | $F(2,53) = 0.506$  | $p \leq 0.606$   |
| Orden                             | $F(1, 53) = 0.067$ | $p \leq 0.797$   |
| Grupo                             | $F(2, 53) = 0.894$ | $p \leq 0.415$   |
| Tarea x Orden                     | $F(2, 53) = 0.957$ | $p \leq 0.390$   |
| Tarea x Grupo                     | $F(1, 53) = 0.089$ | $p \leq 0.767$   |
| Orden x Grupo                     | $F(2, 53) = 0.799$ | $p \leq 0.455$   |
| Tarea x Orden x Grupo             | $F(1, 53) = 0.032$ | $p \leq 0.859$   |
| Potencial                         | $F(1,53) = 5.576$  | $p \leq 0.022^*$ |
| Potencial x Tarea                 | $F(2,53) = 3.746$  | $p \leq 0.030^*$ |
| Potencial x Orden                 | $F(1,53) = 0.008$  | $p \leq 0.927$   |
| Potencial x Grupo                 | $F(2,53) = 0.232$  | $p \leq 0.794$   |
| Potencial x Tarea x Orden         | $F(2,53) = 0.201$  | $p \leq 0.818$   |
| Potencial x Tarea x Grupo         | $F(1,53) = 0.819$  | $p \leq 0.370$   |
| Potencial x Orden x Grupo         | $F(2,53) = 1.366$  | $p \leq 0.264$   |
| Potencial x Tarea x Orden x Grupo | $F(1,53) = 1.252$  | $p \leq 0.268$   |

El efecto de la interacción Potencial x Tarea indica un retraso en la aparición del componente decelerativo del estímulo Estándar, en comparación con el Target, en la tarea 1C, tal y como se observa en la figura 1.18. El análisis de la interacción se recoge en la tabla 1.10.

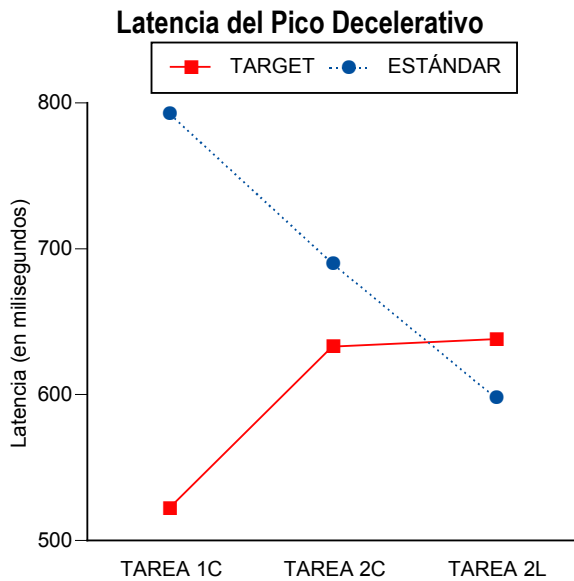


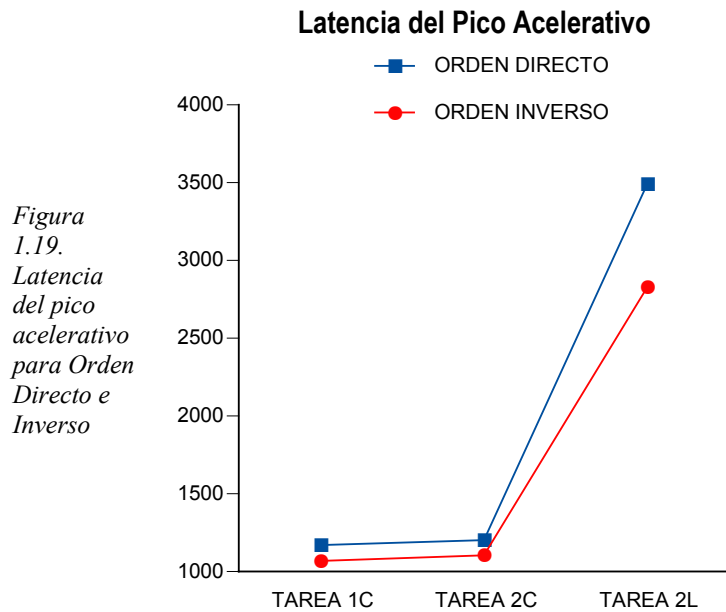
Figura 1.18. Diferencias en la latencia del pico decelerativo para Target y Estándar en cada tarea

Tabla 1.10. Anova para la latencia del pico acelerativo de la tasa cardiaca en Tarea 1C

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>          | <b>P</b>   |
|--------------------------------|-------------------|------------|
| Orden                          | F(1,16) = 0.017   | p ≤ 0.898  |
| Grupo                          | F(1, 16) = 0.303  | p ≤ 0.589  |
| Orden x Grupo                  | F(1, 16) = 1.962  | p ≤ 0.180  |
| Potencial                      | F(1, 16) = 11.622 | p ≤ 0.004* |
| Potencial x Orden              | F(1, 16) = 0.000  | p ≤ 1.000  |
| Potencial x Grupo              | F(1, 16) = 0.850  | p ≤ 0.370  |
| Potencial x Orden x Grupo      | F(1, 16) = 3.137  | p ≤ 0.096  |

Los resultados del Análisis de Varianza 3x2x3x(2) para la latencia del pico acelerativo de la tasa cardiaca se recogen en la tabla 1.11. Se encontraron efectos significativos para los factores Tarea ( $F(2,51)=153.392$  ( $p=0.000$ )), Orden ( $F(1,51)=9.638$  ( $p=0.000$ )) y para la interacción Tarea x Orden ( $F(2,51)=3.935$  ( $p=0.026$ )).

El efecto de la interacción Tarea x Orden indica que la latencia del pico acelerativo ante ambos tipos de estímulos es significativamente superior en la tarea 2L, respecto de las otras dos (véase figura 1.19).



*Figura 1.19. Latencia del pico acelerativo para Orden Directo e Inverso*

### 2.3 Correlaciones entre EEG y Tasa Cardiaca

Una vez analizados los datos referentes al P300 y a los componentes acelerativo y desacelerativo de la tasa cardiaca se procedió al análisis de las correlaciones entre ambos tipos de medidas en relación a los parámetros estudiados. Los resultados obtenidos para cada tarea se presentan en las tablas 1.11, 1.12 y 1.13. Sólo se recogen los índices de correlación que resultaron significativos.

Tabla 1.11. CORRELACIONES ENTRE EEG Y TC PARA LA TAREA 1C

\*correlación significativa al nivel .01  
 \*\* correlación significativa al nivel .05

|        | ***L.T.Fz | L.S.Fz | A.T.Fz   | A.S.Fz | L.T.Cz  | L.S.Cz | A.T.Cz  | A.S.Cz  | L.T.Pz   | L.S.Pz | A.T.Pz  | A.S.Pz | P.D.T. | P.D.S  | L.PDT    | L.PDS | P.A.T.   | P.A.S.  | L.PAT  | L.PAS  |       |
|--------|-----------|--------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|----------|-------|----------|---------|--------|--------|-------|
| L.T.Fz |           |        | -0.499** |        | 0.646** |        | -0.444* |         | 0.643**  |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| L.S.Fz |           |        |          |        |         | 0.509* |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.T.Fz |           |        |          |        | -0.425* |        | 0.870** |         | -0.490*  |        | 0.736*  |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.S.Fz |           |        |          |        |         |        |         | 0.682** |          |        |         |        |        | 0.478* |          |       |          |         |        |        |       |
| L.T.Cz |           |        |          |        |         |        | -0.494* |         | 0.900**  |        | -0.499* |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| L.S.Cz |           |        |          |        |         |        |         |         |          | 0.437* |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.T.Cz |           |        |          |        |         |        |         |         | -0.565** |        | 0.847** |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.S.Cz |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         | 0.449* |        | 0.444* |          |       |          |         |        |        |       |
| L.T.Pz |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        | -0.499* |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| L.S.Pz |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.T.Pz |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| A.S.Pz |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| P.D.T  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        | -0.754** |       |          |         |        |        |       |
| P.D.S  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       | -0.594** | 0.846** |        |        |       |
| L.PDT  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       | -0.573*  |         |        |        |       |
| L.PDS  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          | -0.550* | 0.542* | 0.612* |       |
| P.A.T. |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          | -0.469* |        |        |       |
| P.A.S. |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |
| L.PAT  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        | 0.548 |
| L.PAS  |           |        |          |        |         |        |         |         |          |        |         |        |        |        |          |       |          |         |        |        |       |

\*\*\*Nota: L.T.Fz: Latencia del P300 ante el Target en Fz; L.S.Fz: Latencia del P300 ante el Estándar en Fz; A.T.Fz: Amplitud del P300 ante el Target en Fz; A.S.Fz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Fz; L.T.Cz: Latencia del P300 ante el Target en Cz; L.S.Cz: Latencia del P300 ante el Estándar en Cz; A.T.Cz: Amplitud del P300 ante el Target en Cz; A.S.Cz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Cz; L.T.Pz: Latencia del P300 ante el Target en Pz; L.S.Pz: Latencia del P300 ante el Estándar en Pz; A.T.Pz: Amplitud del P300 ante el Target en Pz; A.S.Pz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Pz; P.D.T: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.D.S: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PDT: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PDS: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; P.A.T: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.A.S: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PAT: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PAS: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar.

Tabla 1.12. CORRELACIONES ENTRE EEG Y TC PARA LA TAREA 2C

\*correlación significativa al nivel .01  
 \*\* correlación significativa al nivel .05

|        | ***L.T.Fz | L.S.Fz | A.T.Fz | A.S.Fz  | L.T.Cz | L.S.Cz | A.T.Cz  | A.S.Cz | L.T.Pz   | L.S.Pz | A.T.Pz  | A.S.Pz  | P.D.T. | P.D.S | L.PDT | L.PDS   | P.AT.   | P.A.S.   | L.PAT   | L.PAS |         |
|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|----------|---------|-------|---------|
| L.T.Fz |           | 0.523* |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| L.S.Fz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| A.T.Fz |           |        |        | 0.623** |        |        | 0.765** |        | -0.601** |        | 0.694** | 0.460*  |        |       |       |         | 0.459*  |          |         |       |         |
| A.S.Fz |           |        |        |         |        |        | 0.455*  | 0.482* | -0.505*  |        |         | 0.543** |        |       |       |         | 0.636** |          |         |       |         |
| L.T.Cz |           |        |        |         |        |        |         |        | 0.749**  |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| L.S.Cz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         | 0.553*   |         |       |         |
| A.T.Cz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        | 0.953** | 0.545** |        |       |       |         |         |          | 0.439*  |       |         |
| A.S.Cz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         | 0.575** |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| L.T.Pz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       | -0.472* |
| L.S.Pz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         | -0.534* |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| A.T.Pz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         | 0.531*  |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| A.S.Pz |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| P.D.T. |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       | -0.663* | 0.733** | 0.517*   |         |       |         |
| P.D.S  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| L.PDT  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         | -0.845** | -0.530* |       |         |
| L.PDS  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          | -0.524* |       |         |
| P.AT.  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         | 0.534*   |         |       |         |
| P.A.S. |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |
| L.PAT  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       | 0.585*  |
| L.PAS  |           |        |        |         |        |        |         |        |          |        |         |         |        |       |       |         |         |          |         |       |         |

\*\*\*Nota: L.T.Fz: Latencia del P300 ante el Target en Fz; L.S.Fz: Latencia del P300 ante el Estándar en Fz; A.T.Fz: Amplitud del P300 ante el Target en Fz; A.S.Fz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Fz; L.T.Cz: Latencia del P300 ante el Target en Cz; L.S.Cz: Latencia del P300 ante el Estándar en Cz; A.T.Cz: Amplitud del P300 ante el Target en Cz; A.S.Cz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Cz; L.T.Pz: Latencia del P300 ante el Target en Pz; L.S.Pz: Latencia del P300 ante el Estándar en Pz; A.T.Pz: Amplitud del P300 ante el Target en Pz; A.S.Pz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Pz; P.D.T: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.D.S: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PDT: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PDS: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; P.A.T: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.A.S: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PAT: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PAS: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar.



Tabla 1.13. CORRELACIONES ENTRE EEG Y TC PARA LA TAREA 2L

\*correlación significativa al nivel .01  
 \*\* correlación significativa al nivel .05

|        | ***L.T.Fz | L.S.Fz | A.T.Fz | A.S.Fz  | L.T.Cz  | L.S.Cz  | A.T.Cz  | A.S.Cz  | L.T.Pz  | L.S.Pz  | A.T.Pz  | A.S.Pz  | P.D.T. | P.D.S   | L.PDT    | L.PDS   | P.AT. | P.A.S.  | L.PAT  | L.PAS  |        |
|--------|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|-------|---------|--------|--------|--------|
| L.T.Fz |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| L.S.Fz |           |        |        |         | 0.563** |         |         |         | 0.514*  |         |         |         |        |         | 0.603**  | 0.807** |       |         |        |        |        |
| A.T.Fz |           |        |        | 0.822** |         |         | 0.910** | 0.773** |         |         | 0.802** | 0.730** |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| A.S.Fz |           |        |        |         |         |         | 0.647** | 0.723** |         |         | 0.459*  | 0.556** |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| L.T.Cz |           |        |        |         |         | 0.644** |         |         | 0.796** | 0.439*  |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| L.S.Cz |           |        |        |         |         |         |         |         | 0.692** | 0.458*  |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| A.T.Cz |           |        |        |         |         |         |         | 0.776** |         |         | 0.924** | 0.822** |        |         |          |         |       | 0.435*  |        |        |        |
| A.S.Cz |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         | 0.593** | 0.776** |        |         |          |         |       | 0.428*  |        |        |        |
| L.T.Pz |           |        |        |         |         |         |         |         |         | 0.545** |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| L.S.Pz |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| A.T.Pz |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         | 0.813** |        |         |          |         |       | 0.449*  |        |        |        |
| A.S.Pz |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       | 0.564** |        |        |        |
| P.D.T. |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        | 0.651** | -0.613** | -0.505* |       |         |        |        |        |
| P.D.S  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          | -0.405* |       |         |        |        |        |
| L.PDT  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          | 0.805** |       |         |        |        |        |
| L.PDS  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         | 0.434* | 0.519* |        |
| P.AT.  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       | 0.745** |        |        |        |
| P.A.S. |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |
| L.PAT  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        | 0.521* |
| L.PAS  |           |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |          |         |       |         |        |        |        |

\*\*\*Nota: L.T.Fz: Latencia del P300 ante el Target en Fz; L.S.Fz: Latencia del P300 ante el Estándar en Fz; A.T.Fz: Amplitud del P300 ante el Target en Fz; A.S.Fz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Fz; L.T.Cz: Latencia del P300 ante el Target en Cz; L.S.Cz: Latencia del P300 ante el Estándar en Cz; A.T.Cz: Amplitud del P300 ante el Target en Cz; A.S.Cz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Cz; L.T.Pz: Latencia del P300 ante el Target en Pz; L.S.Pz: Latencia del P300 ante el Estándar en Pz; A.T.Pz: Amplitud del P300 ante el Target en Pz; A.S.Pz: Amplitud del P300 ante el Estándar en Pz; P.D.T: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.D.S: Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PDT: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PDS: Latencia del Pico Decelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; P.A.T: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; P.A.S: Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar; L.PAT: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Target; L.PAS: Latencia del Pico Acelerativo de la Tasa Cardíaca ante el Estándar.

## 2.4. Resumen de los resultados

Resumiremos los resultados obtenidos en este estudio siguiendo el orden de los objetivos expuestos en el capítulo 5. Las implicaciones teóricas y metodológicas de estos resultados se presentarán en el capítulo final de discusión general.

Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden resumirse del siguiente modo:

La amplitud del componente P300 fue significativamente superior ante el estímulo Target que ante el estímulo Estándar en las tres tareas administradas, independientemente del orden de presentación de las mismas. Además, los valores de amplitud de dicho componente ante el estímulo Target también presentaron diferencias significativas con respecto a la localización del registro. Dichas diferencias se reflejan en un aumento de los valores de amplitud desde localizaciones frontales (Fz) hacia localizaciones parietales (Pz). Este dato es congruente con los existentes en la literatura sobre la distribución topográfica del P300 (p.e. Polich, 1998). El tipo de tarea tuvo una influencia en la amplitud del P300 ante el estímulo Estándar, encontrándose que los valores de amplitud para dicho estímulo en la tarea 2L fueron significativamente superiores a los encontrados en las tareas 1C y 2C. Por otra parte, sólo se encontraron diferencias significativas para la amplitud del P300 ante el estímulo Estándar respecto a las distintas localizaciones del registro en la tarea 2L. Finalmente, el efecto significativo encontrado en el factor Grupo para las diferencias de amplitud del P300 ante el Target y el Estándar podría deberse al hecho de que en los grupos A y B se incluye la tarea 1C. En dicha tarea, los valores de voltaje para la amplitud del P300 ante el Target son superiores a los obtenidos en las otras dos (obsérvese en las figuras 8, 9 y 10, pág. 96, que la gráfica correspondiente al Estándar es prácticamente plana). Sin embargo, la ausencia de efectos significativos en el análisis post hoc para el factor Grupo podría estar relacionado con el tamaño de la muestra.

El orden de presentación de las tareas afectó a la latencia del P300 ante ambos tipos de estímulos. Para las tareas realizadas en primer lugar, se observó una tendencia opuesta en la latencia del P300 emitido ante el Target y el emitido ante el Estándar: en el primer caso, se observa un retraso en la aparición de dicho componente a lo largo de las distintas tareas, mientras que en el caso del Estándar, el tiempo transcurrido entre la

presentación del estímulo y la aparición del P300 fue progresivamente menor de una tarea a otra. Este efecto guarda relación, por un lado, con el tipo de tarea y, por otro, con la carga de procesamiento de los estímulos. En el primer caso, la reducción de la latencia del P300 ante el Estándar a lo largo de las distintas tareas se explica por la ausencia de dicho estímulo en la tarea 1C. En el segundo, el empleo de intervalos de separación entre estímulos más amplios (6 segundos) podría facilitar temporalmente el procesamiento de dicho estímulo en comparación con la tarea 2C, en la que se empleó un ITI de 3 segundos. En el caso del Target, las diferencias paramétricas entre las distintas tareas tendrían el efecto contrario, dificultando su procesamiento debido a procesos de competición con el Estándar. El empleo de ITIs más largos también podría explicar que las diferencias encontradas en latencia para los dos estímulos fueran significativamente diferentes entre las distintas localizaciones del registro en la tarea 2L. Por último, no se encontró ningún efecto significativo en latencia para ningún factor ni sus interacciones cuando las tareas fueron realizadas en segundo lugar.

El factor de Grupo también tuvo efectos moduladores sobre los resultados de latencia. Se encontró que las diferencias halladas en este parámetro entre ambos estímulos fueron significativas entre los grupos A(2C/1C) y B(2L/1C). Además, dentro del grupo B, también se observó un efecto de reducción del tiempo de latencia progresivo desde Fz hasta Pz.

Los resultados de TC no mostraron ningún efecto de orden ni de grupo para el componente decelerativo. Los resultados mostraron una mayor amplitud de dicho componente ante el Target que ante el Estándar. En el caso del componente acelerativo de la TC, las diferencias de amplitud fueron completamente visibles para la tarea 2L, mientras que en el caso de las tareas 1C y 2C, dicho componente no llegó a desarrollarse del todo, aunque se puede observar una tendencia acelerativa (véanse las figuras 26, 27 y 28, pág. 104). En cuanto a la latencia del componente decelerativo, la tendencia para ambos tipos de estímulos fue la misma que la descrita anteriormente para la latencia del P300: se redujo el tiempo para la aparición de la respuesta decelerativa en el caso del estándar y se aumentó en el caso del Target. El componente acelerativo mostró un patrón de cambios en latencia determinado fundamentalmente, por la presencia de la tarea 2L. Así, las diferencias en los valores de latencia para ambos estímulos en la tarea 2L fueron significativamente superiores a los obtenidos en las

tareas 1C y 2C. Del mismo modo, esto fue válido independientemente del orden de presentación de las mismas.

El análisis de las correlaciones entre los distintos parámetros para el P300 y para los componentes de respuesta de la TC mostró que: a) Las correlaciones fueron, en general, más fuertes para los parámetros pertenecientes a un mismo tipo de medida, es decir, los parámetros referentes al P300 correlacionaron entre sí más que con respecto a los de la TC; b) En la tarea 1C, se observaron correlaciones entre los parámetros de amplitud del P300 ante el estándar en las localizaciones Fz y Cz y el Pico Decelerativo de la TC; c) En las tareas 2C y 2L los parámetros (amplitud y latencia) del P300 correlacionan más fuertemente con el Pico Acelerativo de la TC.



## **CAPÍTULO SÉPTIMO**

### **Segundo Estudio:**

### **Respuestas defensivas ante estímulos auditivos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.**

#### **1. METODOLOGÍA**

##### **1.1.Participantes**

En este estudio participaron 24 estudiantes -12 mujeres- pertenecientes a un curso introductorio de Psicología de la Universidad de Florida (USA). Ninguno de los participantes se encontraba bajo tratamiento farmacológico y/o psicológico ni presentaba problemas auditivos y/o cardiovasculares.

##### **1.2. Diseño**

Se utilizó un diseño factorial mixto Orden x Estímulo x Ensayo -  $2 \times (2 \times 3)$  - con una variable manipulada entre grupos -Orden- y dos variables manipuladas intrasujetos - Estímulo y Ensayos. La variable Orden se manipuló a dos niveles: ruido blanco en el primer bloque de ensayos seguido del grito humano en el segundo bloque, y el orden inverso, dando lugar a dos órdenes de presentación de los estímulos. Los participantes del estudio fueron distribuidos aleatoriamente a dichos órdenes. La variable Estímulo se manipuló a dos niveles: ruido blanco y grito humano. Por último, la variable Ensayo presentaba tres niveles: tres ensayos en cada bloque.

### **1.3. Tarea Experimental**

La prueba psicofisiológica utilizada para provocar el Reflejo Motor de Sobresalto y la Respuesta Cardíaca de defensa consistía en presentar bien un ruido blanco, bien un grito humano a 95 dB de intensidad, tiempo de subida instantáneo y con una duración de 2 segundos. Los estímulos auditivos se presentaban en tres ocasiones de acuerdo con la siguiente secuencia: a) 10 minutos de periodo de adaptación, b) una línea de base de 15 segundos antes de cada presentación, c) tres presentaciones del ruido blanco/grito humano –orden contrabalanceado entre sujetos-, d) un segundo periodo de adaptación de 10 minutos, e) línea de base de 15 segundos antes de cada presentación y f) tres presentaciones del ruido blanco/grito humano -orden contrabalanceado.

### **1.4. Aparatos e Instrumentos**

Un ordenador PC Pentium corría el programa VPM 11.2 (Cook, 1997), diseñado para la adquisición de señales psicofisiológicas, reducción de datos y control de la presentación de estímulos.

Para el registro del EKG se utilizó un bioamplificador Coulbourn (Coulbourn Instruments, Allentown, PA), modelo S75-01. Para captar la señal se utilizaron dos electrodos Beckman de tamaño estándar colocados sobre las muñecas izquierda y derecha (derivación I), mediante discos adhesivos de doble cara. Se aplicó una tasa de muestreo de 1000 Hz y un filtro de paso de banda de 8-40 Hz. Un módulo comparador bipolar, modelo S21-06, permitía obtener el período cardíaco -intervalo R-R- mediante el registro digital de la ocurrencia de la onda R del EKG.

Los parpadeos ante los sonidos se registraron mediante dos electrodos Beckman de miniatura, colocados sobre el músculo orbicular del ojo izquierdo, siguiendo las recomendaciones de Fridlund y Cacioppo (1986). El registro de la actividad electromiográfica del músculo orbicular nos permitió medir el componente de parpadeo del Reflejo de Sobresalto. La señal directa del EMG se amplificó por un factor de (x 5.000), aunque sólo un 40 % de la señal amplificada fue utilizado finalmente. A dicha

señal se le aplicó un filtro de paso de banda de 8-1000 Hz, utilizando un bioamplificador Coulbourn, modelo S75-01. La señal directa del EMG era posteriormente rectificadora e integrada utilizando un integrador Coulbourn S76-01. La señal de la actividad del músculo orbicular se muestreó a una tasa de 20 Hz durante la mayor parte del registro. Dicha tasa de muestreo se incrementó a 1000 Hz 50 ms antes de la presentación de los sonidos y se mantenía hasta 500 ms después.

Para el registro de la conductancia eléctrica de la piel se colocaron dos electrodos Beckman de tamaño estándar sobre la prominencia hipotenar de la mano derecha. La pasta que se utilizó para estos sensores era una pasta unibase de 0.05-m de NaCl. Un módulo Coulbourn S71-22 muestreaba la señal a una tasa de 20 Hz. La actividad electrodérmica, expresada en unidades A/D, fue posteriormente transformada a valores de conductancia en  $\mu$ Siemens.

El registro de la señal del EEG se realizó de manera simultánea en 129 canales, utilizando un sistema electroencefalográfico de alta densidad de la casa Electrical Geodesics<sup>TM</sup> (Electrical Geodesics Inc., Eugene, Oregon). La señal se digitalizó a una tasa de 250 Hz, utilizando Cz como electrodo de referencia. La impedancia para cada uno de los canales se mantuvo por debajo de 50 Kohmios. Todos los canales fueron preprocesados “online” mediante un filtrado de banda de 0.1-100 Hz.

El ruido blanco se generó utilizando un generador de estímulos auditivos Coulbourn S81-02 que se presentó binauralmente a través de auriculares Stereophonics

Un tercer ordenador PC Pentium controlaba la presentación del grito humano a través del programa Presentation (Neurobehavioral Systems, 2003, San Francisco, CA).

## **1.5. Variables Dependientes**

### *1. Respuesta Cardíaca de Defensa*

La tasa cardíaca segundo a segundo durante los 80 segundos posteriores a la presentación de los estímulos auditivos se obtuvo a partir de los datos digitalizados del



periodo cardiaco medido con precisión de milisegundo. Estas puntuaciones se expresan en términos de puntuaciones diferenciales, respecto al valor promedio de los 15 segundos anteriores a su presentación (línea de base). De cara a facilitar el análisis, los 80 valores de tasa cardiaca se redujeron a 10 valores (Fernández, 1987; Vila y Fernández, 1989b), correspondientes a las medianas de los 10 intervalos que siguen:

- dos intervalos de 3 segundos (segundos 1-3 y 4-6).
- dos intervalos de 5 segundos (segundos 7-11 y 12-16).
- tres intervalos de 7 segundos (segundos 17-23, 24-30 y 31-37).
- tres intervalos de 13 segundos (segundos 38-50, 51-63 y 64-76).

Los análisis estadísticos que se presentan en la sección de resultados de este estudio se realizan sobre las medianas.

### *2. Reflejo Motor de Sobresalto*

La respuesta de sobresalto se definió como la amplitud de la respuesta electromiográfica del músculo orbicular del ojo izquierdo, iniciada dentro de los 50 ms posteriores al inicio del estímulo. Los datos de la respuesta de parpadeo se obtuvieron mediante un programa que utiliza el algoritmo desarrollado por Globisch, Hamm, Schneider, and Vaitl (1993), para establecer la magnitud del parpadeo expresada en unidades analógico-digitales. Dichas puntuaciones se transformaron posteriormente a puntuaciones t, con el objeto de controlar la variabilidad interindividual en la magnitud de la respuesta de sobresalto. A efectos de los análisis estadísticos, en los ensayos en los que no se detectó ninguna respuesta se asignó un valor de amplitud igual a cero.

### *3. Conductancia Eléctrica*

Los datos de conductancia eléctrica de la piel fueron expresados en  $\mu$ Siemens, medio segundo a medio segundo durante los 10 primeros segundos desde el inicio de la presentación de los sonidos. Estas puntuaciones se expresaron finalmente como puntuaciones diferenciales respecto al valor medio en conductancia durante el segundo inmediatamente anterior a la presentación de los estímulos (línea de base).

#### 4. Cambios en la actividad Alfa

Para el análisis de los cambios en la actividad tipo Alfa se utilizó el programa BESA 5.1 (Megis Software GmbH, 2003, Graefelfing, Alemania). En un primer momento, la señal del electroencefalograma se transformó utilizando una referencia promedio. Para la detección y posterior corrección de artefactos debidos a movimientos oculares y a interferencias debidas a la emisión de parpadeos, se siguió el siguiente procedimiento: en un primer momento, se generaron archivos de promedio para cada tipo de movimiento ocular (horizontal, vertical y parpadeo). El intervalo de tiempo promediado para cada tipo de artefacto ocular se ajustó a las características particulares de cada uno de ellos:

- a) 100 ms antes del parpadeo y 200 ms después del inicio del mismo.
- b) 100 ms antes de un movimiento horizontal y 400 ms después del inicio.
- c) Mismo intervalo que el anterior para los movimientos oculares verticales.

Una vez promediados, se generaron coeficientes de corrección para cada uno de los artefactos detectados en el registro y una vez comprobada la ejecución de dichos coeficientes en la corrección de los datos promediados se procedió a la substracción de dicha señal del registro. La señal -ya corregida- se filtró utilizando un filtro de paso alto a 4 Hz (6dB/octava) y un filtro de paso bajo a 70 Hz (12dB/octava).

Posteriormente se aplicó una Transformación Rápida de Fourier a los siguientes intervalos para cada ensayo:

- 5 segundos inmediatamente anteriores a la presentación de los sonidos.
- 5 segundos posteriores al inicio de los estímulos.

A efectos del análisis estadístico, se calcularon los valores de potencia de Alfa (8-14 Hz) expresados en  $\mu\text{Voltios}^2$ . Los datos obtenidos se normalizaron mediante una

transformación logarítmica  $-\text{Log}(\mu\text{Voltios}^2)$  para las siguientes localizaciones parieto-occipitales: E60, E62, E71, E73, E76, E84 y E86.

### 1.6. Procedimiento

Todos los participantes recibieron información sobre el experimento en el mismo laboratorio. La información que se proporcionaba en una hoja de consentimiento informado indicaba: 1) el propósito de la investigación; 2) en qué consistiría el experimento; 3) el tiempo requerido para todo el proceso; 4) riesgos y beneficios que se podían derivar de su participación en el estudio; 5) de qué forma se le compensaría dicha participación; 6) el carácter confidencial de los datos recogidos; 7) la naturaleza voluntaria de su participación en el estudio; 8) información de contacto en caso de que tuviera ulteriores preguntas sobre el procedimiento o sobre sus derechos en tanto que participante en la investigación.

La sesión de laboratorio podemos dividirla en 3 fases:

1) *Fase pre-experimental*. En esta fase se le suministraba al participante la hoja de consentimiento informado. Una vez firmado, se le trasladaba a la sala donde tenía lugar la sesión y se rellenaba la ficha personal.

Inmediatamente después, el experimentador procedía a colocar los diferentes sensores previamente preparados con los discos adhesivos y el gel electrolítico correspondiente. En primer lugar se colocaban los electrodos para el registro del EMG del músculo orbicular del ojo izquierdo. La zona donde se emplazaban estos sensores se limpiaba cuidadosamente con un pañuelo de papel e impregnándola con un poco de gel electrolítico. Posteriormente se colocaban los electrodos de miniatura siguiendo el procedimiento descrito por Lang, Bradley y Cuthbert (1990). A continuación se procedía a colocar los sensores para el registro del electrocardiograma. En primer lugar, se limpiaba la piel con un pañuelo de papel humedecido en alcohol. La colocación de los electrodos fue como sigue: el primer electrodo -el de tierra-, colocado en la superficie ventral del antebrazo derecho; el segundo, el polo positivo, sobre la superficie ventral de la muñeca derecha y el tercero, sobre la superficie ventral de la muñeca

izquierda. Una vez emplazados los sensores del electrocardiograma, se continuaba con la colocación de los electrodos para el registro de la conductancia eléctrica de la piel sobre la superficie de la prominencia hipotenar de la mano derecha. Finalmente, se procedía a la colocación de la red geodésica de 128 canales para el registro de la actividad electroencefalográfica.

Una vez colocados todos los sensores, el experimentador comprobaba que la impedancia de los electrodos del EMG estaba por debajo de 40 Kohmios, que la impedancia de los electrodos del EEG permanecía por debajo de 50 Kohmios así como de que el registro del resto de señales era correcto.

El siguiente paso consistía en explicar detalladamente al participante en qué consistiría la tarea. Una vez el experimentador se había asegurado de que las instrucciones se habían comprendido correctamente, procedía a colocarle los auriculares, reducía la iluminación de la habitación del participante a un nivel de penumbra establecido previamente y cerraba la puerta dando comienzo a la siguiente fase.

2) *Fase experimental*. En esta fase, cada participante realizaba la prueba psicofisiológica siguiendo la secuencia descrita anteriormente. Durante esta fase, el experimentador permanecía en la habitación contigua controlando el correcto funcionamiento de los aparatos. Dicha habitación estaba comunicada audiovisualmente con la del sujeto mediante una cámara de vídeo y un intercomunicador.

3) *Fase post-experimental*. Una vez finalizada la sesión, se retiraban los auriculares y los electrodos. A continuación se le daba una breve explicación sobre cada una de las variables registradas así como de los objetivos del estudio, se le agradecía su participación y se le pedía que no comentara a sus compañeros nada relativo al experimento.

## 1.7. Análisis

### 1. Respuesta Cardíaca de Defensa

El análisis de la Respuesta Cardíaca de Defensa se realizó reduciendo los 80 valores de la tasa cardíaca segundo a segundo a 10 valores, tal como se indica en el apartado 1.5.

El análisis consistió en un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3 \times 10)$ , con un factor entre grupos –Orden, con dos niveles (Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos y Grito Humano durante el primer bloque de ensayos), y tres factores de medidas repetidas: a) Estímulo, con dos niveles (Ruido Blanco y Grito Humano); b) Ensayos, con tres niveles (los tres ensayos) y c) Medianas, con diez niveles (las diez medianas).

### 2. Reflejo Motor de Sobresalto

El análisis estadístico consistió en un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3)$ , con un factor entre grupos (Orden) y dos factores de medidas repetidas (Estímulo y Ensayos).

### 3. Conductancia Eléctrica de la piel

Se realizó un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3 \times 20)$  con un factor entre grupos (Orden), y tres factores de medidas repetidas: Estímulo, Ensayo y Tiempo (cada una de las puntuaciones medias de conductancia cada medio segundo).

### 4. Actividad Alfa

Se procedió a un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 2 \times 3)$ , con un factor entre grupos (Orden), y tres factores de medidas repetidas: a) Línea de base vs. respuesta al sonido; b) Estímulo y c) Ensayo.

## 2. RESULTADOS

### 2.1. Respuesta Cardíaca de Defensa

Los resultados del Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3 \times 10)$  se presentan en la tabla 2.1. Como puede verse, se encontraron efectos significativos del factor Medianas ( $F(9,189)=5.7583$  ( $p=0.002$ )), así como de las interacciones Ensayo x Medianas ( $F(18,378)=6.791$  ( $p=0.000$ )) y Estímulo x Medianas x Orden ( $F(9,189) = 2.854$  ( $p=0.018$ )). Los efectos principales Orden, Estímulo y Ensayo, así como el resto de interacciones no resultaron significativos.

El efecto significativo del factor Medianas indica que existe un patrón específico de cambios en la tasa cardíaca. Como puede observarse gráficamente en la figura 2.1, este patrón tiene dos componentes acelerativos y dos decelerativos que se suceden en orden secuencial alterno. Además, dicho patrón de reactividad cardíaca fue prácticamente idéntico tanto para el Ruido Blanco como para el Grito Humano, tal y como se observa en la figura 2.2. La interacción significativa Ensayo x Medianas indica el cambio en la forma de la respuesta a través de los diferentes ensayos, como puede apreciarse en la figura 2.3, donde se representa la respuesta ante ambos estímulos en los tres ensayos. De forma detallada, la tasa cardíaca es mayor en el primer ensayo, observándose que la habituación es progresiva para la primera aceleración, mientras que el segundo componente acelerativo desaparece totalmente en el segundo ensayo. Finalmente, la triple interacción Estímulo x Medianas x Orden indica que existen diferencias entre ambos estímulos en algún momento temporal del patrón de respuesta cardíaco y que dichas diferencias se dan en función del orden de presentación de dichos estímulos, tal y como se aprecia en las figuras 2.5 y 2.6.

Tabla 2.1. Anova Orden x ( Estímulo x Ensayo x Medianas) para la variable Tasa Cardiaca

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>       | <b>F</b>          | <b>P</b>   |
|--------------------------------------|-------------------|------------|
| Orden                                | F(1,20) = 2.910   | p ≤ 0.150  |
| Estímulo                             | F(1,20) = 1.634   | p ≤ 0.216  |
| Estímulo x Orden                     | F(1,20) = 0.089   | p ≤ 0.769  |
| Ensayo                               | F(2,40) = 0.459   | p ≤ 0.560  |
| Ensayo x Orden                       | F(2,40) = 2.507   | p ≤ 0.117  |
| Medianas                             | F(9,180) = 6.079  | p ≤ 0.001* |
| Medianas x Orden                     | F(9,180) = 0.615  | p ≤ 0.586  |
| Estímulo x Ensayo                    | F(2,40) = 1.624   | p ≤ 0.209  |
| Estímulo x Ensayo x Orden            | F(2,40) = 1.076   | p ≤ 0.350  |
| Estímulo x Medianas                  | F(9,180) = 1.826  | p ≤ 0.117  |
| Estímulo x Medianas x Orden          | F(9,180) = 3.071  | p ≤ 0.013* |
| Ensayo x Medianas                    | F(18,360) = 6.707 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo x Medianas x Orden            | F(18,360) = 0.318 | p ≤ 0.902  |
| Estímulo x Ensayo x Medianas         | F(18,360) = 1.145 | p ≤ 0.341  |
| Estímulo x Ensayo x Medianas x Orden | F(18,360) = 1.383 | p ≤ 0.234  |

### Patrón de la Respuesta Cardiaca de Defensa

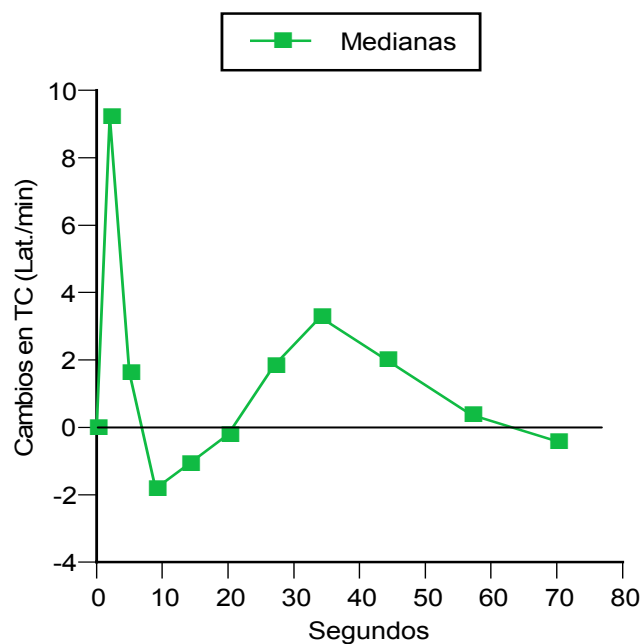


Figura 2.1. Patrón de la RCD para todos los dos órdenes, donde se observa la presencia de los cuatro componentes

**Patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa x Estímulo**

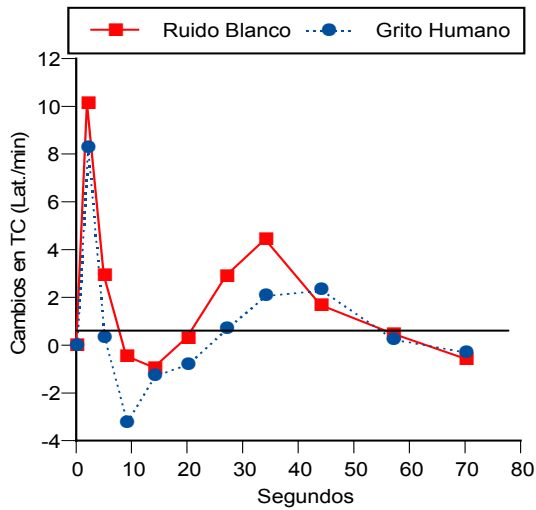


Figura 2.2. Patrón de la RCD para el Ruido Blanco y el Grito Humano.

El análisis de la interacción Ensayo x Medianas indica que existe habituación del primer componente decelerativo y del segundo componente acelerativo de la respuesta. Se encontraron efectos diferenciales del factor Ensayo sobre las medianas 4 y 7, como puede observarse en la tabla 2.2. La mediana 4 corresponde a la primera deceleración y la mediana 7 a la segunda aceleración cardíaca.

**Habitación**



Tabla 2.2 Análisis de la interacción (Ensayo x Medianas) en cada mediana

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>        | <b>P</b>   |
|--------------------------------|-----------------|------------|
| Ensayo en M1                   | F(2,42) = 2.022 | p ≤ 0.163  |
| Ensayo en M2                   | F(2,42) = 1.601 | p ≤ 0.218  |
| Ensayo en M3                   | F(2,42) = 0.590 | p ≤ 0.535  |
| Ensayo en M4                   | F(2,42) = 6.941 | p ≤ 0.004* |
| Ensayo en M5                   | F(2,42) = 0.452 | p ≤ 0.574  |
| Ensayo en M6                   | F(2,42) = 3.843 | p ≤ 0.052  |
| Ensayo en M7                   | F(2,42) = 6.746 | p ≤ 0.009* |
| Ensayo en M8                   | F(2,42) = 2.453 | p ≤ 0.120  |
| Ensayo en M9                   | F(2,42) = 0.049 | p ≤ 0.908  |
| Ensayo en M10                  | F(2,42) = 2.754 | p ≤ 0.085  |

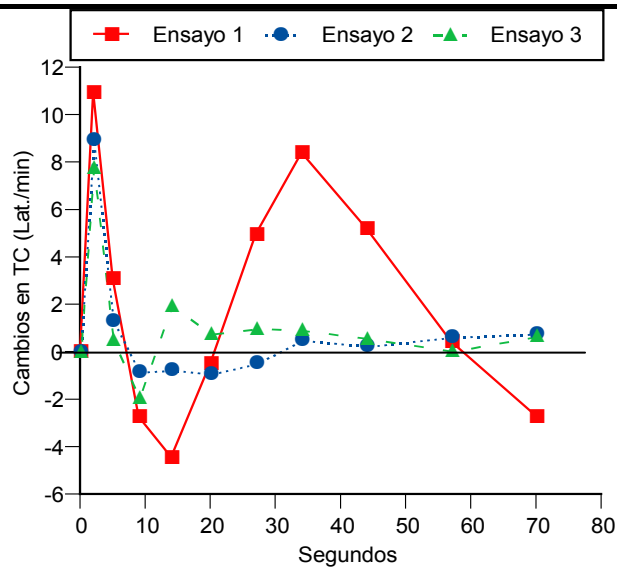


Figura 2.3. Habitación de la RCD para los tres ensayos

En la tabla 2.3 se presentan las diferencias entre los distintos ensayos para las medianas que han resultado significativas (comparaciones a posteriori a través del test de Tukey).

Tabla 2.3. Test de Tukey aplicado sobre el análisis de la interacción(Ensayo x Medianas)

|    | M4    |        | M7     |        |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | E2    | E3     | E2     | E3     |
| E1 | 0.471 | 0.002* | 0.000* | 0.000* |
| E2 |       | 0.995  |        | 1.000  |

El análisis reveló diferencias significativas para la mediana 4 entre los ensayos 1 y 3, mientras que para la mediana 7, las diferencias se produjeron entre los ensayos 1 y 2 y entre los ensayos 1 y 3.

El análisis de la interacción Estímulos x Medianas x Orden muestra los efectos diferenciales del factor Estímulo sobre las medianas en función del Orden. En el caso de los participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos la primera deceleración es mayor en el caso del Grito Humano, mientras que el segundo componente acelerativo del patrón es mayor en el caso del Ruido Blanco. Se encontraron efectos diferenciales del factor Estímulos para el Orden 1 en las medianas 1, 2 y 3, tal y como se recoge en la tabla 2.4.

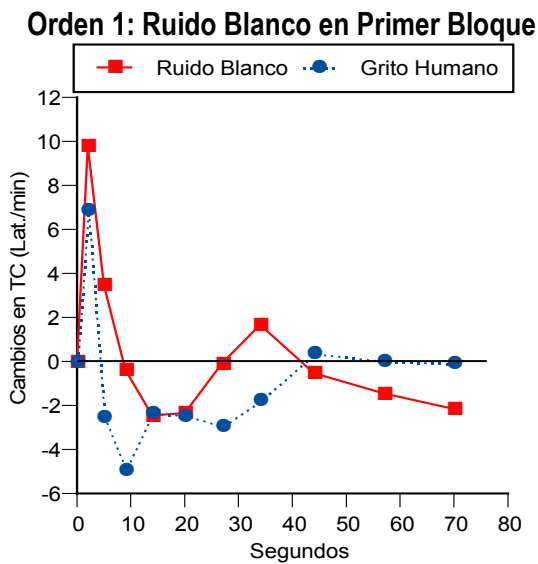


Figura 2.5. RCD para Ruido Blanco y Grito Humano cuando el Ruido Blanco se presenta durante el primer bloque de ensayos.

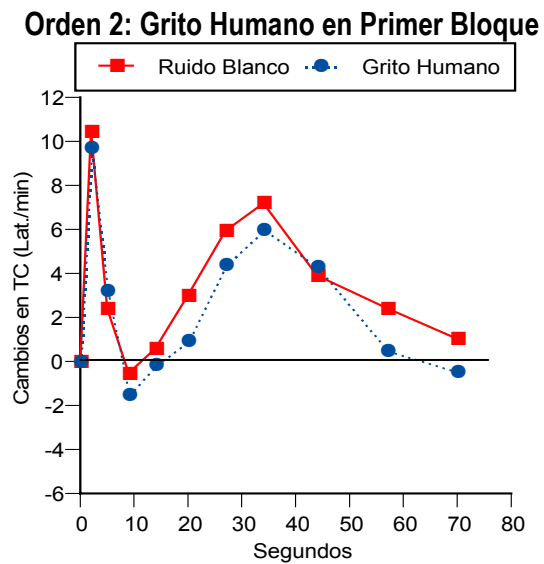


Figura 2.6. RCD para Ruido Blanco y Grito Humano cuando el Grito Humano se presenta durante el primer bloque de ensayos.

Tabla 2.4 Análisis de la interacción (Estímulo x Medianas) en cada mediana para Orden 1

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|--------------------------------|----------|----------|
|--------------------------------|----------|----------|

|                        |                 |           |
|------------------------|-----------------|-----------|
| <b>Estímulo en M1</b>  | F(1,10) = 6.426 | p≤ 0.030* |
| <b>Estímulo en M2</b>  | F(1,10) = 7.699 | p≤ 0.020* |
| <b>Estímulo en M3</b>  | F(1,10) = 6.319 | p≤ 0.031* |
| <b>Estímulo en M4</b>  | F(1,10) = 0.033 | p≤ 0.995  |
| <b>Estímulo en M5</b>  | F(1,10) = 0.007 | p≤ 0.933  |
| <b>Estímulo en M6</b>  | F(1,10) = 4.682 | p≤ 0.056  |
| <b>Estímulo en M7</b>  | F(1,10) = 4.113 | p≤ 0.070  |
| <b>Estímulo en M8</b>  | F(1,10) = 0.247 | p≤ 0.630  |
| <b>Estímulo en M9</b>  | F(1,10) = 0.918 | p≤ 0.361  |
| <b>Estímulo en M10</b> | F(1,10) = 1.868 | p≤ 0.202  |

La mediana 1 representa el primer componente acelerativo del patrón, mientras que las medianas 2 y 3 dan cuenta de la primera deceleración. A pesar de la ausencia de significatividad, cabe mencionar también el efecto marginal que se produce en las medianas 6 y 7, que comprenden al segundo componente acelerativo.

Las diferencias observadas entre ambos estímulos no se repitieron para los sujetos que recibieron el Grito Humano en el primer bloque. Más aún, tal y como se observa en la figura 2.6, existe una recuperación de la Respuesta Cardíaca de Defensa asociada al Ruido Blanco.

## 2.2. Reflejo Motor de Sobresalto

Para el análisis del Reflejo Motor de Sobresalto se aplicó un Análisis de Varianza 2x(2x3), con un factor entre grupos -Orden- y dos factores de medidas repetidas (los dos estímulos y los tres ensayos). Los resultados de este análisis se exponen en la tabla 2.5. Como puede observarse, sólo se obtuvieron efectos significativos del factor principal Estímulo (F(1,21)=13.252 (p=0.001)). El resto de efectos principales, así como sus interacciones, no resultaron significativos.

Tabla 2.5. Anova 2x(2x3) para la amplitud del EMG

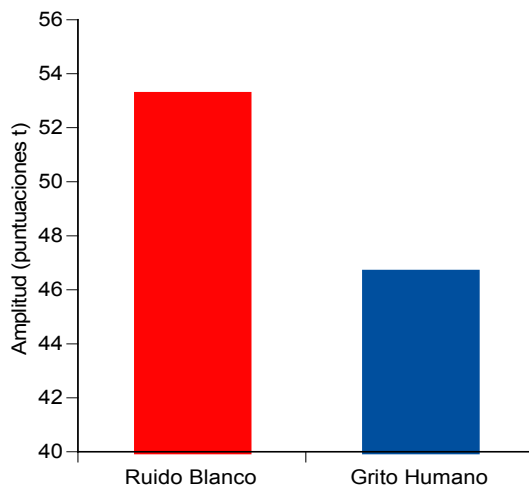
| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>         | <b>P</b>  |
|--------------------------------|------------------|-----------|
| Orden                          | F(1,21) = 0.947  | p≤ 0.476  |
| Estímulo                       | F(1,21) = 13.252 | p≤ 0.001* |
| Estímulo x Orden               | F(1,21) = 0.890  | p≤ 0.335  |
| Ensayo                         | F(2,42) = 0.936  | p≤ 0.398  |
| Ensayo x Orden                 | F(2,42) = 0.158  | p≤ 0.159  |
| Estímulo x Ensayo              | F(2,42) = 1.691  | p≤ 0.197  |

Estímulo x Ensayo x Orden

$F(2,42) = 0.501$

$p \leq 0.605$

En la figura 2.7 puede verse una representación gráfica de las diferencias encontradas entre en la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto ante el Ruido Blanco y el Grito humano. Como se observa claramente en la gráfica, la respuesta de parpadeo emitida ante la presentación del Ruido Blanco es mucho mayor que la que se produce en presencia del Grito Humano.



*Figura 2.7. Amplitud de la respuesta de parpadeo ante el Ruido Blanco y el Grito Humano*

### 2.3. Conductancia Eléctrica

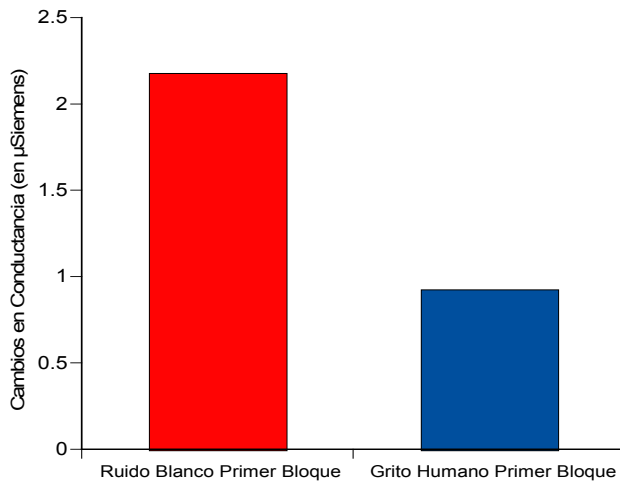
El análisis estadístico de los valores de conductancia dérmica consistió en un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3 \times 20)$ . Los resultados de dicho análisis se presentan en la tabla 2.6. Se encontraron efectos significativos para los factores Orden ( $F(1,19)=7.550$  ( $p=0.013$ )) y Tiempo ( $F(19,361)=37.324$  ( $p=0.000$ )), así como para las interacciones Tiempo x Orden ( $F(19,361)=6.394$  ( $p=0.006$ )) y Tiempo x Ensayo ( $F(38,722)=10.688$  ( $p=0.000$ )). El resto de factores y de interacciones no resultaron ser significativos.

El efecto significativo del factor Orden indica que los que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos presentan una respuesta de conductancia dérmica mayor que los que recibieron el Grito Humano en el primer bloque. La representación gráfica del efecto del orden sobre los valores de conductancia puede

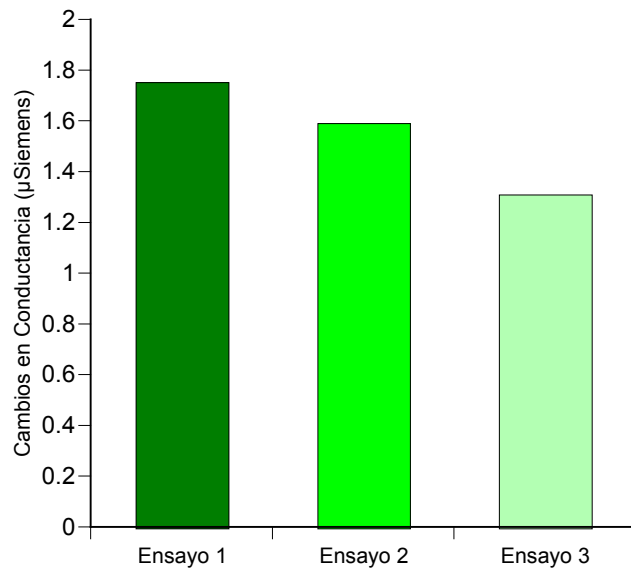
verse en la figura 2.7. El efecto significativo del factor Tiempo refleja la forma de la respuesta de la conductancia después de la presentación de los sonidos: aumento progresivo de la conductancia a partir del segundo 2 hasta alcanzar un punto máximo en torno al segundo 4, seguido de una tendencia a la recuperación. El efecto marginal del factor Ensayo ( $F(2,38)=3.547$  ( $p=0.051$ )), sugiere una disminución progresiva de la respuesta de conductancia a través de los distintos ensayos. La representación gráfica del factor Ensayo puede verse en la figura 2.8. La interacción Tiempo x Orden muestra de manera más matizada el efecto significativo encontrado para el factor orden, observándose que la respuesta de conductancia se hace mayor para los que recibieron el Ruido Blanco en el primer bloque a partir del segundo 2 (véase la figura 2.9). Finalmente, la interacción Tiempo x Ensayo indica la presencia de un patrón de habituación para la conductancia, con una disminución progresiva de la respuesta del ensayo 1 al ensayo 3. Esta interacción está representada en la figura 2.10.

Tabla 2.6. Anova  $2x(2x3x20)$  para la Conductancia Eléctrica

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>     | <b>F</b>             | <b>P</b>         |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| Orden                              | $F(1,19) = 7.550$    | $p \leq 0.013^*$ |
| Estímulo                           | $F(1,19) = 0.829$    | $p \leq 0.373$   |
| Estímulo x Orden                   | $F(1,19) = 0.081$    | $p \leq 0.778$   |
| Ensayo                             | $F(2,38) = 3.547$    | $p \leq 0.051$   |
| Ensayo x Orden                     | $F(2,38) = 1.028$    | $p \leq 0.353$   |
| Tiempo                             | $F(19,361) = 37.324$ | $p \leq 0.000^*$ |
| Tiempo x Orden                     | $F(19,361) = 6.394$  | $p \leq 0.006^*$ |
| Estímulo x Ensayo                  | $F(2,38) = 0.260$    | $p \leq 0.690$   |
| Estímulo x Ensayo x Orden          | $F(2,38) = 1.760$    | $p \leq 0.196$   |
| Estímulo x Tiempo                  | $F(19,361) = 0.424$  | $p \leq 0.598$   |
| Estímulo x Tiempo x Orden          | $F(19,361) = 0.576$  | $p \leq 0.518$   |
| Ensayo x Tiempo                    | $F(38,722) = 10.688$ | $p \leq 0.000^*$ |
| Ensayo x Tiempo x Orden            | $F(38,722) = 1.490$  | $p \leq 0.230$   |
| Estímulo x Ensayo x Tiempo         | $F(38,722) = 1.617$  | $p \leq 0.202$   |
| Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden | $F(38,722) = 0.827$  | $p \leq 0.469$   |



*Figura 2.8  
Cambios en  
conductancia  
en función del  
orden de  
presentación  
de los estímulos*



*Figura 2.8. Disminución  
progresiva de los niveles  
de Conductancia para  
los distintos ensayos.*

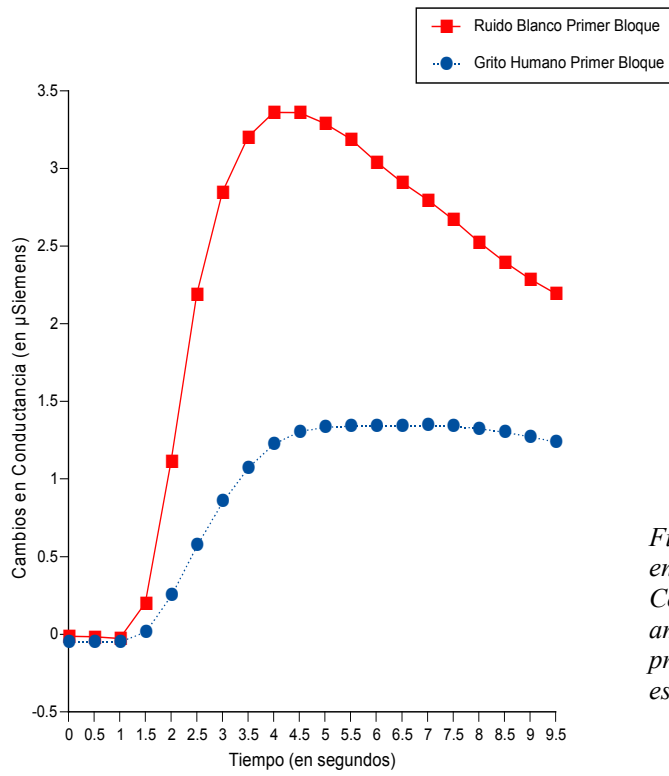


Figura 2.9. Diferencias en la respuesta de Conductancia entre ambos órdenes de presentación de los estímulos.

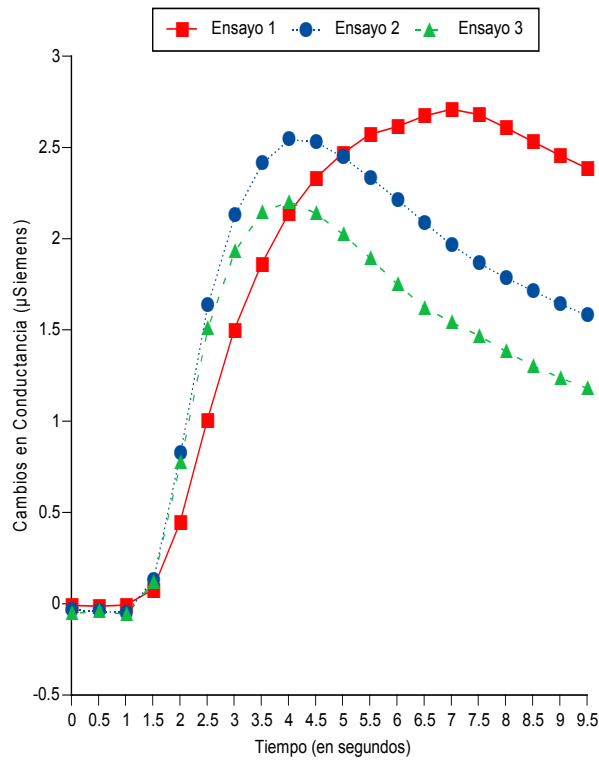


Figura 2.10. Patrón de habituación de la respuesta de Conductancia

## 2.4. EEG

Los resultados del Análisis de Varianza del EEG se recogen en la tabla 2.7. Se encontraron efectos significativos para el factor Línea de base vs. Respuesta al sonido ( $F(1,16)=5.225$  ( $p=0.036$ )). El resto de factores, así como sus respectivas interacciones, no resultaron significativos.

El efecto significativo encontrado en los niveles de Alfa respecto a la Línea de base y a la presentación de los sonidos indica un decremento significativo de dichos niveles cuando los sujetos recibieron los estímulos, tal y como se representa en la figura 2.11.



Tabla 2.7. Anova 2x(2x2x3) para Actividad Alfa

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>      | <b>F</b>        | <b>P</b>  |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|
| Orden                               | F(1,16) = 0.198 | p≤ 0.662  |
| LBvsRES                             | F(1,16) = 5.225 | p≤ 0.036* |
| LBvsRES x Orden                     | F(1,16) = 0.433 | p≤ 0.519  |
| Estímulo                            | F(1,16) = 0.316 | p≤ 0.581  |
| Estímulo x Orden                    | F(1,16) = 0.005 | p≤ 0.939  |
| Ensayo                              | F(2,32) = 2.268 | p≤ 0.132  |
| Ensayo x Orden                      | F(2,32) = 2.582 | p≤ 0.104  |
| LBvsRES x Estímulo                  | F(1,16) = 0.028 | p≤ 0.867  |
| LBvsRES x Estímulo x Orden          | F(1,16) = 0.051 | p≤ 0.823  |
| LBvsRES x Ensayo                    | F(2,32) = 1.261 | p≤ 0.296  |
| LBvsRES x Ensayo x Orden            | F(2,32) = 0.594 | p≤ 0.547  |
| Estímulo x Ensayo                   | F(2,32) = 0.099 | p≤ 0.786  |
| Estímulo x Ensayo x Orden           | F(2,32) = 1.749 | p≤ 0.203  |
| LBvsRES x Estímulo x Ensayo         | F(2,32) = 0.089 | p≤ 0.835  |
| LBvsRES x Estímulo x Ensayo x Orden | F(2,32) = 1.743 | p≤ 0.202  |

**Potencia de Alfa: Línea de Base vs. Estimulo On**

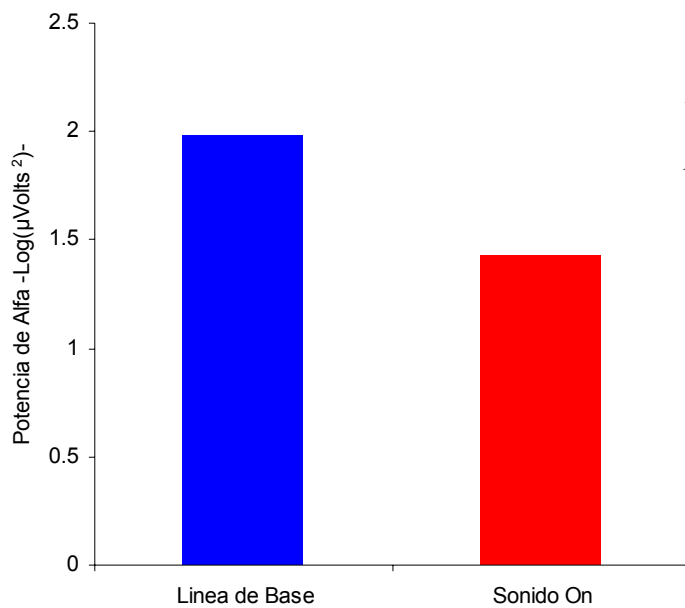


Figura 2.11. Niveles de Alfa antes y después de la presentación de los sonidos

Por otra parte, y a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en la interacción Línea de base vs Respuesta x Ensayo, cabe mencionar el incremento progresivo en los niveles de Alfa después de la presentación de cada sonido. Esta tendencia en los datos queda recogida en la figura 2.12.

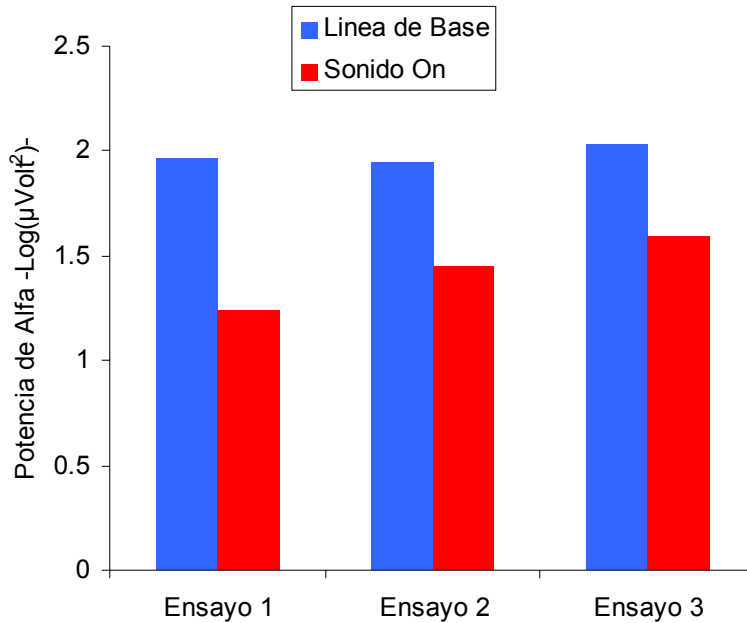


Figura 2.12. Línea de Base vs. Respuesta para los distintos ensayos

#### 2.4. Resumen de los resultados

Resumiremos los resultados obtenidos en este estudio siguiendo el orden de los objetivos expuestos en el capítulo 5. Las implicaciones teóricas y metodológicas de estos resultados se presentarán en el capítulo final de discusión general.

En líneas generales, nuestros resultados confirman las características descriptivas de la Respuesta Cardíaca de Defensa encontradas en estudios anteriores, con dos componentes acelerativos y dos desacelerativos que se suceden en orden secuencial alterno durante los 80 segundos posteriores a la presentación de los sonidos. Tanto el Ruido Blanco, como el Grito Humano reprodujeron fielmente dicho patrón. Además, para ambos sonidos, encontramos un claro efecto de habituación para la

primera desaceleración (entre los ensayos 1 y 2) y el componente acelerativo de latencia larga (entre los ensayos 1 y 2 y los ensayos 1 y 3). No obstante, se encontraron diferencias entre ambos estímulos para los dos primeros componentes del patrón de defensa (aceleración-desaceleración) únicamente en el grupo de participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos.

En cuanto al Reflejo Motor de Sobresalto, la respuesta provocada por el Ruido Blanco fue mayor que la emitida ante el Grito Humano. En ambos casos, se observó una ausencia de habituación debida al escaso número de ensayos en cada bloque.

La conductancia eléctrica de la piel mostró efectos diferenciales en función del orden de presentación de los estímulos, de forma que los participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos tuvieron una respuesta global en conductancia mayor que la de aquellos que habían recibido el Grito Humano en primer lugar. Por otra parte, para ambos estímulos se produjo el mismo patrón de cambios por ensayos: una mayor respuesta y más sostenida en el tiempo para el primer ensayo, en comparación con los dos últimos.

Finalmente, los cambios en la potencia absoluta de Alfa mostraron una reducción significativa ante la presentación de los sonidos con respecto a la línea de base. Por otra parte, también se observó una tendencia al incremento progresivo de los niveles de actividad Alfa del primer al último ensayo.

En cuanto a los objetivos específicos de la investigación, nuestros resultados fueron los siguientes:

En primer lugar, las reacciones defensivas provocadas por el Grito Humano fueron muy similares a las elicitadas por el Ruido Blanco: se obtuvo el patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa, así como respuestas de sobresalto y conductancia eléctrica de la piel similares a las encontradas en estudios anteriores en los que se han utilizado exclusivamente estímulos auditivos artificiales.

En segundo lugar, las diferencias encontradas entre ambos tipos de estímulos se refieren a los dos primeros componentes del patrón cardíaco de defensa en función del

orden y al Reflejo Motor de sobresalto. En términos globales, los cambios en tasa cardíaca fueron idénticos para ambos estímulos, mientras que el componente de parpadeo mostró una respuesta mayor al Ruido Blanco. Tampoco se encontraron diferencias entre ambos estímulos en lo que se refiere a la conductancia eléctrica ni a los niveles de potencia absoluta de Alfa.

En tercer lugar, la presentación de ambos tipos de estímulos provocó una disminución de Alfa en comparación con el período de línea de base

Finalmente, no se encontró en los niveles de Alfa una evolución similar entre ensayos al de la Respuesta Cardíaca de defensa, manteniendo las diferencias entre línea de base y el momento de presentación de los estímulos para los tres ensayos. No obstante, sí se observó al menos una tendencia al aumento progresivo de la actividad Alfa ante los sonidos del ensayo 1 al 3.

## **2.5. Resumen de los resultados**

Resumiremos los resultados obtenidos en este estudio siguiendo el orden de los objetivos expuestos en el capítulo 5. Las implicaciones teóricas y metodológicas de estos resultados se presentarán en el capítulo final de discusión general.

En líneas generales, nuestros resultados confirman las características descriptivas de la Respuesta Cardíaca de Defensa encontradas en estudios anteriores, con dos componentes acelerativos y dos desacelerativos que se suceden en orden secuencial alterno durante los 80 segundos posteriores a la presentación de los sonidos. Tanto el Ruido Blanco, como el Grito Humano reprodujeron fielmente dicho patrón. Además, para ambos sonidos, encontramos un claro efecto de habituación para la primera desaceleración (entre los ensayos 1 y 2) y el componente acelerativo de latencia larga (entre los ensayos 1 y 2 y los ensayos 1 y 3). No obstante, se encontraron diferencias entre ambos estímulos para los dos primeros componentes del patrón de defensa (aceleración-desaceleración) únicamente en el grupo de participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos.

En cuanto al Reflejo Motor de Sobresalto, la respuesta provocada por el Ruido Blanco fue mayor que la emitida ante el Grito Humano. En ambos casos, se observó una ausencia de habituación debida al escaso número de ensayos en cada bloque.

La conductancia eléctrica de la piel mostró efectos diferenciales en función del orden de presentación de los estímulos, de forma que los participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos tuvieron una respuesta global en conductancia mayor que la de aquellos que habían recibido el Grito Humano en primer lugar. Por otra parte, para ambos estímulos se produjo el mismo patrón de cambios por ensayos: una mayor respuesta y más sostenida en el tiempo para el primer ensayo, en comparación con los dos últimos.

Finalmente, los cambios en la potencia absoluta de Alfa mostraron una reducción significativa ante la presentación de los sonidos con respecto a la línea de base. Por otra parte, también se observó una tendencia al incremento progresivo de los niveles de actividad Alfa del primer al último ensayo.

En cuanto a los objetivos específicos de la investigación, nuestros resultados fueron los siguientes:

En primer lugar, las reacciones defensivas provocadas por el Grito Humano fueron muy similares a las elicitadas por el Ruido Blanco: se obtuvo el patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa, así como respuestas de sobresalto y conductancia eléctrica de la piel similares a las encontradas en estudios anteriores en los que se han utilizado exclusivamente estímulos auditivos artificiales.

En segundo lugar, las diferencias encontradas entre ambos tipos de estímulos se refieren a los dos primeros componentes del patrón cardíaco de defensa en función del orden y al Reflejo Motor de sobresalto. En términos globales, los cambios en tasa cardíaca fueron idénticos para ambos estímulos, mientras que el componente de parpadeo mostró una respuesta mayor al Ruido Blanco. Tampoco se encontraron diferencias entre ambos estímulos en lo que se refiere a la conductancia eléctrica ni a los niveles de potencia absoluta de Alfa.

En tercer lugar, la presentación de ambos tipos de estímulos provocó una disminución de Alfa en comparación con el período de línea de base

Finalmente, no se encontró en los niveles de Alfa una evolución similar entre ensayos al de la Respuesta Cardíaca de defensa, manteniendo las diferencias entre línea de base y el momento de presentación de los estímulos para los tres ensayos. No obstante, sí se observó al menos una tendencia al aumento progresivo de la actividad Alfa ante los sonidos del ensayo 1 al 3



## **CAPÍTULO OCTAVO**

### **Tercer Estudio:**

### **Respuestas defensivas ante estímulos auditivos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.**

#### **1. Metodología**

##### **1.1. Participantes**

En este estudio participaron 26 estudiantes -1 hombre-, pertenecientes a diversos cursos de Psicología de la Universidad de Granada. Ninguno de los participantes se encontraba bajo tratamiento farmacológico y/o psicológico ni presentaba problemas auditivos y/o cardiovasculares.

##### **1.2. Diseño**

Se utilizó el mismo diseño factorial mixto que en el estudio anterior -Orden x Estímulo x Ensayo-, con una variable manipulada entre grupos -Orden- y dos variables manipuladas intrasujetos - Estímulo y Ensayos. La variable Orden se manipuló a dos niveles: ruido blanco en el primer bloque de ensayos seguido del grito humano en el segundo bloque, y el orden inverso, dando lugar a dos órdenes de presentación de los estímulos. Los participantes del estudio fueron distribuidos aleatoriamente a dichos órdenes. La variable Estímulo se manipuló a dos niveles: ruido blanco y grito humano. Por último, la variable Ensayos presentaba tres niveles: tres ensayos en cada bloque.



### **1.3. Tarea experimental**

La prueba que se utilizó para provocar el Reflejo Motor de Sobresalto y la Respuesta Cardíaca de Defensa fue la misma que la utilizada en el estudio anterior. La única diferencia estriba en la intensidad de los estímulos, que en este caso fue de 85 dB.

### **1.4. Aparatos e Instrumentos**

Un ordenador PC Pentium corría el programa VPM 11.0 (Cook, 1994), diseñado para la adquisición de señales psicofisiológicas, reducción de datos y control de la presentación de estímulos.

El registro de la actividad electromiográfica del músculo orbicular del ojo izquierdo sirvió para obtener respuestas de parpadeo ante la presentación de los sonidos. La señal se registró utilizando dos electrodos Beckman de miniatura y un polígrafo Coulbourn, modelo Link V. La señal directa, captada a través de los sensores, se enviaba a un preamplificador V75-04. Posteriormente, un módulo integrador V76-23A, rectificaba e integraba la señal. La actividad del músculo orbicular se amplificó por un factor de (x 5.000), utilizándose la totalidad de la misma. La tasa de muestreo que se utilizó fue de 20 Hz, incrementándose a 1000 Hz 500 ms antes de la presentación de los sonidos y durante 500 ms más desde el inicio de los mismos. Finalmente se utilizó un filtro de paso de banda de 13-1000 Hz.

La conductancia eléctrica de la piel se registró mediante la colocación de dos electrodos sobre la superficie de la prominencia hipotenar de la mano derecha, fijados a la piel mediante discos adhesivos de doble cara. Un preamplificador Coulbourn modelo V71-23 amplificaba la señal por un factor de (x 100). La pasta electrolítica utilizada consistió en un hipoconductor salínico con una concentración de NaCl similar a la del propio sudor -en torno a 0.29 g. por 100 g. de agua-. La tasa de muestreo utilizada fue de 20 Hz.

El registro de la señal del EEG se realizó de manera simultánea en 32 canales, con un equipo electroencefalográfico de la casa ANT (ANT Software BV, Enscheden, The Netherlands). Dicho equipo se hallaba conectado a un segundo ordenador PC Pentium. La señal se digitalizó utilizando una tasa de muestreo de 1024 Hz, utilizando como referencia el promedio de los 32 canales. Los valores de impedancia para cada uno de los canales se mantuvieron por debajo de los 10 Kohmios. Todos los canales fueron preprocesados “online” mediante un filtrado de paso de banda de 0.3-200 Hz.

Para el registro del EKG se utilizó uno de los canales auxiliares del equipo de electroencefalografía. La señal era captada mediante dos electrodos desechables colocados sobre la superficie ventral de ambas muñecas (derivación I). La señal se digitalizó a una tasa de 1024 Hz y fue preprocesada “online” aplicándole un filtro de paso de banda de 8-30 Hz.

Finalmente, un tercer ordenador PC Pentium controlaba la presentación del grito humano a través del programa Presentation (Neurobehavioral Systems, 2003, San Francisco, CA). La intensidad de ambos estímulos se calibró utilizando un sonómetro Brüel & Kjaer, modelo 2235 y un oído artificial de la misma marca, modelo 4153. Los sonidos llegaban a los participantes a través de unos auriculares Telephonics TDH49P.

## **1.5. Variables Dependientes**

### *1. Respuesta Cardíaca de Defensa*

Se utilizaron los mismos criterios de análisis que en el estudio anterior, siguiendo la metodología típica de la Respuesta Cardíaca de Defensa.

### *2. Reflejo Motor de Sobresalto*

Se utilizaron los mismos criterios de análisis que en el estudio anterior.

### *3. Conductancia eléctrica*

Se utilizaron los mismos criterios de análisis que en el estudio anterior.

#### *4. Cambios en la actividad Alfa*

Se utilizaron los mismos criterios de análisis que en el estudio anterior. La única diferencia consistió en que el programa de análisis utilizado fue ASA-Lab (ANT Software BV, Enscheden, The Netherlands). Asimismo, se aplicó un algoritmo SOBI para la corrección de artefactos oculares.

### **1.6. Procedimiento**

La investigación se llevó a cabo en sesiones individuales de laboratorio con una duración aproximada de 120 minutos. Los participantes fueron asignados al azar a los distintos grupos en función del orden de llegada al laboratorio.

#### *1) Fase pre-experimental*

A su llegada al laboratorio, a los participantes se les hacía entrega de la hoja de consentimiento informado. Una vez firmada, se procedía a la colocación de los distintos electrodos, que fue igual a la del estudio anterior.

El resto de las fases del estudio -experimental y post-experimental- fueron idénticas a las del estudio anterior.

### **1.7 Análisis**

Todas las especificaciones para el análisis estadístico de las variables registradas en este estudio fueron idénticas a las establecidas en el estudio anterior.

## 2. RESULTADOS

### 2.1. Respuesta Cardíaca de Defensa

Los resultados del Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 3 \times 10)$  se presentan en la tabla 3.1. Se encontraron efectos significativos del factor Medianas ( $F(9,198) = 6.833$  ( $p=0.000$ )), así como de las interacciones Estímulo x Orden ( $F(1,22) = 6.264$  ( $p=0.020$ )), Estímulo x Medianas ( $F(9,198) = 2.736$  ( $p=0.038$ )) y Medianas x Ensayo ( $F(18,396) = 4.761$  ( $p=0.000$ )). No se encontraron efectos significativos para el resto de factores principales, así como para sus respectivas interacciones.

El efecto principal del factor Medianas muestra la forma de la respuesta, indicando, como en el estudio anterior, la existencia de cuatro componentes: dos decelerativos y dos acelerativos. La representación gráfica de este factor puede observarse en la gráfica 3.1. La interacción Estímulo x Orden muestra, por una parte, que la respuesta cardíaca ante el Grito Humano es más acelerativa cuando éste se presenta en el primer bloque de ensayos y, por otra, que las diferencias entre ambos estímulos son evidentes cuando el Ruido Blanco se presenta también en primera posición. La figura 3.2. representa gráficamente este efecto. La interacción Medianas x Estímulo indica que ambos estímulos difieren en cuanto al patrón cardíaco que provocan y que dichas diferencias se refieren a momentos temporales concretos, tal y como recoge la figura 3.3. Esta interacción será comentada más en detalle posteriormente. Por último, la interacción Medianas x Ensayo vuelve a mostrar el patrón de habituación típico de la Respuesta Cardíaca de Defensa, con una disminución progresiva para la primera y segunda aceleración.

Tabla 3.1. Anova Orden x (Estímulo x Ensayo x Medianas) para la variable Tasa Cardíaca

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>       | <b>F</b>          | <b>P</b>   |
|--------------------------------------|-------------------|------------|
| Orden                                | F(1,22) = 0.417   | p ≤ 0.525  |
| Estímulo                             | F(1,22) = 2.512   | p ≤ 0.127  |
| Estímulo x Orden                     | F(1,22) = 6.264   | p ≤ 0.020* |
| Ensayo                               | F(2,44) = 2.580   | p ≤ 0.080  |
| Ensayo x Orden                       | F(2,44) = 0.163   | p ≤ 0.845  |
| Medianas                             | F(9,198) = 6.833  | p ≤ 0.000* |
| Medianas x Orden                     | F(9,198) = 1.364  | p ≤ 0.250  |
| Estímulo x Ensayo                    | F(2,44) = 1.890   | p ≤ 0.173  |
| Estímulo x Ensayo x Orden            | F(2,44) = 0.007   | p ≤ 0.980  |
| Estímulo x Medianas                  | F(9,198) = 2.736  | p ≤ 0.038* |
| Estímulo x Medianas x Orden          | F(9,198) = 1.857  | p ≤ 0.131  |
| Ensayo x Medianas                    | F(18,396) = 4.761 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo x Medianas x Orden            | F(18,396) = 0.234 | p ≤ 0.977  |
| Estímulo x Ensayo x Medianas         | F(18,396) = 1.394 | p ≤ 0.211  |
| Estímulo x Ensayo x Medianas x Orden | F(18,396) = 0.836 | p ≤ 0.557  |

**Patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa**

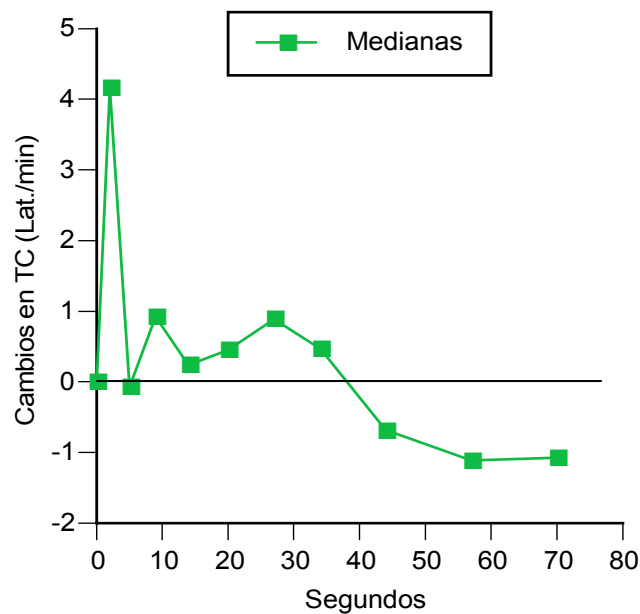


Figura 3.1. Patrón de la RCD para los dos órdenes, donde se observa la presencia de los cuatro componentes

El análisis de la interacción Estímulo x Orden reveló que existía una mayor respuesta acelerativa global en el caso del Ruido Blanco cuando éste se presentó durante el primer bloque de ensayos en comparación con la respuesta cardiaca provocada por el Grito Humano, tal y como puede observarse en la figura 3.2. Ambos estímulos no se diferenciaron significativamente en sus niveles de tasa cardiaca media cuando el Grito Humano precedía al Ruido Blanco. Los resultados del análisis de esta interacción se recogen en las tablas 3.2 y 3.3. Por otra parte, cuando se representa gráficamente la interacción Estímulo x Medianas x Orden (figuras 3.3 y 3.4), puede observarse que el patrón cardiaco de defensa provocado por ambos estímulos es bastante similar cuando el Grito Humano se presenta al inicio de la sesión.

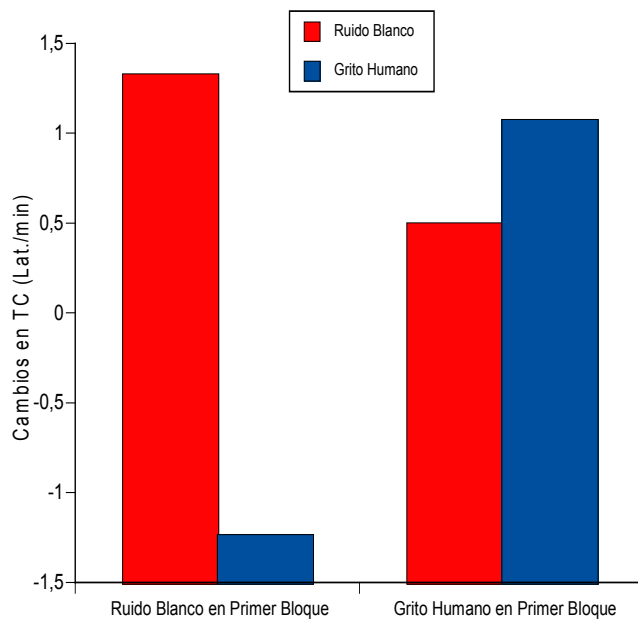


Figura 3.2. Tasa cardiaca media para Ruido Blanco y Grito Humano en función del orden de presentación de los estímulos.

Tabla 3.2. Análisis de la interacción (Estímulo) x Orden

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>T</b>       | <b>P</b> |
|--------------------------------|----------------|----------|
| Estímulo en Orden 1            | T(9) = 3,219   | p≤ 0.011 |
| Estímulo en Orden 2            | T(13) = -0.646 | p≤ 0.530 |

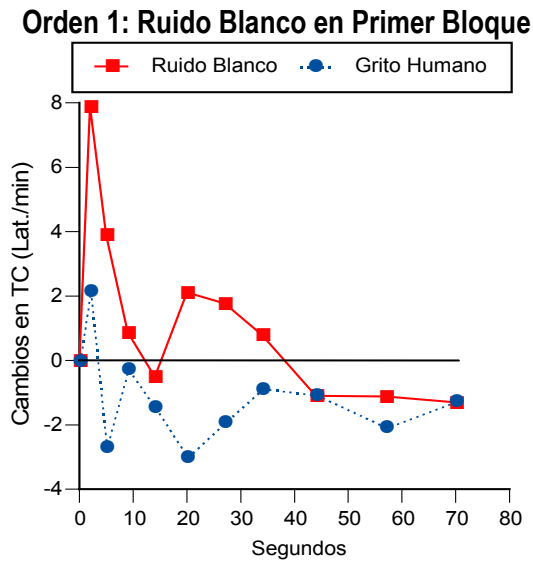


Figura 3.3. RCD para Ruido Blanco y Grito Humano cuando el Ruido Blanco se presenta durante el primer bloque de ensayos.

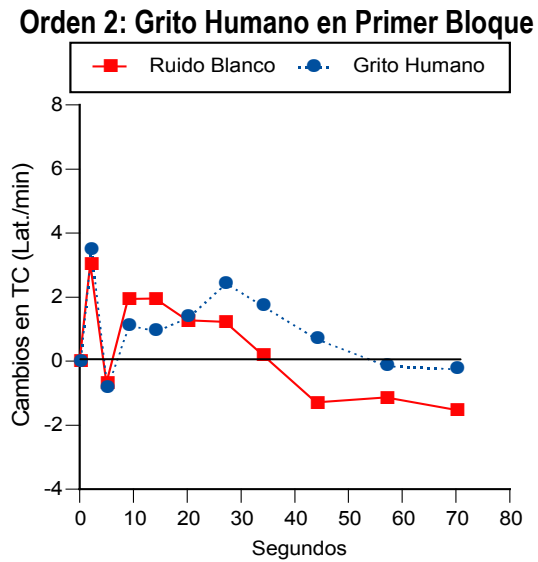


Figura 3.4. RCD para Ruido Blanco y Grito Humano cuando el Grito Humano se presenta durante el primer bloque de ensayos.

El análisis de la interacción Estímulo x Mediana indica que hay diferencias entre el Ruido Blanco y el Grito Humano a lo largo de los 80 segundos posteriores a la presentación de los sonidos. Los resultados del Análisis se recogen en la tabla 3.4. Como puede observarse, se encontraron efectos marginalmente significativos en las medianas 2 ( $F(1,23) = 3.492$  ( $p=0.074$ )) y 5 ( $F(1,23) = 4.056$  ( $p=0.056$ )). La mediana dos corresponde a la primera deceleración, mientras que la mediana 5 corresponde en este caso al segundo componente acelerativo, tal y como se representa en la figura 3.5.

Tabla 3.4. Análisis de la interacción Estímulo x Mediana

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|--------------------------------|----------|----------|
|--------------------------------|----------|----------|

|                 |                   |                |
|-----------------|-------------------|----------------|
| Estímulo en M1  | $F(1,23) = 2.505$ | $p \leq 0.127$ |
| Estímulo en M2  | $F(1,23) = 3.492$ | $p \leq 0.074$ |
| Estímulo en M3  | $F(1,23) = 0.968$ | $p \leq 0.335$ |
| Estímulo en M4  | $F(1,23) = 1.233$ | $p \leq 0.278$ |
| Estímulo en M5  | $F(1,23) = 4.056$ | $p \leq 0.056$ |
| Estímulo en M6  | $F(1,23) = 0.562$ | $p \leq 0.461$ |
| Estímulo en M7  | $F(1,23) = 0.033$ | $p \leq 0.858$ |
| Estímulo en M8  | $F(1,23) = 1.277$ | $p \leq 0.270$ |
| Estímulo en M9  | $F(1,23) = 0.052$ | $p \leq 0.822$ |
| Estímulo en M10 | $F(1,23) = 0.836$ | $p \leq 0.370$ |

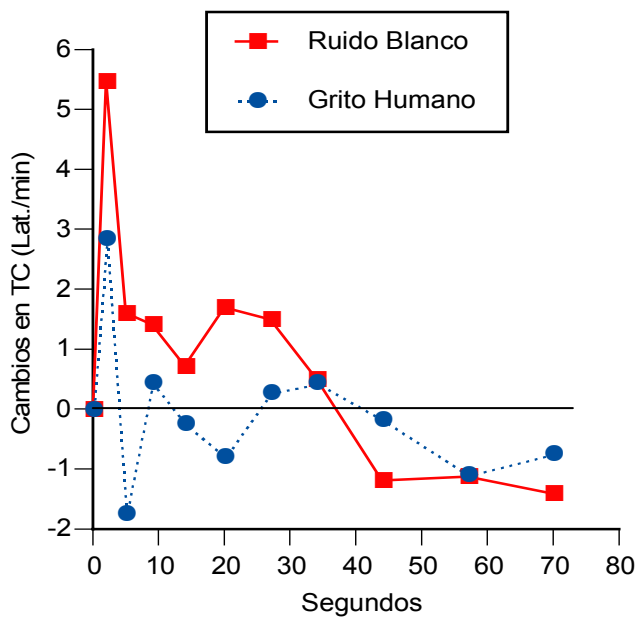


Figura 3.5. Diferencias entre Ruido Blanco y Grito Humano a lo largo de los 80 segundos posteriores a la presentación de los sonidos.

El análisis de la interacción Ensayo x Medianas indica que existe habituación del primer componente acelerativo, de la primera deceleración, de la segunda deceleración y una tendencia a la habituación del segundo componente acelerativo de la respuesta (véase figura 3.6.). Se encontraron efectos diferenciales del factor Ensayo sobre las medianas 1, 2 y 9, y una tendencia significativa para las medianas 6 y 7, como puede observarse en la tabla 3.5.

## Habitación



Tabla 3.5 Análisis de la interacción (Ensayo x Medianas) en cada mediana

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>         | <b>P</b>  |
|--------------------------------|------------------|-----------|
| Ensayo en M1                   | F(2,46) = 17.619 | p≤ 0.000* |
| Ensayo en M2                   | F(2,46) = 8.626  | p≤ 0.005* |
| Ensayo en M3                   | F(2,46) = 0.374  | p≤ 0.650  |
| Ensayo en M4                   | F(2,46) = 0.191  | p≤ 0.815  |
| Ensayo en M5                   | F(2,46) = 2.131  | p≤ 0.137  |
| Ensayo en M6                   | F(2,46) = 2.895  | p≤ 0.076  |
| Ensayo en M7                   | F(2,46) = 2.735  | p≤ 0.077  |
| Ensayo en M8                   | F(2,46) = 2.534  | p≤ 0.091  |
| Ensayo en M9                   | F(2,46) = 5.190  | p≤ 0.010* |
| Ensayo en M10                  | F(2,46) = 1.913  | p≤ 0.161  |

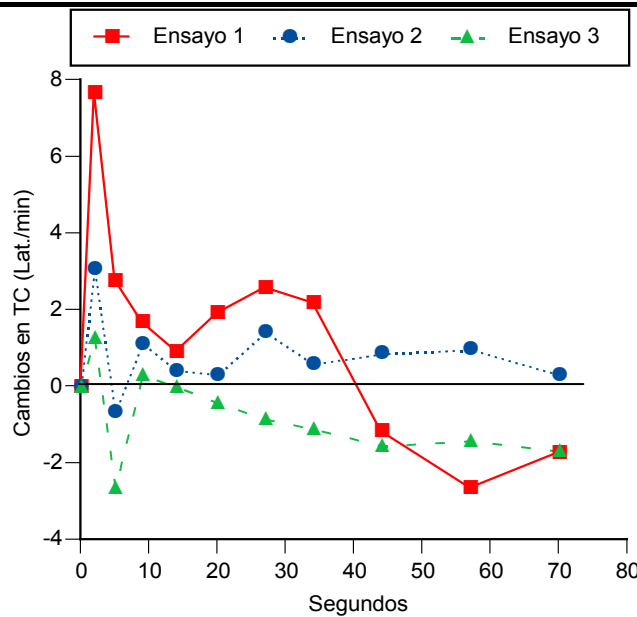


Figura 3.5. Habitación de la RCD para los tres ensayos

La primera mediana corresponde a la primera aceleración, mientras que las medianas 2 y 9 corresponden, respectivamente a la primera y segunda deceleración cardiacas. En la tabla 3.6. se recogen las diferencias entre los distintos ensayos para las medianas que han resultado significativas (comparaciones a posteriori a través del test de Tukey).

Tabla 3.6. Test de Tukey aplicado sobre el análisis de la interacción(Ensayo x Medianas)

|  | M1 |    | M2 |    | M9 |    |
|--|----|----|----|----|----|----|
|  | E2 | E3 | E2 | E3 | E2 | E3 |
|  |    |    |    |    |    |    |

|           |        |        |       |        |        |       |
|-----------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| <b>E1</b> | 0.000* | 0.000* | 1.000 | 0.000* | 0.026* | 0.999 |
| <b>E2</b> |        | 0.985  |       | 0.953  |        | 0.796 |

Se encontraron diferencias significativas para la mediana 1 entre los ensayos 1-2 y 1-3. Para la mediana 2, las diferencias fueron significativas entre los ensayos 1 y 3. Finalmente, la mediana 9 mostró diferencias significativas entre los ensayos 1 y 2.

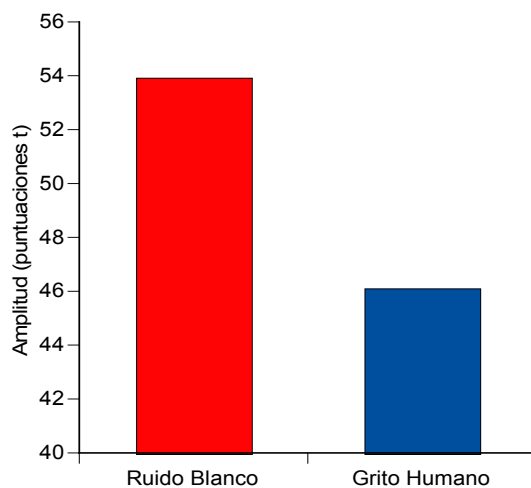
## 2.2. Reflejo Motor de Sobresalto

Para el análisis del Reflejo Motor de Sobresalto se aplicó un Análisis de Varianza 2x(2x3), con un factor entre grupos -Orden- y dos factores de medidas repetidas (Estímulo y Ensayo). Los resultados de este análisis se exponen en la tabla 3.7. Como puede observarse, sólo se obtuvieron efectos significativos del factor principal Estímulo ( $F(1,25)=14.175$  ( $p=0.001$ )). El resto de efectos principales, así como sus interacciones, no resultaron significativos.

Tabla 3.7. Anova 2x(2x3) para la amplitud del EMG

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>           | <b>P</b>         |
|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Orden                          | $F(1,25) = 0.000$  | $p \leq 1.000$   |
| Estímulo                       | $F(1,25) = 14.175$ | $p \leq 0.001^*$ |
| Estímulo x Orden               | $F(1,25) = 0.683$  | $p \leq 0.416$   |
| Ensayo                         | $F(2,50) = 0.871$  | $p \leq 0.424$   |
| Ensayo x Orden                 | $F(2,50) = 2.196$  | $p \leq 0.122$   |
| Estímulo x Ensayo              | $F(2,50) = 0.653$  | $p \leq 0.501$   |
| Estímulo x Ensayo x Orden      | $F(2,50) = 0.279$  | $p \leq 0.721$   |

En la figura 3.6 puede verse una representación gráfica de las diferencias encontradas entre en la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto ante el Ruido Blanco y el Grito humano. Como se observa claramente en la gráfica, la respuesta de parpadeo emitida ante la presentación del Ruido Blanco es mucho mayor que la que se produce en presencia del Grito Humano.



*Figura 3.6. Amplitud del componente de parpadeo del Reflejo Motor de sobresalto ante el Ruido Blanco y el Grito Humano.*

### 2.3. Conductancia Eléctrica

El análisis estadístico de los valores de conductancia dérmica consistió en un Análisis de Varianza 2x(2x3x20). Los resultados de dicho análisis se presentan en la tabla 3.8. Se encontraron efectos significativos para los factores Ensayo ( $F(2,52) = 22.754$  ( $p=0.000$ )), Tiempo ( $F(19,494) = 45.810$  ( $p=0.000$ )), así como para las interacciones Ensayo x Tiempo ( $F(38,988) = 14.403$  ( $p=0.000$ )) y Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden ( $F(38,988) = 3.606$  ( $p=0.000$ )).

El efecto significativo del factor Ensayo muestra la progresiva disminución de los niveles de la respuesta de la conductancia eléctrica a través de los diferentes ensayos. Se encontraron diferencias significativas entre los dos primeros ensayos y entre los ensayos 1 y 3, tal y como se recoge en la tabla 3.9. Así mismo, este efecto puede verse gráficamente en la figura 3.7. El efecto significativo del factor Tiempo refleja la forma de la respuesta de la conductancia después de la presentación de los sonidos: aumento progresivo de la conductancia a partir del segundo 2 (véase figura 3.10). Por otra parte, la interacción Ensayo x Tiempo refleja el patrón de habituación de la conductancia, con una disminución progresiva de la respuesta desde el ensayo 1 al ensayo 3. La interacción de cuarto orden Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden será tratada con más detalle posteriormente dentro de este mismo apartado.

Tabla 3.8. Anova 2x(2x3x20) para la Conductancia Eléctrica

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>     | <b>F</b>           | <b>P</b>  |
|------------------------------------|--------------------|-----------|
| Orden                              | F(1,26) = 0.039    | p≤ 0.843  |
| Estímulo                           | F(1,26) = 0.131    | p≤ 0.719  |
| Estímulo x Orden                   | F(1,26) = 0.109    | p≤ 0.743  |
| Ensayo                             | F(2,52) = 22.754   | p≤ 0.000* |
| Ensayo x Orden                     | F(2,52) = 0.512    | p≤ 0.558  |
| Tiempo                             | F(19,494) = 45.810 | p≤ 0.000* |
| Tiempo x Orden                     | F(19,494) = 0.466  | p≤ 0.608  |
| Estímulo x Ensayo                  | F(2,52) = 1.391    | p≤ 0.257  |
| Estímulo x Ensayo x Orden          | F(2,52) = 1.710    | p≤ 0.196  |
| Estímulo x Tiempo                  | F(19,494) = 0.595  | p≤ 0.518  |
| Estímulo x Tiempo x Orden          | F(19,494) = 2.501  | p≤ 0.105  |
| Ensayo x Tiempo                    | F(38,988) = 14.403 | p≤ 0.000* |
| Ensayo x Tiempo x Orden            | F(38,988) = 0.504  | p≤ 0.645  |
| Estímulo x Ensayo x Tiempo         | F(38,988) = 0.798  | p≤ 0.464  |
| Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden | F(38,722) = 3.606  | p≤ 0.030* |

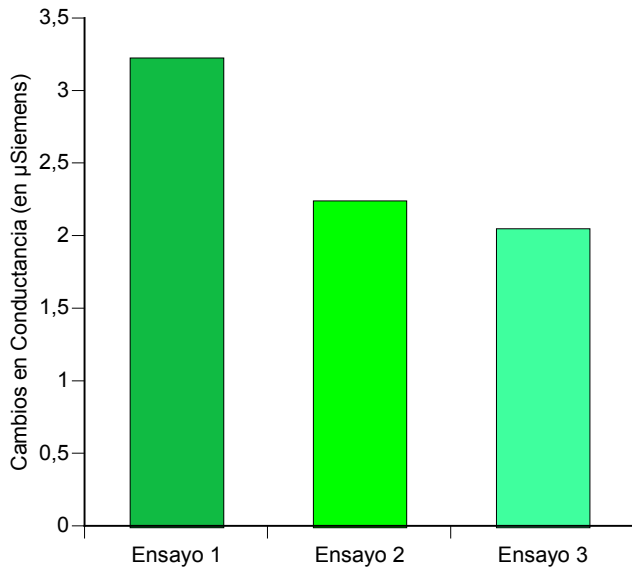
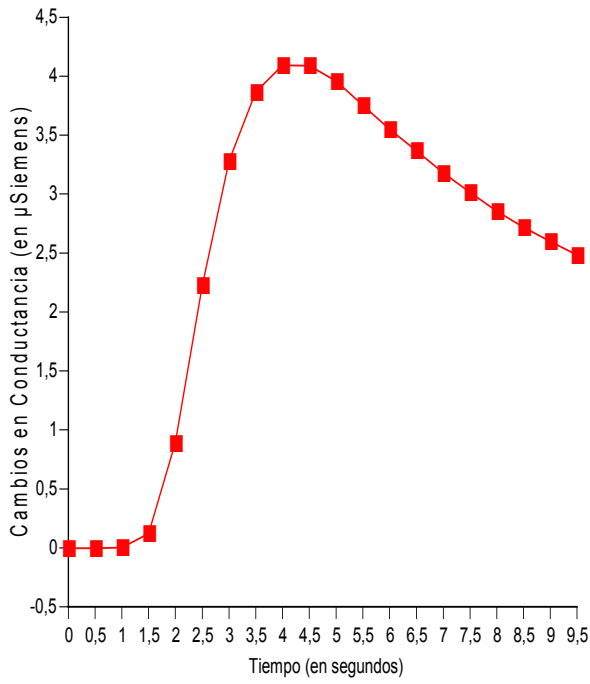


Tabla 3.9. Prueba T para el factor Ensayo

|    | E2     | E3     |
|----|--------|--------|
| E1 | 0.000* | 0.000* |
| E2 |        | 0.185  |

El efecto significativo del factor Tiempo refleja la forma de la respuesta de la conductancia después de la presentación de los sonidos: aumento progresivo de la conductancia a partir del segundo 2. La representación gráfica del factor Tiempo puede verse en la figura 3.8.



*Figura 3.8.  
Respuesta de  
conductancia  
ante la  
presentación  
de los  
sonidos.*

El análisis de la interacción Ensayo x Tiempo reveló diferencias significativas entre los distintos ensayos a partir del segundo 2.5. Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Análisis de la interacción (Ensayo x Tiempo) en cada bin.

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>         | <b>P</b>   |
|--------------------------------|------------------|------------|
| Ensayo en Tiempo 0             | F(2,54) = 1.163  | p ≤ 0.320  |
| Ensayo en Tiempo 0.5           | F(2,54) = 0.011  | p ≤ 0.968  |
| Ensayo en Tiempo 1             | F(2,54) = 0.293  | p ≤ 0.633  |
| Ensayo en Tiempo 1.5           | F(2,54) = 0.014  | p ≤ 0.943  |
| Ensayo en Tiempo 2             | F(2,54) = 1.394  | p ≤ 0.157  |
| Ensayo en Tiempo 2.5           | F(2,54) = 4.902  | p ≤ 0.015* |
| Ensayo en Tiempo 3             | F(2,54) = 4.676  | p ≤ 0.022* |
| Ensayo en Tiempo 3.5           | F(2,54) = 6.162  | p ≤ 0.006* |
| Ensayo en Tiempo 4             | F(2,54) = 10.051 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 4.5           | F(2,54) = 12.789 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 5             | F(2,54) = 15.165 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 5.5           | F(2,54) = 18.415 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 6             | F(2,54) = 20.439 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 6.5           | F(2,54) = 22.457 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 7             | F(2,54) = 24.631 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 7.5           | F(2,54) = 25.090 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 8             | F(2,54) = 24.307 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 8.5           | F(2,54) = 23.561 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 9             | F(2,54) = 24.218 | p ≤ 0.000* |
| Ensayo en Tiempo 9.5           | F(2,54) = 23.998 | p ≤ 0.000* |

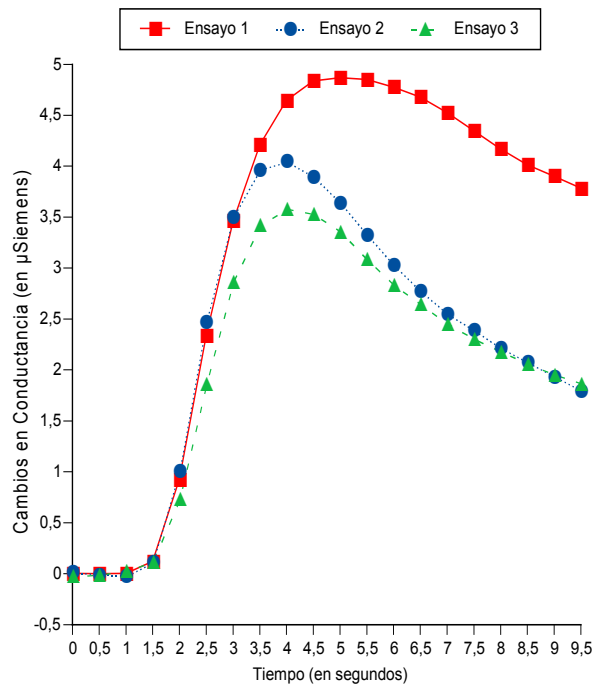


Figura 3.9. Patrón de habituación para la Conductancia Eléctrica

El test de Tukey aplicado a la interacción Ensayo x Tiempo reveló que las diferencias fueron significativas entre los ensayos 1 y 3 para el segundo 4. El resto de diferencias encontradas se refieren a los momentos temporales posteriores (segundos 4.5 a 9.5) y se produjeron entre los ensayos 1-2 y 1-3. No se encontró ninguna diferencia significativa entre los ensayos 2 y 3 en ningún momento de la respuesta de conductancia.

La interacción Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden muestra los efectos diferenciales del factor Orden sobre el Tiempo en función de los Ensayos y de los Estímulos. Se realizaron dos Análisis de Varianza independientes para cada Orden (Orden 1: Ruido Blanco en Primer Bloque y Orden 2: Grito Humano en Primer Bloque).

Los resultados del Análisis de Varianza para Orden 1 revelaron efectos significativos para los factores Ensayo ( $F(2,24) = 14.769$  ( $p=0.000$ )), Tiempo ( $F(19,228) = 25.073$  ( $p=0.000$ )), y para las interacciones Estímulo x Ensayo ( $F(2,24) = 4.219$  ( $p=0.028$ )), Ensayo x Tiempo ( $F(38,456) = 6.720$  ( $p=0.003$ )) y Estímulo x Ensayo x Tiempo ( $F(38,456) = 5.523$  ( $p=0.008$ )). Los resultados del análisis se muestran en la tabla 3.11. El análisis de la triple interacción Estímulo x Ensayo x Tiempo mostró que, para los participantes que habían recibido el Ruido en el primer bloque de ensayos, la respuesta de conductancia ante el Ruido Blanco era significativamente mayor que la provocada por el Grito Humano en el primer ensayo. Dichas diferencias, además, se limitaban a los siguientes momentos temporales de la respuesta: segundos 6.5, 7, 7.5, 8 y 8.5. En las figuras 3.10, 3.11 y 3.12 se representan las respuestas ante el Ruido Blanco y el Grito Humano en cada uno de los ensayos. Los resultados del análisis de la interacción Estímulo x Ensayo x Tiempo para el primer ensayo se recogen en la tabla 3.12.



Tabla 3.11. Anova (2x3x20) para la Conductancia Eléctrica en Orden 1

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>     | <b>F</b>           | <b>P</b>   |
|------------------------------------|--------------------|------------|
| Estímulo                           | F(1,12) = 0.325    | p ≤ 0.578  |
| Ensayo                             | F(2,24) = 14.769   | p ≤ 0.000* |
| Tiempo                             | F(19,228) = 25.073 | p ≤ 0.000* |
| Estímulo x Ensayo                  | F(2,24) = 4.219    | p ≤ 0.028* |
| Estímulo x Tiempo                  | F(19,228) = 1.429  | p ≤ 0.259  |
| Ensayo x Tiempo                    | F(38,456) = 6.720  | p ≤ 0.003* |
| Estímulo x Ensayo x Tiempo x Orden | F(38,456) = 5.523  | p ≤ 0.008* |

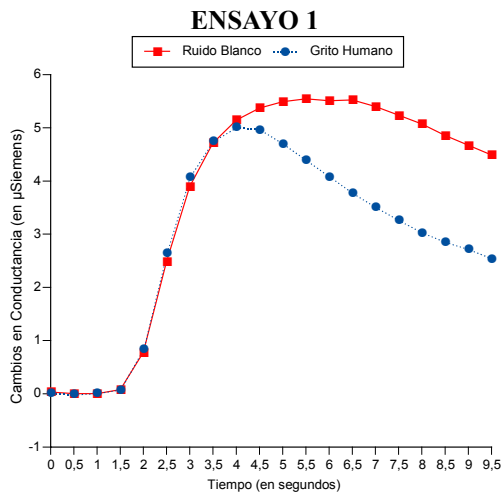


Figura 3.10. Respuesta de Conductancia ante Ruido Blanco y Grito Humano en Ensayo 1

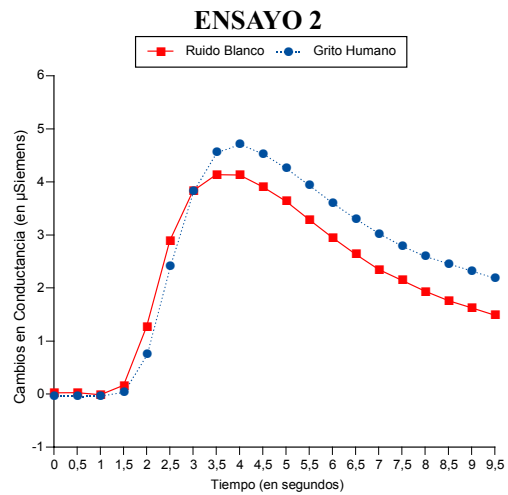


Figura 3.11. Respuesta de Conductancia ante Ruido Blanco y Grito Humano en Ensayo 2

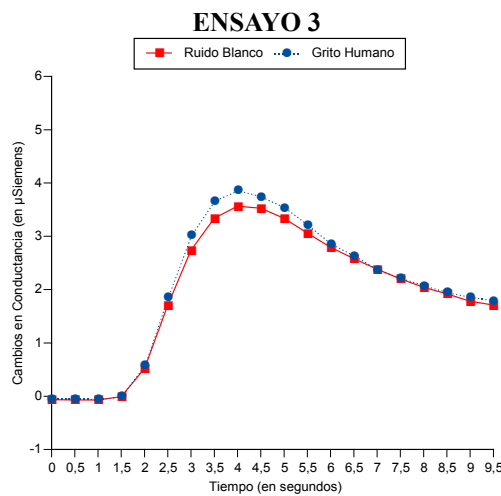


Figura 3.12. Respuesta de Conductancia ante Ruido Blanco y Grito Humano en Ensayo 3

Tabla 3.10 Análisis de la interacción (Ensayo x Tiempo) en cada bin.

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>        | <b>P</b>  |
|--------------------------------|-----------------|-----------|
| Estímulo en Tiempo 0           | F(1,12) = 0.538 | p≤ 0.477  |
| Estímulo en Tiempo 0.5         | F(1,12) = 0.044 | p≤ 0.838  |
| Estímulo en Tiempo 1           | F(1,12) = 0.039 | p≤ 0.848  |
| Estímulo en Tiempo 1.5         | F(1,12) = 0.009 | p≤ 0.925  |
| Estímulo en Tiempo 2           | F(1,12) = 0.218 | p≤ 0.649  |
| Estímulo en Tiempo 2.5         | F(1,12) = 0.353 | p≤ 0.563  |
| Estímulo en Tiempo 3           | F(1,12) = 0.428 | p≤ 0.526  |
| Estímulo en Tiempo 3.5         | F(1,12) = 0.019 | p≤ 0.892  |
| Estímulo en Tiempo 4           | F(1,12) = 0.107 | p≤ 0.749  |
| Estímulo en Tiempo 4.5         | F(1,12) = 0.717 | p≤ 0.414  |
| Estímulo en Tiempo 5           | F(1,12) = 1.958 | p≤ 0.187  |
| Estímulo en Tiempo 5.5         | F(1,12) = 3.190 | p≤ 0.099  |
| Estímulo en Tiempo 6           | F(1,12) = 4.170 | p≤ 0.064  |
| Estímulo en Tiempo 6.5         | F(1,12) = 5.304 | p≤ 0.040* |
| Estímulo en Tiempo 7           | F(1,12) = 5.686 | p≤ 0.034* |
| Estímulo en Tiempo 7.5         | F(1,12) = 5.608 | p≤ 0.036* |
| Estímulo en Tiempo 8           | F(1,12) = 5.325 | p≤ 0.040* |
| Estímulo en Tiempo 8.5         | F(1,12) = 4.709 | p≤ 0.050* |
| Estímulo en Tiempo 9           | F(1,12) = 4.321 | p≤ 0.060  |
| Estímulo en Tiempo 9.5         | F(1,12) = 4.138 | p≤ 0.065  |

## 2.4. EEG

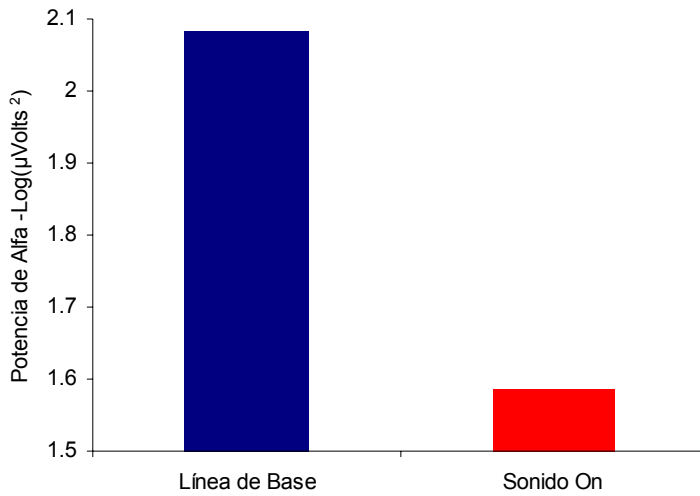
Para el análisis de la actividad Alfa se aplicó un Análisis de Varianza  $2 \times (2 \times 2 \times 3)$  –Orden x Línea Base vs Respuesta x Estímulo x Ensayo. Se encontraron efectos significativos para el factor Línea de Base vs. Respuesta ( $F(1,19) = 43.739$  ( $p=0.000$ )), así como para las interacciones Línea de Base vs. Respuesta x Ensayo ( $F(2,38) = 5.480$  ( $p=0.011$ )), Estímulo x Ensayo x Orden ( $F(2,38) = 4.524$  ( $p=0.017$ )) y Línea de Base vs. Respuesta x Estímulo x Ensayo x Grupo ( $F(2,38) = 3.827$  ( $p=0.034$ )). Los resultados del Análisis de Varianza se recogen en la tabla 3.11.

El efecto significativo del factor Línea de Base vs. Respuesta indica que existe una reducción de la actividad Alfa cuando los participantes reciben los sonidos, en comparación con el nivel de actividad Alfa presente durante los cinco segundos anteriores a la presentación de los estímulos. La representación gráfica del factor Línea de Base vs. Respuesta puede verse en la figura 3.13. El efecto encontrado para la interacción Línea de Base vs. Respuesta x Ensayo muestra cómo la reducción de la

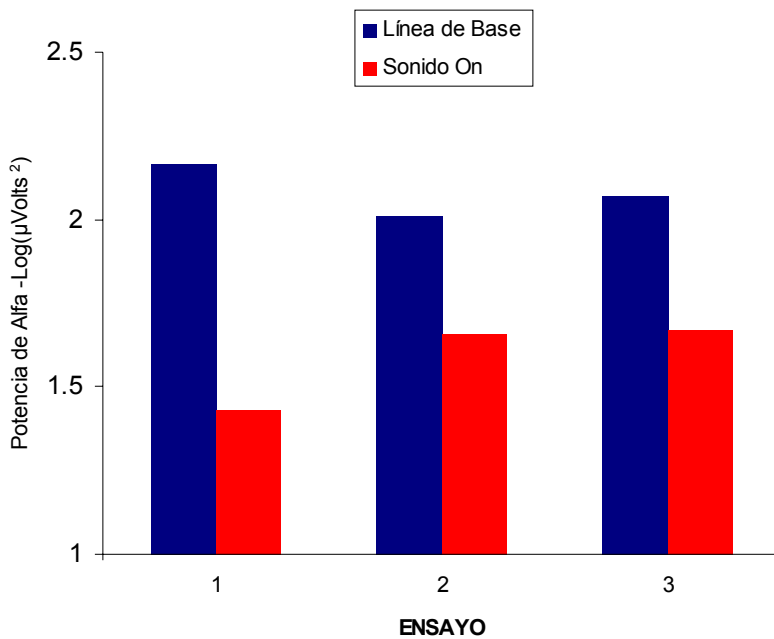
actividad Alfa cuando se presenta tanto el Ruido Blanco como el Grito Humano es mayor en el primer ensayo (véase figura 3.14). La interacción Estímulo x Ensayo x Grupo muestra los efectos diferenciales del factor Grupo sobre los ensayos y los estímulos. De manera más detallada, se observa que, en el caso de los participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos, existe una mayor actividad tipo Alfa para el Grito Humano durante el segundo ensayo. En el caso de los participantes que recibieron el Grito Humano en el primer bloque de ensayos se observa el efecto inverso: mayor actividad Alfa para el Ruido Blanco durante el segundo ensayo. La representación gráfica de esta interacción se recoge en las figuras 3.15 y 3.16. Por último, la interacción Línea de Base vs. Respuesta x Estímulo x Ensayo x Orden refleja el efecto diferencial del factor Orden sobre los ensayos en función de los Estímulos y del factor Línea de Base vs. Respuesta. Esta interacción será tratada con más detalle al final de este mismo apartado.

Tabla 3.11. Anova 2x(2x2x3) para Actividad Alfa

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b>         | <b>F</b>         | <b>P</b>  |
|--|------------------|-----------|
| Orden                                  | F(1,19) = 0.130  | p≤ 0.722  |
| LB vs. RES                             | F(1,19) = 43.139 | p≤ 0.000* |
| LB vs. RES x Orden                     | F(1,19) = 2.721  | p≤ 0.115  |
| Estímulo                               | F(1,19) = 0.023  | p≤ 0.880  |
| Estímulo x Orden                       | F(1,19) = 0.537  | p≤ 0.230  |
| Ensayo                                 | F(2,38) = 0.518  | p≤ 0.587  |
| Ensayo x Orden                         | F(2,38) = 0.009  | p≤ 0.987  |
| LB vs. RES x Estímulo                  | F(1,19) = 0.124  | p≤ 0.728  |
| LB vs. RES x Estímulo x Orden          | F(1,19) = 0.020  | p≤ 0.888  |
| LB vs. RES x Ensayo                    | F(2,38) = 5.480  | p≤ 0.011* |
| LB vs. RES x Ensayo x Orden            | F(2,38) = 0.435  | p≤ 0.624  |
| Estímulo x Ensayo                      | F(2,38) = 0.497  | p≤ 0.608  |
| Estímulo x Ensayo x Orden              | F(2,38) = 4.524  | p≤ 0.017* |
| LB vs. RES x Estímulo x Ensayo         | F(2,38) = 0.150  | p≤ 0.844  |
| LB vs. RES x Estímulo x Ensayo x Orden | F(2,38) = 3.827  | p≤ 0.034* |



*Figura 3.13. Actividad Alfa media durante la línea de base y durante los 5 segundos posteriores a la presentación de los estímulos.*



*Figura 3.14. Potencia de Alfa durante la línea de base y la presentación de los sonidos para cada ensayo.*

El análisis de la interacción Línea de Base vs. Respuesta x Ensayo muestra que la diferencia entre la actividad Alfa durante la línea de base y durante la presentación de los sonidos fue significativamente mayor en el ensayo 1 con respecto a los ensayos 2 y 3. No se encontró tal efecto entre los dos últimos ensayos. Los resultados del análisis se recogen en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Prueba T para la diferencia entre Línea de Base y Sonido para los distintos ensayos

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>T</b>       | <b>P</b>  |
|--------------------------------|----------------|-----------|
| ENSAYO 1 – ENSAYO 2            | T(20) = 3.193  | p≤ 0.005* |
| ENSAYO 1 – ENSAYO 3            | T(20) = 2.333  | p≤ 0.030* |
| ENSAYO 2 – ENSAYO 3            | T(20) = -0.372 | p≤ 0.713  |

Orden 1: Ruido Blanco en Primer Bloque

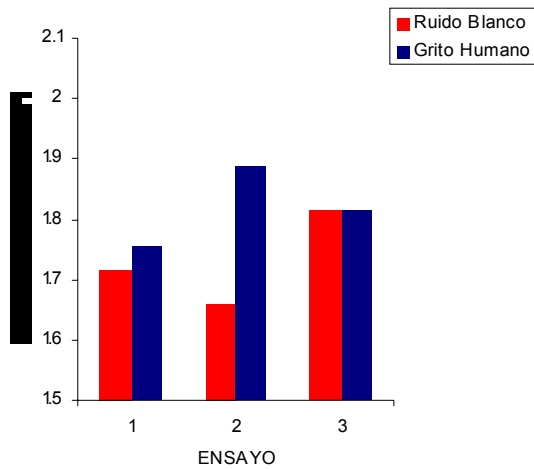


Figura 3.15. Diferencias entre los niveles de Alfa para Ruido Blanco y Grito Humano en cada ensayo para Orden 1.

Orden 2: Grito Humano en Primer Bloque

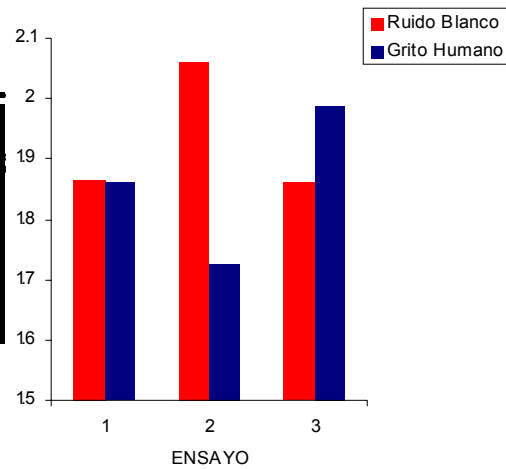


Figura 3.15. Diferencias entre los niveles de Alfa para Ruido Blanco y Grito Humano en cada ensayo para Orden 2.

Para el análisis de la interacción Estímulo x Ensayo x Grupo se realizó un Análisis de Varianza (2x3) -(Estímulo x Ensayo)- para cada Orden de presentación. Sólo se encontraron diferencias significativas entre el Ruido Blanco y el Grito Humano para el Orden 2. Los resultados del análisis se recogen en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Análisis de la interacción (Estímulo x Ensayo) para Orden 2

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>       | <b>P</b>  |
|--------------------------------|----------------|-----------|
| Estímulo en Ensayo 1           | F(1,9) = 0.001 | p≤ 0.981  |
| Estímulo en Ensayo 2           | F(1,9) = 6.595 | p≤ 0.030* |
| Estímulo en Ensayo 3           | F(20) = 0.910  | p≤ 0.365  |

La interacción Línea de Base vs. Respuesta x Estímulo x Ensayo x Orden refleja los efectos diferenciales del factor Orden sobre los Ensayos en función del Estímulo y del factor Línea de Base vs. Respuesta. El análisis de esta interacción reveló que el efecto encontrado para la interacción Línea de Base vs. Res x Ensayo sólo resulta significativo cuando se tienen en consideración ambos Órdenes. Para el Orden 2, además, se encontraron efectos diferenciales para la interacción Estímulo x Ensayo y que ya hemos comentado anteriormente. En ambos grupos se encontraron diferencias significativas entre los niveles de Alfa durante la Línea de Base y durante la presentación de los sonidos. Los resultados de los Análisis de Varianza para Orden 1 y 2 se recogen en las tablas 3.14 y 3.15.

Tabla 3.14 Anova (2x2x3) para Orden 1

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>         | <b>P</b>  |
|--------------------------------|------------------|-----------|
| LB vs. RES                     | F(1,10) = 13.895 | p≤ 0.003* |
| Estímulo                       | F(1,10) = 1.292  | p≤ 0.282  |
| Ensayo                         | F(2,20) = 1.039  | p≤ 0.363  |
| LB vs. RES x Estímulo          | F(1,10) = 0.182  | p≤ 0.678  |
| LB vs. RES x Ensayo            | F(2,20) = 2.665  | p≤ 0.094  |
| Estímulo x Ensayo              | F(2,20) = 0.958  | p≤ 0.390  |
| LB vs. RES x Estímulo x Ensayo | F(2,20) = 1,523  | p≤ 0.243  |

Tabla 3.15 Anova (2x2x3) para Orden 2

| <b>FUENTES DE VARIABILIDAD</b> | <b>F</b>        | <b>P</b>  |
|--------------------------------|-----------------|-----------|
| LB vs. RES                     | F(1,9) = 30.267 | p≤ 0.000* |
| Estímulo                       | F(1,9) = 0.457  | p≤ 0.516  |
| Ensayo                         | F(2,18) = 0.106 | p≤ 0.878  |
| LB vs. RES x Estímulo          | F(1,9) = 0.015  | p≤ 0.902  |
| LB vs. RES x Ensayo            | F(2,18) = 2.934 | p≤ 0.096  |
| Estímulo x Ensayo              | F(2,18) = 4.443 | p≤ 0.029* |
| LB vs. RES x Estímulo x Ensayo | F(2,18) = 2.262 | p≤ 0.149  |

## 2.5. Resumen de los resultados

En líneas generales, los resultados de este estudio vuelven a confirmar las características descriptivas de la Respuesta Cardíaca de Defensa y su rápida tendencia a la habituación ante ambos tipos de estímulos.

En cuanto a los objetivos específicos de este estudio, nuestros resultados fueron los siguientes:

En primer lugar, las respuestas elicitadas por el Grito Humano fueron bastante similares a las provocadas por el Ruido Blanco si bien se encontraron algunas diferencias en tasa cardíaca en función del orden de presentación de los estímulos. En el caso de los participantes que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos, se observó una respuesta acelerativa global mayor para el Ruido Blanco. Por otra parte, teniendo en cuenta ambos órdenes de presentación conjuntamente, ambos estímulos se diferenciaron en el patrón de defensa, concretamente respecto al primer componente desacelerativo (mediana 2) y al segundo componente acelerativo (mediana 5). Sin embargo, cuando se comparan ambos estímulos dentro de cada orden las diferencias entre ambos en cuanto al patrón cardíaco que provocan desaparecen para aquellos participantes que recibieron el Grito Humano durante el primer bloque de ensayos.

En cuanto al Reflejo Motor de Sobresalto, los resultados muestran nuevamente una mayor respuesta ante el Ruido Blanco, independientemente del orden de presentación de los estímulos.

La conductancia eléctrica de la piel, se encontró una disminución progresiva de los niveles de conductancia a través de los distintos ensayos. Nuevamente, se encontró el patrón de habituación esperado con respuestas de latencia más larga y mayor amplitud en el primer ensayo con respecto a los otros dos. Por otra parte, se encontró que la respuesta al Ruido Blanco durante el primer ensayo era mayor que la provocada por el Grito Humano cuando el Ruido se había presentado durante el primer bloque de ensayos. Estas diferencias no se encontraron en los ensayos 2 y 3 dentro del mismo orden ni en ninguno de los ensayos cuando el Grito Humano había precedido al Ruido Blanco.

Por último, la actividad Alfa mostró una reducción significativa ante la presentación de los sonidos con respecto al periodo de línea de base. Además, cuando se consideran ambos órdenes conjuntamente, se observa una reducción significativa de la diferencia entre la línea de base y el momento de presentación de los sonidos en los ensayos 2 y 3. Este efecto resultó marginalmente significativo para cada orden por separado. Las únicas diferencias observadas entre el Ruido Blanco y el Grito Humano en cuanto a los niveles de Alfa se refieren al ensayo 2 de cada orden: en el orden 1 se observó una actividad Alfa global mayor para el Grito Humano en ese ensayo mientras que en el orden 2 se observó un mayor nivel de Alfa para el Ruido Blanco.





# **CAPÍTULO NOVENO**

## **Discusión General y Conclusiones**

Los resultados obtenidos en los tres estudios que constituyen el presente trabajo de investigación permiten plantear y discutir una serie de problemas teóricos y metodológicos que afectan, por un lado, a la combinación de índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo y, por otro, a la obtención de respuestas a nivel central que puedan guardar relación con la Respuesta Cardíaca de Defensa. Al final de cada investigación hemos presentado un resumen de los resultados de cada estudio en relación a los objetivos planteados para cada una de ellas. En el presente capítulo volvemos a hacer un breve resumen de los resultados y discutimos la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas. Finalmente, analizamos sus implicaciones teóricas y metodológicas y terminamos el capítulo planteando las limitaciones de nuestra investigación, las perspectivas futuras y las conclusiones finales.

## 1. Principales resultados obtenidos en los estudios realizados

### 1.1. Índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo

Los resultados del primer estudio ponen de manifiesto la presencia de cambios paralelos en los potenciales evocados y la tasa cardiaca durante la realización de tres versiones diferentes del paradigma *oddball*. En líneas generales, se encontró una mayor amplitud del P300 ante el estímulo Target, en comparación con el Estándar, independientemente del tipo de tarea realizada. En cuanto a los efectos debidos a la localización de registro, se observó un incremento significativo desde localizaciones anteriores a localizaciones posteriores, de manera congruente con los datos existentes en la literatura sobre las características topográficas de dicho componente.

Por otra parte, el tipo de tarea sólo afectó a los valores de amplitud del estímulo Estándar, encontrándose que la respuesta provocada por dicho estímulo resultó máxima en la tarea 2L (dos estímulos, intervalo largo entre estímulos). En esta tarea, además, el estímulo Estándar mostró la misma modulación en su amplitud en función de la localización de registro que el Target (máxima amplitud en Pz).

La latencia del P300 se vio afectada por el orden de presentación de las tareas y por el factor de Grupo. Para las tareas que se realizaron en primer lugar, se encontró que la latencia del Target y la del Estándar mostraron cambios opuestos: para el Target se produjo un aumento en la latencia de aparición del componente mientras que para el Estándar la latencia se redujo de una tarea a otra. Finalmente, las diferencias en la latencia de aparición encontradas entre ambos estímulos resultaron significativas para los grupos A(2C/1C) y B(2L/1C) .

Paralelamente, el componente desacelerativo de la tasa cardiaca no se vio afectado por factores de orden ni de grupo. Se observó una amplitud mayor de dicho componente ante el estímulo Target en comparación con el Estándar. Por otra parte, el componente acelerativo sólo fue completamente visible en la tarea con un intervalo entre estímulos más largo, obteniéndose valores de amplitud significativamente

mayores para el Target. No obstante, en las otras dos tareas pudo observarse una cierta tendencia a la aceleración que no llega a desarrollarse del todo.

Otro dato relevante es el hecho de que la latencia del pico desacelerativo de la tasa cardiaca mostró la misma dinámica que la descrita para el P300: retraso progresivo en la aparición de dicho componente de la tarea 1C a la tarea 2L en el caso del Target, y la tendencia contraria en el caso del Estándar.

Finalmente, se encontraron correlaciones entre ambos tipos de medidas referidas a la amplitud del P300 en Fz y Pz y el pico desacelerativo de la tasa cardiaca para la tarea 1C. El componente acelerativo de la tasa cardiaca mostró correlaciones significativas con los parámetros de amplitud y latencia del P300 en la tarea 2L.

### **Confirmación de hipótesis**

Los resultados obtenidos nos permiten aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en el capítulo 5.

En primer lugar, la hipótesis relativa a la obtención del componente P300 mediante el uso del paradigma *oddball* queda confirmada. Incluso en la versión de *oddball* pasivo (tarea con un único estímulo), pudo observarse dicho componente y confirmar su distribución topográfica descrita previamente.

En segundo lugar, la hipótesis relativa a los cambios direccionales de la tasa cardiaca queda confirmada. La tasa cardiaca mostró una desaceleración inicial con un pico en torno a los 500 ms desde la presentación del estímulo, seguida de una aceleración con un pico en torno a los tres segundos desde el inicio del estímulo que fue completamente visible en la tarea de dos estímulos con intervalo largo. En las otras dos tareas, este último componente no llegó a desarrollarse del todo, aunque sí se observó una tendencia acelerativa en ambas tareas. Estos resultados también confirman la hipótesis relativa al desarrollo completo de la respuesta cardiaca ante ambos tipos de estímulos con intervalos de presentación más amplios.

Finalmente, la hipótesis relativa a la obtención de cambios en tasa cardíaca comparables con la información aportada por el EEG queda confirmada. La obtención de potenciales cardíacos de manera análoga a los potenciales evocados permitió no sólo observar los componentes de respuesta anteriormente descritos sino, además, representarlos en la misma escala de tiempo.

### **1.2. Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) I.**

Los resultados de este segundo estudio ponen de manifiesto la presencia del patrón de la Respuesta Cardíaca de Defensa, con componentes acelerativos y desacelerativos que se suceden en orden secuencial alterno dentro de los 80 segundos desde el inicio del estímulo, ante el Ruido Blanco y el Grito Humano.

Por otra parte, también se encontró el patrón típico de habituación para este tipo de respuesta, que se tradujo en una disminución paulatina del primer componente acelerativo del ensayo 1 al 3 y del componente acelerativo de latencia larga. No obstante, se observó una mejor recuperación de la Respuesta Cardíaca de Defensa durante el segundo bloque de ensayos cuando el Grito Humano había precedido al Ruido Blanco. Las únicas diferencias encontradas en tasa cardíaca entre ambos tipos de estímulos se refieren a los dos primeros componentes del patrón en el grupo que recibió el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos.

La variable que más diferenció ambos tipos de estímulo fue el componente de parpadeo del Reflejo Motor de Sobresalto, encontrándose una mayor amplitud de respuesta ante el Ruido Blanco en comparación con la provocada por el Grito Humano.

Por su parte, la conductancia eléctrica de la piel mostró el mismo patrón de cambios que el descrito anteriormente en la literatura en este tipo de paradigma: una respuesta mayor y más sostenida en el tiempo para el primer ensayo, y una reducción

paulatina de los niveles de conductancia en los ensayos 2 y 3 para ambos tipos de estímulos.

Además, se encontró un efecto de orden traducido en un mayor nivel de respuesta para el grupo de personas que habían recibido el Ruido Blanco en el primer bloque de ensayos.

Finalmente, los niveles de potencia absoluta de Alfa mostraron una reducción significativa ante la presentación de los sonidos en comparación con el periodo de línea de base, diferencia que se mantuvo a lo largo de los distintos ensayos.

En líneas generales, puede afirmarse que ambos estímulos provocaron un patrón similar de cambios en las distintas variables consideradas en el estudio, salvo en el caso de la respuesta de parpadeo, donde se vio un claro efecto del tipo de estímulo sobre la amplitud de respuesta.

### **Confirmación de hipótesis**

Estos resultados permiten aceptar o rechazar las hipótesis previamente planteadas.

En primer lugar, la hipótesis de un conjunto de reacciones defensivas mayor para el Grito Humano queda rechazada. En cuanto al patrón cardiaco de defensa, las respuestas obtenidas para ambos estímulos fueron prácticamente idénticas. Los resultados referidos a la respuesta de sobresalto revelaron una mayor responsividad ante el Ruido Blanco. La respuesta de conductancia así como los niveles de actividad Alfa, mostraron el mismo patrón de cambios para ambos sonidos.

En segundo lugar, la hipótesis relativa a los cambios en actividad Alfa queda confirmada. Tanto en el caso del Ruido Blanco como en el del Grito Humano, los niveles de Alfa se redujeron significativamente con respecto al período de la línea de base.

Por último, la hipótesis relativa a los cambios de Alfa entre ensayos queda rechazada, si bien se observó un aumento progresivo de la actividad en esta banda de frecuencia a través de los distintos ensayos.

### **1.3. Reacciones defensivas ante estímulos naturales (Grito Humano) y artificiales (Ruido Blanco) II.**

Los resultados de este último estudio, en el que se utilizó una intensidad menor para los estímulos auditivos (85dB), mostraron nuevamente la presencia del patrón cardiaco de defensa para ambos estímulos. Las diferencias encontradas entre el Ruido Blanco y el Grito Humano referidas a la Respuesta Cardíaca de Defensa confirman y amplían los resultados obtenidos en el estudio anterior: se encontraron efectos diferenciales del factor Estímulo para los sujetos que recibieron el Ruido Blanco durante el primer bloque de ensayos. Cuando se analizan estas diferencias tomando en consideración la forma de la respuesta se observan diferencias entre ambos estímulos para la primera desaceleración y el componente acelerativo de latencia larga en el mismo grupo de participantes.

Por otra parte, el patrón de habituación fue el mismo que el descrito anteriormente, si bien en este caso las diferencias se centraron en los dos primeros componentes del patrón (aceleración-desaceleración) y una tendencia a la significatividad en el caso del segundo componente acelerativo.

Los datos de la amplitud del componente de parpadeo del Reflejo Motor de Sobresalto coinciden con los obtenidos en el estudio anterior, encontrándose una mayor amplitud de respuesta ante el Ruido Blanco.

La conductancia eléctrica de la piel mostró una reducción significativa en sus niveles de respuesta a través de los distintos ensayos. El patrón de habituación en la forma de la respuesta fue el mismo que el encontrado en el estudio anterior. Finalmente, se encontró que la respuesta al Ruido Blanco durante el primer ensayo era mayor que la provocada por el Grito Humano cuando el Ruido se había presentado durante el primer bloque de ensayos. Estas diferencias no se replicaron en los ensayos 2 y 3 del mismo

grupo, ni en ninguno de los ensayos del grupo de participantes que recibieron el Grito Humano en el primer bloque de ensayos.

Los resultados del análisis de la potencia absoluta de Alfa confirman y amplían los obtenidos en el estudio anterior: disminución significativa de la actividad Alfa ante los sonidos en comparación con el periodo de línea de base. Las diferencias entre ambos periodos mostraron una evolución similar a los cambios obtenidos en tasa cardiaca: la reducción de la actividad Alfa fue máxima en el ensayo 1, diferenciándose significativamente de las obtenidas en los ensayos 2 y 3 cuando se consideran los dos órdenes de presentación de los sonidos.

### **Confirmación de hipótesis**

Estos resultados permite aceptar o rechazar las hipótesis planteadas previamente.

La hipótesis relativa a un conjunto de reacciones defensivas mayor para el Grito Humano queda rechazada. No obstante, el hecho de encontrar, como en el estudio anterior, una mejor recuperación de la Respuesta Cardiaca de Defensa para el Ruido Blanco cuando ha sido precedido por el Grito Humano quizá permita una reformulación de la hipótesis original que trataremos en apartados posteriores. Por otra parte, el hecho de que la respuesta de conductancia muestre los mismos efectos debidos al orden de presentación de los estímulos puede ayudar a dicha reformulación.

En segundo lugar, la hipótesis de la reducción de los niveles de actividad Alfa ante los sonidos queda confirmada nuevamente. Tanto en el caso del Ruido Blanco como en el del Grito Humano, los niveles de Alfa se redujeron significativamente con respecto al período de la línea de base.

En tercer lugar, la hipótesis relativa a los cambios de Alfa en cada ensayo queda parcialmente confirmada, al encontrar una reducción significativa de la diferencia entre la línea de base y la presentación de los sonidos cuando se consideraron ambos órdenes conjuntamente. Cuando se consideraron por separado, el efecto resultó marginalmente significativo.



## 2. Implicaciones teóricas y metodológicas

Los resultados de los tres estudios planteados tienen importantes implicaciones teóricas y metodológicas dentro de dos campos: por un lado, el de la atención, y por otro, el del estudio de los reflejos defensivos, concretamente en lo que se refiere a la Respuesta Cardíaca de Defensa.

En cuanto al primer estudio, encontramos que las implicaciones teóricas de los resultados obtenidos hacen referencia a tres campos de investigación resaltados desde la tradición psicofisiológica: orientación, actitud atencional y esfuerzo.

### 2.1. Orientación

Como hemos podido ver en apartados anteriores, los estudios psicofisiológicos sobre el RO han estado muy influenciados por el modelo de comparación neural de Sokolov (1963). Recordemos que en dicho modelo, el RO se produce como consecuencia de una disparidad entre la representación neural del estímulo en curso y la correspondiente a la estimulación pasada. Se entiende, además, que a medida que vamos teniendo experiencia con los estímulos, su representación neural evoluciona hacia una representación más fina del mismo, hasta llegar a una correspondencia entre ambas representaciones que tiene como consecuencia la extinción del RO. Donchin (1981) denominó a este proceso “puesta al día” o “actualización” de un *esquema* (concepto equivalente al de modelo neural propuesto por Sokolov). En el modelo de Donchin, el P300 es considerado una manifestación de dicho proceso. En este sentido, entendemos que los datos obtenidos en el presente estudio apoyan ambas propuestas.

Por otra parte, los datos de TC apoyan la idea de que los cambios direccionales en esta variable no pueden interpretarse de forma unívoca, entendiendo que los cambios acelerativos son indicativos de una respuesta defensiva, por una parte, y que los cambios desacelerativos apuntan a la presencia de una respuesta de orientación. Dado que en todas las tareas se utilizó el mismo tipo de estímulos y que dicha estimulación

puede considerarse típica de la orientación, nuestros resultados van en la línea de Barry y Tremayne (1987): presencia de dos componentes de respuesta a nivel cardiaco, siendo el primero de carácter desacelerativo y asociado al registro atencional del estímulo, y el segundo, de tipo acelerativo, asociado al esfuerzo atencional que consume el estímulo Target.

## 2.2. Actitud atencional

El campo de la actitud atencional ha estado marcado, como comentábamos en apartados anteriores, por la hipótesis de la aceptación-rechazo de John y Beatrice Lacey (1967). Desde este planteamiento se entiende que las tareas que implican dirigir la atención hacia la estimulación externa provocan desaceleración cardiaca, mientras que las que implican “rechazar” dicha estimulación provocan aceleración. Por otra parte, una de las líneas de investigación que más apoyo ha dado a esta teoría es la desarrollada por Coles y Duncan-Johnson quienes, utilizando tareas de tiempo de reacción señalizado de dificultad variable, encontraron que las respuestas desacelerativas fueron mayores ante las tareas de mayor dificultad (Coles, 1972), siendo este hecho congruente con la hipótesis de los Lacey, dado que lo que se espera en ese tipo de tareas es que los sujetos dediquen más atención a los estímulos que deben detectar. En nuestro estudio se emplearon tres versiones del paradigma *oddball* auditivo: en la denominada Tarea 1C, los sujetos sólo recibían el estímulo Target, debiendo contar mentalmente el número de veces que aparecía. En las otras dos versiones (tareas 2C y 2L) se incluyó el estímulo Estándar, suponiendo un aumento de dificultad de la tarea al tener que contar mentalmente el número de veces que aparecía el estímulo Target e ignorar al mismo tiempo el Estándar. En nuestros datos se observa que el pico desacelerativo en las tareas 2C y 2L es mayor que en la tarea 1C. Este hecho apoyaría, por tanto, la idea de que en condiciones de mayor complejidad y de aceptación de la estimulación externa, las respuestas desacelerativas de la TC estarían indicando una mayor atención al estímulo que debe procesarse.

## 2.3. Esfuerzo

Como hemos mencionado en apartados anteriores, los índices electrocorticales de esfuerzo mental más utilizados han sido el N100 y el P300, sobre todo en el campo

de los recursos múltiples. En lo que se refiere a este último, el P300 ha sido considerado como un índice de la distribución de recursos en tareas duales. Se entiende que en procesos que se hallan limitados por los recursos se deben encontrar relaciones lineales entre recursos y ejecución. Kramer, Wickens y Donchin (1985) encontraron dicha relación al observar que el aumento de la dificultad de la tarea primaria se traducía en una disminución sistemática de la amplitud del P300 provocado por la realización de una tarea secundaria. En nuestro caso no se realizaron tareas simultáneas. Sin embargo, tal y como apuntábamos en el apartado anterior, la Tarea 1C requiere necesariamente de menos recursos atencionales que la 2C y la 2L. En este sentido, resulta curioso observar que los valores de amplitud para el P300 ante el Target sufran una disminución en las Tareas 2C y 2L con respecto a la 1C, si bien es cierto que las diferencias encontradas no resultaron significativas. Por tanto, podríamos afirmar que nuestros datos apuntan en la misma dirección que los procedentes de los estudios donde se han empleado tareas superpuestas, en el sentido de que una demanda de mayores recursos implica una reducción de la amplitud del P300.

Finalmente, las implicaciones metodológicas de este primer estudio vienen dadas por dos aspectos diferentes, aunque relacionados entre sí: por una parte, se ha mostrado la posibilidad de que se produzcan cambios en tasa cardíaca en la misma escala temporal en la que se muestran los cambios en potenciales evocados. Por otra parte, tal y como ha quedado reflejado en este primer estudio, se hace necesario tener en cuenta el intervalo entre ensayos para poder mostrar cambios en esta variable de forma completa. A este efecto, los resultados indican que intervalos más largos favorecen la obtención de cambios direccionales completos en tasa cardíaca.

En cuanto a los dos últimos estudios, el contexto experimental en el que se desarrollaron los dos últimos estudios incluidos en el presente trabajo de investigación permiten discutir los datos obtenidos en torno a una serie de cuestiones relevantes en el marco tanto de la Respuesta Cardíaca de Defensa como del Reflejo Motor de Sobresalto que pasamos a tratar a continuación.

#### **2.4. Características del estímulo evocador de la RCD**

Las investigaciones más recientes que se han desarrollado en el ámbito de las características paramétricas de los estímulos capaces de elicitar la Respuesta Cardíaca de Defensa han llegado a elaborar un perfil de dichos estímulos en base a la inespecificidad de la estimulación utilizada, su nivel de intensidad, su duración y el tiempo de subida. En base a este conjunto de características, se ha establecido que:

- La Respuesta Cardíaca de Defensa, con cuatro componentes que se suceden en orden secuencial alterno (aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración) es elicitada por estímulos acústicos y electrocutáneos (Fernández y Vila, 1982; Vila y Fernández, 1989).

- La intensidad de los estímulos afecta principalmente a los dos componentes acelerativos del patrón, encontrándose que a mayor intensidad, mayor amplitud de respuesta en dichos componentes. No obstante, existen también estudios donde se ha encontrado el patrón cardíaco típico de defensa a intensidades moderadas (Vila y Fernández, 1989).

- En cuanto a la duración de los estímulos se ha encontrado que dicho parámetro afecta significativamente a los dos componentes acelerativos del patrón cardíaco de defensa, con un aumento lineal en la amplitud de la primera aceleración que se produce con duraciones que oscilan entre 50 y 500 milisegundos (Vila, Sánchez, Ramírez y Fernández, 1997). Por otra parte, la segunda aceleración sólo se observa cuando la duración del estímulo es larga (500-1000 milisegundos), mientras que los componentes desacelerativos del patrón no se ven afectados por la duración del estímulo.

- Finalmente, el tiempo de subida del estímulo no afecta a la Respuesta Cardíaca de (Ramírez, 2003; Ramírez, Sánchez, Fernández, Ottmar y Vila, 2005; Vila, Sánchez, Ramírez y Fernández, 1997).

Los datos procedentes de los dos estudios realizados sobre las respuestas defensivas provocadas por el Ruido Blanco y el Grito Humano, confirman y amplían los hallazgos comentados anteriormente. En cuanto a la modalidad sensorial del estímulo

que provoca el patrón cardiaco de defensa, los datos de ambos estudios confirman que la modalidad auditiva parece ser la modalidad de elección en el contexto de la Respuesta Cardiaca de Defensa. Más aún, el uso de estímulos acústicos no queda restringido al de sonidos de tipo artificial, más comúnmente utilizado. En este sentido, la principal implicación metodológica de ambos estudios radica en la posibilidad de utilizar estímulos auditivos naturales para provocar el mismo patrón de cambios a nivel cardiaco. El efecto significativo del factor Medianas en estos dos últimos estudios confirma la presencia de la Respuesta Cardiaca de Defensa ante el Ruido Blanco y el Grito Humano, aunque hay que mencionar que en ambos casos existen diferencias en el patrón que provocan mediadas por el orden de presentación de los estímulos, como ya hemos comentado en apartados anteriores.

En cuanto a la intensidad de los estímulos, los datos de los dos últimos estudios del presente trabajo de investigación confirman resultados previos: a intensidades moderadas (85dB, en nuestro caso) se sigue provocando el patrón cardiaco de defensa, si bien la amplitud de sus componentes, especialmente las dos aceleraciones, se ve reducida. Este dato es especialmente relevante en el caso del Grito Humano, en el que se observa una reducción dramática de la primera y segunda aceleración.

La duración de los estímulos empleados en los paradigmas de defensa cardiaca ha sido otro de los parámetros más investigados. Se ha comprobado, como mencionábamos anteriormente, que los dos componentes más sensibles a este parámetro son los dos componentes acelerativos. Las investigaciones realizadas hasta la fecha habían empleado una duración máxima del estímulo de 1 segundo. En nuestros dos estudios, la duración se aumentó hasta 2 segundos, no observándose ningún cambio en la forma de la respuesta en comparación con la obtenida en investigaciones previas.

## **2.5. Habitación de la Respuesta**

Desde los modelos tradicionales de defensa cardiaca (Graham, 1973, 1979; Sokolov, 1963) se ha defendido que el Reflejo de Defensa presenta una alta resistencia a la habitación. Sin embargo, estudios recientes no dan apoyo a los modelos clásicos, encontrándose una clara tendencia a la habitación que resulta especialmente dramática

en el caso de la segunda aceleración, que prácticamente desaparece en el segundo ensayo (Vila y Fernández-Santiago, 1981; Fernández-Santiago y Vila, 1982; Vila Sánchez, Ramírez y Fernández, 1997; García León, 1997; Pérez, 1994; Reyes, 1989; Robles, 1988; Sánchez, 2000; Ramírez et al., 2005; Ruiz, 2005).

Recientemente, Mata Martín (2006), manipulando el intervalo entre ensayos de defensa encontró que la habituación del patrón cardíaco de defensa se retrasaba cuando se aumentaba el tiempo entre el primer y el segundo ensayo, mientras que se facilitaba la deshabituación cuando se incrementaba el intervalo entre el segundo y tercer ensayo. No obstante, en este mismo estudio se encontró que la habituación de la respuesta no sólo dependía del intervalo entre los estímulo (ITI), sino que se encontraba modulada al mismo tiempo por diferencias individuales en Variabilidad Cardíaca y género.

Los datos de los dos últimos estudios del presente trabajo de investigación vienen a confirmar, por una parte, los resultados obtenidos en investigaciones anteriores: tanto en el estudio en el que se presentaron los estímulos a 95dB como el que se utilizó una intensidad más moderada (85dB) se observa una reducción paulatina de los dos componentes acelerativos. Sin embargo, también se obtienen fenómenos de recuperación de respuesta durante el segundo bloque de ensayos (para Ruido Blanco y Grito Humano), que no parecen depender exclusivamente del intervalo de separación entre el último ensayo del primer bloque y el primer ensayo del segundo bloque (10 minutos). Se ha visto que en ambos estudios la recuperación de la respuesta se ve facilitada cuando el estímulo que se presenta durante el primer bloque de ensayos es el Grito Humano, alcanzando la Respuesta Cardíaca de Defensa ante el Ruido Blanco valores de amplitud en todos sus componentes prácticamente idénticos a los obtenidos con el Grito Humano.

La principal implicación metodológica a la luz de estos resultados es la posibilidad de aumentar la efectividad del incremento del intervalo entre estímulos para facilitar la deshabituación atendiendo al orden de presentación de estímulos auditivos naturales y artificiales.

Sin embargo, las implicaciones de este efecto de facilitación de recuperación de la respuesta no se restringen, en nuestra opinión, al campo metodológico, sino que puede

ayudar, incluso, a reformular la hipótesis de partida por la que se esperaba encontrar un conjunto de respuestas defensivas mayor para el Grito Humano.

Desde la perspectiva de la hipótesis del *priming* motivacional se ha propuesto que la modulación de las respuestas defensivas depende del estado motivacional en el que se encuentra el organismo. En este sentido, se espera que haya potenciación de un reflejo cuando exista una razón de congruencia entre el tipo de reflejo (defensivo o apetitivo) y el estado motivacional propio del estado afectivo en que se encuentre el organismo -defensivo o apetitivo- (Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

En nuestro caso, podemos afirmar que el sistema motivacional activado ante la presentación del Ruido Blanco y el Grito Humano es el sistema aversivo. Sin embargo, el hecho de que se observe una mejor recuperación de la Respuesta Cardíaca de Defensa ante el Ruido Blanco cuando ha sido precedido por el Grito Humano posibilita la interpretación de dicho resultado en términos de una activación más efectiva y prolongada de dicho sistema motivacional cuando el estímulo posee relevancia biológica.

Otro dato que apoya esta interpretación es el encontrado en la respuesta de conductancia en el segundo estudio. Cuando el Ruido Blanco se presenta durante el primer bloque de ensayos, se observa una mayor amplitud de respuesta ante dicho estímulo en el primer ensayo, en comparación con la obtenida ante el Grito Humano en el mismo ensayo del segundo bloque, no observándose esta diferencia cuando el Grito Humano ha sido presentado en primer lugar.

## **2.6. Diferencias en la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto**

Los resultados encontrados en el segundo y tercer estudio han mostrado reiteradamente que existen diferencias en la amplitud del Reflejo Motor de Sobresalto ante el Ruido Blanco y el Grito Humano, observándose una respuesta mayor al primero. Este dato parece ir en contra de la interpretación sostenida en el apartado anterior sobre una activación más eficaz del sistema motivacional aversivo ante el Grito Humano, lo que debería provocar, en principio, el efecto contrario al obtenido en los dos últimos estudios.

No obstante, ambos tipos de estímulos presentan características paramétricas que podrían explicar las diferencias encontradas. El Ruido Blanco, en primer lugar, presenta un espectro de frecuencias más amplio que el del Grito Humano y, en segundo lugar, su intensidad permanece constante durante todo el tiempo que está siendo presentado. Por el contrario, la intensidad del Grito Humano fluctúa a lo largo de los dos segundos de exposición. Estas dos diferencias, en nuestra opinión, podrían estar mediando las diferencias en amplitud que hemos encontrado.

## 2.7. Actividad Alfa y Respuesta Cardíaca de Defensa

Uno de los objetivos fundamentales del presente trabajo de investigación ha sido el de examinar posibles cambios en el EEG que pudieran estar asociados al patrón cardíaco de defensa. La elección del análisis de frecuencias frente a otro tipo de metodologías ha estado fundamentada, sobre todo, en el hecho de que normalmente en los paradigmas de defensa el número de ensayos es bastante reducido debido a la rápida habituación que muestra la respuesta de tasa cardíaca.

Por otra parte, la actividad Alfa supone un fenómeno complejo que ha sido asociado con una amplia diversidad de procesos psicológicos. Entre los más relevantes se encuentran: memoria (Klimesch, 1997; Klimesch, Schimke y Pfurtscheller, 1993), atención (Klimesch et al., 1998a; Yordanova, Kolev y Polich, 2001) y conciencia visual (Seward and Seward, 1999; Strüber y Herrmann, 2002).

En cuanto a la atención, Klimesch y colaboradores (1998b) encontraron una relación significativa entre el nivel de desincronización de la banda inferior 1 de Alfa y el factor de alerta examinado en un paradigma *oddball* modificado con estímulos visuales. Otros autores (Yordanova y Polich, 2001) han examinado bandas de frecuencia de Alfa más amplias (lenta: 7-10 Hz y rápida: 10-14 Hz) y su relación con el componente P300. Los resultados de este estudio muestran que en ambas bandas se produce desincronización (descenso en la potencia de Alfa).

En el ámbito de la Respuesta Cardíaca de Defensa, se ha postulado que la forma de la respuesta, con sus cuatro componente, refleja la transición desde la atención



(primera aceleración y primera desaceleración) a la acción (segunda aceleración y segunda desaceleración) (Vila, Fernández y Pegalajar, 2003).

Los resultados obtenidos en la potencia absoluta de Alfa en los dos últimos estudios del presente trabajo de investigación permiten una primera aproximación a los posibles correlatos centrales que guardan relación con los componentes de la Respuesta Cardíaca de Defensa que encierran un carácter de tipo atencional.

En ambos estudios, la presentación del Ruido Blanco y el Grito Humano provocó una reducción significativa de la potencia absoluta de Alfa en localizaciones parieto-occipitales en un periodo de cinco segundos desde el inicio de los estímulos en comparación con los niveles de actividad Alfa presentes durante los cinco segundos del periodo de línea de base. Por otra parte, es llamativo el hecho de que en el estudio en el que se presentaron los sonidos a una intensidad de 95dB se observó un incremento –no significativo- de los niveles de Alfa ante la presentación de los estímulos del ensayo 1 al 3. Sin embargo, la reducción de las diferencias entre el periodo post-estímulo y el de la línea de base no resultó ser significativa. Paralelamente, en dicho estudio tampoco se obtuvo un efecto de habituación para el primer componente acelerativo del patrón cardíaco de defensa.

Los resultados obtenidos en el tercer estudio muestran que la actividad Alfa sigue presentando un efecto de bloqueo en localizaciones parieto-occipitales ante la presentación de ambos tipos de estímulos. Más aún, en este caso sí se obtuvo un efecto significativo en cuanto a las diferencias en actividad Alfa entre el periodo post-estímulo y el de línea de base, siendo dicha diferencia máxima en el primer ensayo. Al mismo tiempo, también se obtuvo un claro efecto de habituación para los dos primeros componentes del patrón cardíaco de defensa.

La principal implicación teórica de estos datos incide sobre la naturaleza atencional de los componentes iniciales de la Respuesta Cardíaca de Defensa ya que, de confirmarse los resultados obtenidos, podríamos estar ante el primer índice psicofisiológico de la existencia de procesos de tipo atencional (alerta) en los componentes más tempranos del patrón cardíaco.

Finalmente, en estudios que se están llevando a cabo actualmente en nuestro laboratorio sobre la modulación de la Respuesta Cardíaca de Defensa mediante la realización de tareas de búsqueda visual (atención externa) y de memoria de trabajo (atención interna) parecen apoyar la interpretación de los cambios en la actividad Alfa al encontrarse potenciación del primer componente acelerativo cuanto los sujetos realizan la tarea de atención externa.

### **3. Limitaciones y perspectivas futuras**

Los resultados de nuestras investigaciones ayudan a resolver parte de las cuestiones planteadas al inicio de esta tesis, pero también ha desvelado nuevos interrogantes que la investigación futura deberá abordar en el contexto de los índices centrales y periféricos de procesamiento cognitivo, por un lado, y de los índices centrales que pudieran estar implicados en la Respuesta Cardíaca de Defensa. Empezamos señalando algunas posibles investigaciones vinculadas a limitaciones de los estudios realizados para pasar posteriormente a comentar nuevas líneas de investigación a seguir en el futuro.

En primer lugar, sería interesante continuar el estudio de la significación de los cambios en tasa cardíaca en paradigmas atencionales. En el primer estudio hemos tratado fundamentalmente de examinar la posibilidad de obtener cambios en variables periféricas y centrales en la misma escala temporal. Sin embargo, la metodología empleada no nos permite afinar del todo la interpretación de los cambios direccionales de la tasa cardíaca. Nosotros asumimos que el empleo de dos estímulos en lugar de sólo uno supone un aumento de la carga cognitiva de la tarea. Sin embargo, dado el intervalo empleado en la tarea 2C, no se pudo evaluar el componente acelerativo en dicha tarea y observar si presentaba diferencias respecto a la versión del paradigma *oddball* en la que el intervalo entre estímulos era de 6 segundos.

En segundo lugar, también creemos conveniente ahondar en el estudio de las reacciones defensivas ante estímulos auditivos naturales y artificiales. Por una parte, creemos conveniente el análisis paramétrico exhaustivo del estímulo natural empleado en estos estudios de cara a mejorar la comprensión de las diferencias encontradas entre ambos, especialmente en el caso del componente de parpadeo del Reflejo Motor de

Sobresalto. Por otra parte, sería recomendable ver cómo estímulos de valencia agradable afectan al conjunto de variables que hemos considerado en el presente trabajo de investigación.

Finalmente, en cuanto a los cambios en la actividad eléctrica cerebral que pudieran estar relacionados con la Respuesta Cardíaca de Defensa, consideramos que existe la necesidad de realizar estudios más finos sobre el comportamiento de la actividad tipo Alfa ante estímulos intensos, típicos de los paradigmas de defensa. Al mismo tiempo, la obtención de potenciales evocados en tareas que manipulan algunos aspectos de la atención (fundamentalmente, actitud atencional) puede suponer una puerta al mejor entendimiento de los mecanismos cerebrales que pudieran estar a la base de determinadas respuestas defensivas.

Además de estas limitaciones, los resultados de nuestra investigación también plantean nuevos interrogantes que la investigación futura deberá abordar. A continuación apuntamos algunos de estos retos.

En primer lugar, si la tasa cardíaca muestra cambios direccionales comparables a los obtenidos en la onda de potenciales, sería interesante examinar las relaciones exactas entre ambos tipos de medida en sus diversos parámetros de amplitud y latencia.

En segundo lugar, si el fenómeno de habituación de la Respuesta Cardíaca de Defensa se ve afectado no sólo por el intervalo de separación entre estímulos, sino por la relevancia biológica de los mismos (estímulos naturales vs. artificiales) y el orden en el que éstos se presentan, sería conveniente examinar qué estímulos naturales afectan más efectivamente al gradiente de habituación del patrón.

En tercer lugar, si la reducción en actividad Alfa durante los primeros segundos desde el inicio del estímulo guarda relación con la amplitud del primer componente acelerativo de la Respuesta Cardíaca de Defensa, sería interesante ver no sólo cambios en frecuencia asociados a dicho componente del patrón cardíaco sino también relacionados con el componente acelerativo de latencia larga.

#### **4. Conclusiones**

Las conclusiones que se pueden extraer del presente trabajo de investigación se pueden resumir de la siguiente forma:

1. La obtención de potenciales cardíacos de manera análoga a la empleada en la obtención de potenciales corticales evocados permite observar cambios en tasa cardíaca milisegundo a milisegundo.
2. El empleo de intervalos largos entre estímulos (6 segundos) permite observar los cambios en tasa cardíaca en su totalidad, observándose la presencia de dos componentes de respuesta: una desaceleración inicial seguida de una aceleración asociadas respectivamente al registro del estímulo y a su carga atencional.
3. El uso de estímulos auditivos naturales evaluados como aversivos permite obtener un conjunto de reacciones defensivas muy similar al encontrado utilizando Ruido Blanco.
4. Las únicas diferencias encontradas entre ambos estímulos hacen referencia, por una parte, al componente de parpadeo del Reflejo Motor de Sobresalto, observándose una amplitud mayor en el caso del Ruido Blanco. Por otra parte, las diferencias encontradas entre Ruido Blanco y Grito Humano en cuanto a la Respuesta Cardíaca de Defensa se encuentran moduladas por un efecto de orden.
5. La habituación de la Respuesta Cardíaca de Defensa parece no depender exclusivamente del intervalo entre estímulos. Cuando el estímulo natural se presenta durante el primer bloque de ensayos, se observa una mejor

recuperación del patrón ante el estímulo artificial, presentado en el segundo bloque.

6. La presentación de estímulos auditivos intensos provocan un bloqueo de la actividad Alfa en localizaciones parieto-occipitales en los cinco segundos posteriores a la presentación de los sonidos.
7. El incremento de actividad Alfa a través de los distintos ensayos en un paradigma de defensa resulta significativo a niveles de intensidad moderada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adrian, E. (1942). Olfactory reactions in the brain of the hedgehog. *Journal of Physiology (London)*, 100, 459-473.
- Aggleton, J. P. (1992). *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*. New York: Wiley.
- Aggleton, J.P. y Mishikin, M. (1986). The amygdala: Sensory gateway to the emotions. En R. Plutchick y H. Kellerman (Eds.) *Emotion: theory, research and experience* (Vol. 3). New York: Academic Press.
- Aggleton, J.P. y Young, A. (2000). The enigma of the amygdala: On its contribution to human emotion. En R.D. Lane y L. Nadel (Eds.) *Cognitive neuroscience of emotion* (pp. 106-128). New York: Oxford University Press.
- Alloway, C.E.D., Ogilvie, R.D. y Shapiro, C. (1997), The alpha attenuation test: assessing excessive daytime sleepiness in narcolepsy-cataplexy. *American Sleep Disorders and Sleep Research Society*, 20, 258-266.
- Allport, D. A. (1993). Attention and Control: Have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-five years. En: D.E. Meyer y S.M. Kornblum (Eds.), *Attention and Performance XIV: Synergies in Experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience* (pp. 183-218). Cambridge, MA: MIT Press.
- Allport, D.A. (1980b). Patterns and action. En G. Glaxton (Ed.), *Cognitive Psychology: New Directions*. London: Routledge y Kegan Paul.
- Allport, D.A. (1989). Visual attention. En: M.I. Posner (Ed.), *Foundations of Cognitive Science* (pp.631-682). Cambridge, MA: MIT Press.
- Angrilli, A., Mauri, A., Palomba, D., Flor, H., Birbaumer, N., Sartori, G. y Di Paola, F. (1996). Startle reflex and emotion modulation impairment after a right amygdala lesion. *Brain*, 119, 1991-2000.
- Anthony, B.J., Butler, G.H., y Putnam, L.E. (1978). Probe startle inhibition during HR deceleration in a forewarned RT paradigm. *Psychophysiology*, 15, 285.
- Anthony, B.J., y Putnam, L.E. (1979). Startle and cardiac indexes of developmental differences in anticipatory attention. *Psychophysiology*, 17, 324.

- Anthony, B.J., y Putnam, L.E. (1985). Cardiac and blink reflex concomitants of attentional selectivity: a comparison of adults and young children. *Psychophysiology*, 2, 508-516.
- Baddeley, A.D. (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Boston: Allyn y Bacon.
- Balaban, M.I. (1995). Affective influences on startle in five-month-old infants: Reactions to facial expressions of emotion. *Child Development*, 66, 28-36.
- Balaban, M.I. y Taussing, H.N. (1994). Salience of fear/threat in the affective modulation of the human startle blink. *Biological Psychology*, 38, 117-132.
- Barceló, F., Hall, M., y Gale, A. (1995). A psychophysiological inquiry into the nature of the Sokolovian orienting response comparator model: Skin conductance and EEG data. *Biological Psychology*, 41, 147-166.
- Barry, R.J. (1982). Novelty and Significance Effects in the Fractionation of Phasic OR Measures: A Synthesis with Traditional OR Theory. *Psychophysiology*. 19 (1), 28-35.
- Barry, R.J. (1984). Preliminary Process in O-R Elicitation. *Acta Psychologica*. 55 (2), 109-142.
- Barry, R.J. y Tremayne, P. (1987). Separation of Components in the Evoked Cardiac Response under Processing Load. *Journal of Psychophysiology*. 1 , 259-264.
- Basar, E. Schürmann, M., Basar-Eroglu, C. y Karakas, S. (1997). Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 5-29.
- Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karakas, S. y Schurmann, M. (2000). Brain oscillations in perception and memory. *International Journal of Psychophysiology*, 35 (2-3), 95-124.
- Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karakas, S. y Schurmann, M.(1999). Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? *Neuroscience Letter*, 259 (3), 165-8.
- Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karakas, S. y Schurmann, M.(1999). Oscillatory brain theory: a new trend in neuroscience. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 18 (3), 56-66.
- Basar-Eroglu, C., Basar, E., Demiralp, T y Schürmann, M (1992). P300 response: Possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels, A review. *International Journal of Psychophysiology*, 13 (2), 161-179.

- Beaumont, G.J. (1983). The EEG and task performance: A tutorial review. En A.W.K. Gaillard y W. Ritter (Eds.), *Tutorials in ERP research: Endogenous components* (pp. 385-406). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Berger, H.(1929). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 87, 527-570.
- Berlyne, D.E. (1960). *Conflict, arousal and curiosity*. New York: McGraw-Hill.
- Besthorn, C. et al (1997). Discrimination of Alzheimer's disease and normal aging by EEG data. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103, 241-248.
- Blaylock, B. (1972). Some antecedents of directional fractionation: effects of "Intake-Rejection", verbalization requirements, and threat of shock on heart rate and skin conductance. *Psychophysiology*, 9, 40-52.
- Bohlin, G., Lindhagen, K. y Hagekull, B. (1981b). Cardiac Orienting to pulsed and continuous auditory stimulation: A developmental study. *Psychophysiology*, 18, 440-446.
- Bond, D. D. (1943). Sympathetic vagal interaction in emotional response of the heart rate. *American Journal of Physiology*, 138, 468-478.
- Borbély, A.A., Baumann, F., Brandeis, D., Strauch, I. y Lehmann, D. (1981). Sleep deprivation: effect on sleep stages and EEG Power density in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 51, 483-493.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999a). *International Affective Digitized Sounds*. Technical Report B-2, Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999b). *Affective Norms for English Words (ANEW)*. *Stimuli, instruction manual and affective ratings*. Technical report C-1, Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000b). Affective reactions to acoustic stimuli, *Psychophysiology*, 37, 204-215.
- Bradley, M.M. (2000). Emotion and motivation. En J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary y G. G. Bernston (Eds.) *Handbook of Psychophysiology* (pp. 602-642). New York: Cambridge University Press.



- Bradley, M.M. y Lang, P.J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25, 49-59.
- Bradley, M.M. y Lang, P.J. (2000a). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37, 204-207.
- Bradley, M.M., Cuthbert B. N. y Lang, P.J. (1996a). Lateralized startle probes in the study of emotion. *Psychophysiology*, 33, 156-161.
- Bradley, M.M., Cuthbert B.N. y Lang, P.J. (1996b). Picture media and emotion: Effects of a sustained affective context. *Psychophysiology*, 33, 662-670.
- Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. y Lang, P.J. (1990). Startle reflex modulation: Emotion or attention? *Psychophysiology*, 27, 513-522.
- Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. y Lang, P.J. (1991). Startle and emotion: Lateral acoustic stimuli and the bilateral blink. *Psychophysiology*, 28, 285-295.
- Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. y Lang, P.J. (1993). Pictures as prepulse: Attention and emotion in startle modification. *Psychophysiology*, 30, 541-545.
- Bradley, M.M., Greenwald, M.K. y Hamm A.O. (1993). Affective Picture Processing. En A. Öhman y N. Birbaumer (Eds.) *The structure of emotion: psychophysiological, cognitive and clinical aspect* (pp. 48-68). Toronto: Hogrefe & Huber Publishers.
- Bradley, M.M., Greenwald, M.K., Petry, M.C. y Lang, P.J. (1992). Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(2), 379-390.
- Bradley, M.M., Lang, P.J. y Cuthbert, B.N. (1993). Emotion, novelty, and the startle reflex: habituation in humans. *Behavioral Neuroscience*, 107(6), 970-980.
- Bradley, M.M., Sabatinelli, D., Lang, P.J., Fitzsimmons, J.R., King, W. y Desai, P. (2003). Activation of the visual cortex in motivated attention. *Behavioral Neuroscience*, 117 (2), 369-380.
- Broadbent, D.E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Cacioppo, J.T., Sandman, C.A., y Walker, B.B. (1978). The effects of operant heart rate conditioning on cognitive elaboration and attitude change. *Psychophysiology*, 15, 330-338.

- Brown, I.S., Kalish, H.I. y Farber, I.E. (1951). Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 317-328.
- Burgess, A. y Gruzelier, J.H. (1997). Short duration synchronization of human theta rhythm during recognition memory. *Neuroreport*, 8, 1039-1042.
- Cacioppo, J.T. y Bernston, C.C. (1994). Relationships between attitudes and evaluative space: A critical review with emphasis on the separability of positive and negative substrates. *Psychological Bulletin*, 115, 401-423.
- Cacioppo, J.T. y Gardner, W.L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50, 191-214.
- Cacioppo, J.T., Gardner, W.L. y Berntson, G.G. (1997). Beyond bipolar conceptualizations and measures: The case of attitudes and evaluative space. *Personality and Social Psychology Review*, 1, 3-25.
- Cahill, L. y McCaugh, J.L. (1990). Amigdaloid complex lesions differentially affect retention of task using appetitive and aversive reinforcement. *Behavioral Neuroscience*, 104, 532-543.
- Cannon (1929). Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. New York: Appleton.
- Carroll, D., y Anastasiades, P. (1978). The behavioural significance of heart rate: The Lacey's hypothesis. *Biological Psychology*, 7, 249-275.
- Cass, M., y Polich, J. (1997). P300 from a single-stimulus paradigm: auditory intensity and tone frequency effects. *Biological Psychology*, 46, 51-65.
- Chen, A. C. N., y Herrmann, C. S. (2001). Perception of pain coincides with the spatial expansion of human EEG dynamics. *Neuroscience Letters*, 297 (3), 183-186.
- Cherry, S.R., y Phelps, M.E. (1996). Imaging brain function with positron emission tomography. En: A.W. Toga, y J.C. Mazziotta (Eds.), *Brain Mapping Methods* (pp. 191-221). San Diego: Academic Press.
- Chiaromonti, R. et al. (1997). Correlation of topographical EEG features with clinical severity in mild and moderate dementia of Alzheimer type. *Neuropsychobiology*, 36, 153-158.
- Christian, W. (1984). Das Elektroencephalogramm (EEG) in höheren Lebensalter. *Neuernerzt*, 55, 517-524.
- Church (Eds.), *Punishment and aversive behaviour* (pp.279-296). New York: Appleton Century Crofts.

- Coben, L.A., Dazinger, W. y Storandt, M. (1985). A longitudinal EEG study of mild senile dementia of Alzheimer type: changes at 1 year and at 2, 5 years. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 61, 101-112.
- Cohen, M.R., Semple, W.E., Gross, M., Holcomb, H.H., Dowling, M.S. y Nordahl, E. (1998). Functional localization of sustained attention: Comparison to sensory stimulation in the absence of instruction. *Neuropsychology and Behaviour Neurology*, 1, 3-20.
- Coles, M.G.H. (1972). Cardiac and respiratory activity during visual search. *Journal of Experimental Psychology*, 96, 371-379.
- Coles, M.G.H. y Duncan-Johnson, C. (1975). Cardiac activity information processing: The effects of stimulus significance and detection and response requirements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 418-428.
- Coles, M.G.H. y Duncan-Johnson, C. (1977). Attention and cardiac activity: Heart rate responses during a variable foreperiod, disjunctive reaction time task. *Biological Psychology*, 5, 151-158.
- Cook III, E., y Turpin, G. (1997). Differentiating Orienting, Startle, and Defense Responses: The Role of Affect and Its Implications for Psychopathology. En: P.J. Lang, R.F.
- Cook, E.W. (1995). Startle blink measurement: stimulus, responses and quantification issues [Abstract]. *Psychophysiology*, 32, S12-13.
- Cook, E.W. y Turpin, G. (1997). Differentiating orienting, startle, and defense response: The role of affect and its implications for psychopathology. P. J. Lang, R. F. Simons y M. T. Balaban *Attention and Orienting* (pp. 131-164). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Corbetta, M., Meizing, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, B.L. y Petersen, S.E. (1993). Attentional modulation of neural processing of shape, color and velocity in human. *Science*, 248, 1556-1559.
- Corsi-Cabrera, M. et al. (1994). Changes in the waking EEG as a consequence of sleep and sleep deprivation. *Sleep*, 15, 550-555.
- Corteen, R.S. y Wood, B. (1972). Autonomic responses to shock-associated words in an unattended channel. *Journal of Experimental Psychology*, 94, 308-313.

- Courchesne, E., Hillyard, S.A., y Galambos, R. (1975). Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39, 131-143.
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1996). Probing picture perception: Activation and emotion, *Psychophysiology*, 33, 103-111.
- Cuthbert, B.N., Schupp, H.T., Bradley, M.M., McManis, M. y Lang, P.J. (1998). Probing affective pictures: Attended startle and tone probes. *Psychophysiology*, 35, 344-347.
- Daniel, R.S. (1967). Alpha and theta EEG in vigilance. *Perception and Motor Skills*, 25, 697-703.
- Davis, M. (1989). Sensitization of the acoustic startle by footshock. *Behavioral Neuroscience*, 103, 495-503.
- Davis, M. (1992a). The role of amygdala in fear potentiated startle: Implications for animal models of anxiety. *Trends in Pharmacological Science*, 13, 35-41.
- Davis, M. (1992b). The role of the amygdala in conditioned fear. En J. P. Aggleton (Ed.) *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental disfunction* (pp. 255-305). New York: Wiley-Liss.
- Davis, M. (1997). The neurophysiological basis of acoustic startle modulation: Research on fear motivation and sensory gating. En P.L. Lang , R.F. Simons y M.T. Bakabab (Eds.) *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes* (pp. 69-96). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, M. y Lang, P.J. (2001). Emotion: Integration of animal and human data and theory. En M. Gallagher y R.J. Nelson (Eds.) *Comprehensive grandbook of psychology: Biological psychology* (Vol. 3). New York: Wiley.
- Davis, M., Hitchcock, J.M. y Rosen, J.R. (1987). Anxiety and the amygdala: Pharmacological and anatomical analysis of the fear potentiated startle paradigm. En G.H. Bower (Ed.) *Psychology of learning and motivation* (Vol. 21pp. 263-305). New York: Academic Press.
- Dawson, M.E. y Schell, A.M. (1982). Electrodermal responses to attended and unattended significant stimuli during dichotic listening. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 315-324.
- Dawson, M.E., Filion, D.L. y Schell, A.M. (1989). Is elicitation of the autonomic orienting response associated with allocation of processing resources? *Psychophysiology*, 26, 560-572.

- Dawson, M.E., Schell, A.M., Swerdlow, N.R. y Fillion, D.I. (1997). Cognitive, clinical, and neurophysiological implications of startle modification. P.J. Lang, R.F. Simons y M.T. Balaban *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes* (pp. 257-279). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Debener et al. (2003). Top-down attentional processing enhances auditory evoked gamma band activity. *NeuroReport*, 14 (5), 683-686.
- Dement, W. y Kleitman, N. (1957). Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body mobility, and dreaming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 9, 673-690.
- Deutsch, J.A. y Deutsch, D. (1963). Attention: some theoretical considerations. *Psychological Review*. 70 (1), 80-90.
- Dickinson, A., & Dearing, M. F. (1979). Appetitive-aversive interactions and inhibitory processes. In A. Dickinson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of Learning and Motivation*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dijk, D.J., Brunner, D.P., Beersma, D.G.M y Borbély, A.A. (1990). Electroencephalogram power density and slow wave sleep as a function of prior waking and circadian phase. *Sleep*, 13, 430-440.
- Donchin, E. (1981). Surprise!...Surprise? *Psychophysiology*, 18, 493-513.
- Donchin, E., Heffley, E., Hillyard, S.A., Loveless, N., Maltzman, L., Öhman, A., Rösler, R., Ruchkin, D., y Siddle, D. (1984). Cognition and event-related potentials: II. The orienting reflex and P300. *Annals of New York Academy of Science*, 425, 39-57.
- Donchin, E., y Coles, M.G.H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioural and Brain Sciences*. 11, 357-374.
- Donchin, E., y Fabiani, M. (1991). The Use of Event-Related Brain Potentials in the Study of Memory: Is P300 a Measure of Event Distinctiveness?. En: J.R. Jennings y M.G.H. Coles, (Eds.), *Handbook of Cognitive Psychophysiology: Central and Autonomic Nervous System Approaches* (pp. 471-498). Sussex: John Wiley and Sons Ltd.
- Donchin, E., y Fabiani, M. (1991). Orienting, P300 and Memory: Commentary. En: J.R. Jennings, y M.G.H. Coles, (Eds.), *Handbook of Cognitive Psychophysiology: Central and Autonomic Nervous System Approaches* (pp. 499-510). Sussex: John Wiley and Sons Ltd.

- Doppelmayr, M., Klimesch, W., Pachinger, T. y Ripper, B. (1998). The functional significance of absolute power with respect to event-related desynchronization. *Brain Topography* (en prensa).
- Duffy, F.H., Albert, M.S., McAnulty y G., Garvey, A.J. (1984). Age-related differences in brain electrical activity of healthy subjects. *Annals of Neurology*, 16, 430-438.
- Duncan, J. (1980). The Locus of Interference in the Perception of Simultaneous Stimuli. *Psychological Review*. 87, 272-300.
- Duncan-Johnson, C., y Coles, M.G.H. (1974). Heart rate and disjunctive reaction time: The effects of discrimination requirements. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1160- 1168.
- Duncan-Johnson, C., y Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: the variation of event related potentials of schizophrenics, patients with Parkinson's disease and controls. *Psychophysiology*, 14, 456-467.
- Eason, R.G., Aiken, L.R., White, C.T., y Lichtenstein, M. (1964). Activation and Behaviour: II. Visually evoked cortical potentials in man as indicants of activation level. *Perceptual and Motor Skills*, 19, 875-895.
- Eason, R.G., Aiken, L.R., White, C.T., y Lichtenstein, M. (1964). Activation and Behaviour: II. Visually evoked cortical potentials in man as indicants of activation level. *Perceptual and Motor Skills*, 19, 875-895.
- Ehrlichman, H., Brown, S., Zhu, J. y Warrenburg, S. (1995). Startle reflex modulation during exposure to pleasant and unpleasant odors. *Psychophysiology*, 32, 150-154.
- Engle, A. K., Fries, P. y Singer, W. (2001). Dynamic predictions: Oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2 (10), 704-716.
- Epstein, H.T. (1980). EEG developmental stages, *Developmental Psychology*, 13, 629-631.
- Eriksen, B.A. y Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target in a non search task. *Perception and Psychophysics*, 16, 43-149.
- Esteves, F., Parra, C., Dimberg, U. y Öhman, A. (1994). Nonconscious associative learning. Pavlovian conditioning of skin conductance responses to masked fear-relevant facial stimuli. *Psychophysiology*, 31, 375-385.

- Everitt, B.J. y Robbins, T.W. (1992). Amygdala-ventral striated interactions and reward related processes. En L. Aggleton (Ed.) (The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction), (pp. 401-429). New York: Wiley.
- Everitt, B.J., Dickinson, A. y Robbins, T.W. (2001). The neuropsychological basis of addictive behaviour. *Brain Research Review*, 36, 129-138.
- Eves, F.F. y Gruzelier, J.M. (1984). Individual differences in the cardiac response to high intensity auditory stimulation. *Psychophysiology*, 21, 342-352.
- Eves, F.F. y Gruzelier, J.M. (1985). Individual differences in the cardiac response to novel stimuli. En J.F. Orlebeke , G. Mulder y L.J.P. van Doornen (Eds.) *Psychophysiology of cardiovascular control* . Nueva York: Plenum Press.
- Fabiani, M., Gratton, G., y Coles, M.G.H. (2000). Event-related potentials: Methods, Theory, and Applications. En: John T. Cacioppo, Louis Tassinary y Gary G. Bernton, (Eds.). *Handbook of Psychophysiology (second edition)* (pp. 53-84). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fabiani, M., y Friedman, D. (1995). Changes in brain activity patterns in aging: The novelty oddball. *Psychophysiology*, 32, 579-594.
- Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, A. y Posner, M.I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 14, 340- 347.
- Fanselow, M.S. (1994). Neural organization of the defense behavior system responsible for fear. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1, 429-438.
- Fanselow, M.S., DeCola, J.P., DeOca, B.M. y Landeira-Fernández, J. (1995). Ventral and dorsolateral regions of the midbrain periaqueductal gray pag control different stages of defensive behavior: Dorsolateral pag lesions enhance the defensive freezing produced by massed and immediate shock. *Aggressive Behavior*, 21, 63-77.
- Fell, J., Klaver, P., Lehnertz, K., Grunwald, Th., Schaller, C., Elger, Ch. Y Fernández, G. (2001). Human memory formation is accompanied by rhinal-hippocampal coupling and decoupling. *Nature Neuroscience*, 4 (12), 1259-1264.
- Fendt, M. y Fanselow, M.S. (1999). The neuroanatomical and neurochemical basis of conditioned fear. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 123-133.
- Fendt, M. y Fanselow, M.S. (1999). The neuroanatomical and neurochemical basis of conditioned fear. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 123-133.

- Fernández, M. C. (1980). *Responsividad y condicionamiento semántico en relación con el ciclo menstrual*. Memoria de licenciatura no publicada: Universidad de Granada.
- Fernández, M. C. (1987). *La Respuesta Cardíaca de Defensa en humanos: Significación autonómica y comportamental*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Fernández, M. C., & Vila, J. (1982). Componentes Cardíacos de las Respuestas Defensivas. Comunicación Presentada al *VII Congreso Nacional de Psicología* (pp. 447-449). Servicio de Publicaciones.
- Fernández, M.C. (1986). Técnicas de psicofisiología. En A. Blanco (Ed.) *Apuntes de Psicodiagnóstico* (pp. 470-499). Valencia: Promolibro.
- Fernández, M.C. y Vila, J. (1989a). Sympathetic-parasympathetic mediation of the cardiac defense response in humans [Abstract]. *Biological Psychology*, 28, 123-133.
- Fernández, M.C. y Vila, J. (1989b). The cardiac defense response in humans: Implications for behavior and health. *International Journal of Psychophysiology*, 7, 195-196.
- Fernández, M.C. y Vila, J. (1989c). La Respuesta Cardíaca de Defensa en humanos (II): Diferencias sexuales e individuales. *Boletín De Psicología*, 24, 7-29.
- Fernández, M.C., y Vila, J. (1989). Cognitive versus motivational significance of the cardiac response to intense auditory stimulation. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 49-59.
- Fernández, M.C., y Vila, J. (1990). La respuesta cardíaca de defensa en humanos: Diferencias sexuales e individuales. En: E. Ibáñez, (ed.). *Psicología de la salud y estilos de vida: Cáncer y corazón*. Valencia: Promolibro.
- Fernández-Duque, D. y Posner, M.I. (2001). Brain Imaging of Attentional Networks in normal and pathological states. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, 477-486.
- Fernández-Duque, D. y Posner, M.I. (2001). Brain imaging of attentional networks in normal and pathological states. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23(1), 74-79.
- Filion, D.L., Dawson, M.E., Schell, A.M. y Hazlette, E.A. (1991). The relationship between skin conductance orienting and the allocation of processing resources. *Psychophysiology*, 28, 410-424.



- Fox, P.T., y Mintun, M.A. (1989). Noninvasive functional brain mapping by changedistribution analysis of averaged PET images of H<sub>2</sub> <sup>15</sup>O tissue activity. *Journal of*
- Funahashi, S. (2001). Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, 39, 147-165.
- Furedy, J.J. y Ginsberg, S. (1975). Test of an orienting-reaction-recovery account of short interval autonomic conditioning. *Biological Psychology*, 3, 121-129.
- Galambos, R. (1992). A comparison of certain gamma band (40Hz) brain rhythms in cat and man. En E. Basar y T. Bullock (Eds.), *Induced rhythms in the brain* (pp. 201-216). Boston: Birkhauser.
- García León, A. (1997). *Efectos de la hostilidad/ira sobre la reactividad cardiovascular en paradigmas tónicos y fásicos (la Respuesta Cardíaca de Defensa)*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- García-León, A., Vila, J., Reyes del Paso, G., & Pérez, M.N. (2002). Efectos de la frustración y el hostigamiento en la modulación emocional de la respuesta cardíaca de defensa. *Psicothema*, 14, 450-455.
- Gardner, H. (1988). *La nueva ciencia de la mente: Historia de la revolución cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Gasser, T., Verleger, R., Bächer, P. y Sroka, L. (1988). Development of EEG of school-age children and adolescents: I. Analysis of band power. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 69, 91-99.
- Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L. y Yu, D. (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing and practice. *Cerebral Cortex*, 7, 374-385.
- Gevins, A.S. (1986). Quantitative human neurophysiology. En: H.J. Hannay (Ed.), *Experimental techniques in human neuropsychology* (pp. 419-456). New York: Oxford University Press.
- Gevins, A.S., y Schaffer, R.E. (1980). A critical review of electroencephalographic (EEG) correlates of higher cortical functions. *CRC Critical Reviews in Bioengineering*, 113- 164.
- Graham, F. K. & Slaby, D. A. (1973). Differential heart rate changes to equally intense white noise and tone. *Psychophysiology*, 10, 347-362.

- Graham, F. K. (1979). Distinguishing among orienting, defense and startle reflexes. En H.D. Kimmel , E.H. van Olst , & J.F. Orlebeke (Eds.) *The Orienting Reflex in Humans* (pp. 137-167). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Graham, F.K. (1973). Habituation and dishabituation of responses innervated by the autonomic nervous system. En H.S. Peeke y M.J. Hertz (Eds.). *Habituation, vol. 1 (Behavioural Studies)* (pp. 163-218). New York: Academic Press.
- Graham, F.K. (1973). Habituation and dishabituation of responses innervated by the autonomic nervous system. En H.V.S. Peeke y M.I. Herz (Eds.) *Habituation: Behavioral Studies and Physiological Substrates* (Vol. 1pp. 163-218). New York: Academic.
- Graham, F.K. (1975). The more or less startling effects of weak prestimulation. *Psychophysiology*, 12, 238-248.
- Graham, F.K. (1992). Attention: the heartbeat, the blink, and the brain. En: B.A. Campbell, H. Hayne, y R. Richardson (Eds.), *Attention and information processing in infants and adults* (pp. 3-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Graham, F.K. y Clifton, R.K. (1966). Heart rate as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305-320.
- Graham, F.K. y Hackley, S.A. (1991). Passive and Active Attention to Input. En: J.R. Jennings y M.G.H. Coles, (Eds.), *Handbook of Cognitive Psychophysiology: Central and Autonomic Nervous System Approaches* (pp. 251-299). Sussex: John Wiley and Sons Ltd.
- Green, J. (1980). A review of the Lacey's physiological hypothesis of heart rate change. *Biological Psychology*, 11, 63-80.
- Greenwald, M. K., Cook, E. W., III, & Lang, P.J. (1989). Affective judgement and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 3, 51-64.
- Grooves, P.M., y Thompson, R.F. (1970). Habituation: A dual process theory. *Psychological Review*, 77, 419-450.
- Gross, J.J. y Levenson, R.W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9, 87-108.
- Guilford, J.P. (1927). Fluctuations of attention with weak visual stimuli. *American Journal of Psychology*, 38, 534-583.
- Hackley , S.A. y Boelhouwer, A.J.W. (1997). The more or less startling effects of weak prestimulation-revisited: prepulse modulation of multicomponent blink reflexes.

- En P.J. Lang, R.F. Simons y M.T. Balaban (Eds.) *Attention And Orienting: Sensory and Motivational Processes* (pp. 205-227). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hackley, S.A. (1993). An evaluation of the automaticity of sensory processing using event related potentials and brain-stem reflexes. *Psychophysiology*, 30, 415-428.
- Hadjiyannakis, K, Ogilvie, R.D., Alloway, C.E.D. y Shapiro, F. (1997). FFT analysis of EEG during stage 2-to-REM transitions in narcoleptic patients and normal sleepers. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103, 543-553.
- Haenschel, C, Baldeweg, T., Croft, R. J., Whittington, M. y Gruzelier, J. (2000). Gamma and beta frequency oscillations in response to novel auditory stimuli. A comparison of human electroencephalogram (EEG) data with in vitro models. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 97 (13), 7645-7650.
- Hagemann, D., Naumann, E., Maier, S., Becker, G., Lürken, A. y Bartussek, D. (1999). The assessment of affective reactivity using films. Validity, reliability and sex differences. *Personality and Individual Differences*, 26, 627-639.
- Hahn, W.W. (1973). Attention and heart rate: a critical appraisal of the hypothesis of Lacey and Lacey. *Psychological Bulletin*, 79, 59-70.
- Hamm, A.O., Cuthbert, B.N., Globisch, J. y Vaitl, D. (1997). Fear and startle reflex: Blink modulation and autonomic response patterns in animal and mutilation fearful subjects. *Psychophysiology*, 34, 97-107.
- Hamm, A.O., Globisch, J., Weilke, A. y Wietlacke, M. (1993). Habituation and startle modulation: Persistence of fear in simple phobics [Abstract]. *Psychophysiology*, 30, S13.
- Hamm, A.O., Greenwald, M.K., Bradley, M.M., & Lang, P.J. (1993). Emotional learning, hedonic change, and startle probe. *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 453-465.
- Hamm, A.O., Stark, H. y Vaitl, D. (1990). Classical fear conditioning and the startle probe reflex [Abstract]. *Psychophysiology*, 27, S37.
- Hansen, J.C., y Hillyard, S.A. (1980). Endogenous brain potentials associated with selective auditory attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 49, 277-290.
- Hansen, J.C., y Hillyard, S.A. (1984). Effects of stimulation rate and attribute cueing on event related potentials during selective auditory attention. *Psychophysiology*, 21, 394-405.

- Hare, R.D. (1973). Orienting and defensive responses to visual stimuli. *Psychophysiology*, 10, 453-464.
- Harmony et al. (1990). Correlation between EEG spectral parameters and educational evaluation. *International Journal of Neuroscience*, 54, 147-155.
- Hatfield, B.D., Landers, D.M. y Ray, W.J. (1987). Cardiovascular CNS interactions during a self-paced intentional affective state: Elite marksmanship performance. *Psychophysiology*, 24, 542-549.
- Hatfield, G. (1998). Attention in Early Scientific Psychology. En: R.D. Wright, (ed.). *Visual Attention* (pp. 3-25). New York: Oxford University Press.
- Hernandez-Peon, R., Scherrer, H., y Jouvet, M. (1956). Modification of electrical activity in cochlear nucleus during "attention" in unanesthetized cats. *Science*, 123, 331-332.
- Herrmann, C. S. y Mecklinger, A. (2001). Gamma activity in human EEG reflects attentional top-down processing. *Visual Cognition*, 8, 273-285.
- Herrmann, C. S., Grigutsch, M. y Busch, N. A. (2005). EEG Oscillations and Wavelet Analysis. En Todd C. Handy (Ed.) *Event-Related Potentials. A Methods Handbook* (pp. 229-259). Cambridge, Massachussets: The MIT Press.
- Herrmann, C. S., Mecklinger, A. y Pfeiffer, E. (1999). Gamma responses and ERPs in a visual classification task. *Clinical Neurophysiology*, 110, 636-642.
- Herscovitch, P., Markham, J., y Raichle, M.E. (1983). Brain blood flow measured with intravenous H<sub>2</sub> <sup>15</sup>O, I: Theory and error analysis. *Journal of Nuclear Medicine*, 24, 782-789.
- Hillyard, S.A., Hink, R.F., Schwent, V.L., y Picton, T.W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 182, 177-180.
- Hoffman, J., Houck, M., MacMillian, F., Simons, R., y Oatman, L. (1985). Event related potentials elicited by automatic targets: A dual-task analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 50-61.
- Holmgren, J.E. (1974). The effect of a visual indicator on rate of visual search: Evidence for processing control. *Perception and Psychophysics*, 15, 544-550.
- Huang, S., Phelps, M.E., Hoffman, E.J., y cols. (1980). Noninvasive determination of local metabolic rate of glucose in man. *American Journal of Physiology*, 238, E69-E82.
- Hubbard, Sunde, D. y Goldensohn, E.S. (1976). The EEG in centenarians. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 40, 407-417.

- Hudspeth, W.J., Pribram, K.H. (1990). Stages of brain and cognitive maturation. *Journal of Educational Psychology*, 82, 881-884.
- Hughes, J. R. (1987). Normal limits of the EEG. En R.M. Halliday, S.R. Butler y R. Paul (Eds.), *A Text Book of Clinical Neurophysiology* (pp. 105-154). Wiley, New York.
- Isreal, J., Chesney, G., Wickens, C., y Donchin, E. (1980). P300 and tracking difficulty: Evidence for multiple resources in dual-task performance. *Psychophysiology*, 17, 259- 273.
- James, W. (1989). *Principles of Psychology* (A. Bárcena, Trad.). México: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1890).
- Jansen, D.M. y Frijda, N. (1994). Modulation of acoustic startle response by film-induced fear and sexual arousal. *Psychophysiology*, 31, 565-571.
- Jasper, H.H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jennings, J.R. (1986). Bodily changes during attention. En: M.G.H. Coles, E. Donchin, y S.W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, processes, and applications* (pp. 268-289). New York: Guildford.
- Jennings, J.R. y van der Molen, M.W. (2002). Cardiac timing and the central regulation of action. *Psychological Research*, 66, 337-349
- Johnson, H.J., y Campos, J.J. (1967). The effect of cognitive tasks and verbalization instructions on heart rate and skin conductance. *Psychophysiology*, 4, 143-150.
- Johnston, W.A. y Dark, V.J. (1986). Selective Attention. *Annual Review of Psychology*. 37, 43- 45.
- Johnston, W.A. y Heinz, S.P. (1979). Depth of Nontarget Processing in an Attention Task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 5 (1), 168- 175.
- Kahneman, D. (1997). *Attention and Effort* (J. Botella, Trad.). Eglewoods Cliffs, N.J.: Prentice Hall Inc. (Trabajo original publicado en 1973).
- Kahneman, D., y Chajczyk, D. (1983). Test of the automacity of reading: Dilution of Stroop effects by colour-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 9, 497-507.
- Kamin, L.J. (1969). Predictability, surprise, attention and conditioning. En: B. Campbell y R.

- Katayama, J., y Polich, J. (1996a). P300 from one, two, and three stimulus auditory paradigms. *International Journal of Psychophysiology*, 23, 33-40.
- Keil, A., Müller, M. M., Ray, W, Gruber, T y Elber, T. (1999). Human gamma band activity and perception of a gestalt. *The Journal of Neuroscience*, 19, 7152-7162.
- Klimesch, W. (1996). Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 61-100.
- Klimesch, W. (1997). EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 319-340.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29, 169-195.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Pachinger, T. y Ripper, B. (1997). Brain oscillations and human memory: EEG correlates in the upper alpha and theta band. *Neuroscience Letters*, 238 (1-2), 9-12.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Rohm, D., Pöllhuber, D. y Stadler, W. (2000b). Simultaneous synchronization and desynchronization of different alpha responses in the human electroencephalogram: a neglected paradox? *Neuroscience Letters*, 284, 97-100.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Russeger, H., Pachinger, T. y Schwaiger, J. (1998). Induced alpha band power changes in the human EEG and attention. *Neuroscience Letters*, 244, 73-76.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schimke, H. y Ripper, B. (1997). Theta synchronization and alpha desynchronization in a memory task. *Psychophysiology*, 34 (2), 169-176.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schwaiger, J., Auinger, P. y Winkler, T. (1999). Paradoxical alpha synchronization in a memory task. *Brain Res Cognitive Brain Research*, 7 (4), 493-501.
- Klimesch, W., Pfurtscheller, G. Y Schimke, H. (1992). Pre and poststimulus processes in category judgement tasks as measured by event-related desynchronization (ERD). *Journal of Psychophysiology*, 6, 186-203.
- Klimesch, W., Schimke, H. y Schwaiger, J. (1994). Episodic and semantic memory: An analysis in the EEG-theta and alpha band. *Electroencephalographic Clinical Neurophysiology*, 91, 428-421.
- Klimesch, W., Schimke, H. y Pfurtscheller, G.. (1993). Alpha frequency, cognitive load and memory performance. *Brain Topography*, 5 (3) , 241-251.

- Klimesch, Wolfgang, Schimke, H., Ladurner, G., and Pfurtscheller, G. (1990). Alpha frequency and memory performance. *Journal of Psychophysiology*, 4 (4), 381-390.
- Klorman, R., Wiesenfeld, A.R. y Austin, M.L. (1975). Autonomic responses to affective visual stimuli. *Psychophysiology*, 12, 553-560.
- Klorman, R., Wiesenfeld, R.P. y Wiesenfeld, A.R. (1977). Individual differences in fear an autonomic reactions to affective stimulation. *Psychophysiology*, 14, 45-51.
- Knowles, W.B. (1963). Operator Loading Tasks. *Human Factors*, 5, 155-216.
- Konorski, J. (1948). *Conditioned reflexes and neuron organization*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Konorski, J. (1967). *Integrative Activity of the Brain: An interdisciplinary Approach*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Köpruner, V., Pfurtscheller, G. y Auer, L.M. (1984). Quantitative EEG in normals and in patients with cerebral ischemia. En G. Pfurtscheller y F.H. Lopes da Silva (Eds.), *Brain Ischemia: Quantitative EEG and Imagin Techniques, Progress in Brain Research*, vol. 62 (pp.29-50). Elsevier Science Publishers.
- Kramer, A.F., Wickens, C.D., y Donchin, E. (1985). The processing of stimulus properties: Evidence for dual task integrality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 393-408.
- Kramer, A.F., y Strayer, D. (1988). Assessing the development of autonomic processing: An application of dual-task and event-related potential methodologies. *Biological Psychology*, 26, 231-268.
- Kramer, A.F., y Weber, T. (2000). Applications of Psychophysiology to Human Factors. En: John T. Cacioppo, Louis Tassinary y Gary G. Bernton, (Eds.). *Handbook of*
- Krause, C. M., A. H. Lang, M. Laine, M. Kuusisto, and B. Porn. (1996). Event-related EEG desynchronization and synchronization during an auditory memory task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 98 (4), 319-26.
- Krause, C. M., L. Sillanmaki, M. Koivisto, C. Saarela, A. Haggqvist, M. Laine, y H. Hamalainen. (2000). The effects of memory load on event-related EEG desynchronization and synchronization. *Clinical Neurophysiology*, 111 (11), 2071-2078.
- LaBerge, D. (1995). *Attentional processing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lacey, J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: some revisions of

- activation theory. En M.H. Appley y R. Trumbull, (Eds.), *Psychological Stress: Issues in Research* (pp. 14-42). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Lacey, J.I. y Lacey, B.C. (1970). Some autonomic-central interactions. En P. Black, (Ed.). *Physiological Correlates of Emotion* (pp.205-228). New York: Academic Press.
- Lacey, J.I., Kagan, J., Lacey, B.C., y Moss, H.A. (1962). The visceral level: Situational determinants and behavioural correlates of autonomic response patterns. En: P. Knapp (Ed.), *Expression of the emotions in man* (pp. 161-196). New York: International Universities Press.
- Landis, C. y Hunt, W.A. (1939). *The Startle Pattern*. New York: Farrar.
- Lane, R.D., Reiman, E.M., Bradley, M.M., Lang, P.J., Ahern, G.L., Davidson, R.J. y Schwartz, G.E. (1997). Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion. *Neuropsychologia*, 35(11), 1437-1444.
- Lang, P. J., Simons, R. F. y Balaban, M. (1996). *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Lang, P.J. (1968). Fear reduction and fear behavior Problems in treating a construct. En J. M. Schlien (Ed.) *Research in psychotherapy* (Vol. IIIpp. 190-230). Washington, DC: American Psychological Association.
- Lang, P.J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16(6), 495-512.
- Lang, P.J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. En J. B. Sidowski, J. H. Johnson y T. A. Williams (Eds.) *Technology in mental health care delivery systems* (pp. 119-137). Norwood, NJ: Ablex.
- Lang, P.J. (1985). The cognitive psychophysiology of emotion: fear and anxiety. En A. H. Tuma y J. Maser (Eds.) *Anxiety and the Anxiety Disorders* . Hillsdale, N. Y: Lawrence Erlbaum.
- Lang, P.J. (1993). The Three-System Approach to Emotion. A. En Öhman y N. E. Birbaumer *The structure of emotion: psychophysiological, cognitive and clinical aspects* (pp. 18-30). Toronto: Hogrefe & Huber Publishers.
- Lang, P.J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 371-385.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, 97(3), 377-395.



- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1997). Motivated attention: Affect, activation and action. En. P.J. Lang , R.F. Simons y M. Balaban (Eds.) *Attentions and Orienting: Sensory and Motivational Processes* . Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1997). Motivated attention: Affect, activation and action. En. P.J. Lang , R.F. Simons y M. Balaban (Eds.) *Attentions and Orienting: Sensory and Motivational Processes* . Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1998a). Emotion and attention: Stop, look, and listen. *Cahiers De Psychologie Cognitive*, 17(4-5), 997-1020.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1998b). Emotion, motivation and anxiety: Brain mechanism and psychophysiology. *Biological Psychiatry*, 44, 1248-1263.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2005). *International Affective Picture System (IAPS): Digitized photographs, instruction manual and affective ratings*. Technical Report A-6. University of Florida, Gainesville, FL.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. y Patrick, C.J. (1993). Emotion and psychopathology: A startle probe analysis. En L.J. Chapman, J.P. Chapman y D.C. Fowles (Eds.) *Progress in Experimental personality and psychopathology research* (Vol. 16). Nueva York: Springer.
- Lang, P.J., Davis, M. y Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: Animals models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, 61, 137-159.
- Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley M.M., & Hamm, A.O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, 261-273.
- Lavie, N. (1995). Perceptual Load as a Necessary Condition for Selective Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 21 (3), 451-468.
- Lavie, N. y Tsal, Y. (1994). *Perceptual* Load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception and Psychophysics*. 56 (2), 183-197.
- LeDoux, J. E. (1996). *The Emotional Brain*. New York: Simons & Shuster.
- LeDoux, J.E. (1984). Cognition and emotion: Processing functions and neural systems. En M.S. Gazzaniga (Ed.), *Handbook of cognitive neuroscience* (pp. 3557-3568). New York: Plenum.

- LeDoux, J.E. (1990). Information flow from sensation to emotion plasticity in the neural computation of stimulus values. En M. Gabriel y J. Moore (Eds.) *Learning and computational neuroscience: Foundations of adaptive networks* (pp. 3-52). Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.
- LeDoux, J.E. (1994). Emoción, memoria y cerebro. *Investigación y Ciencia*, 215, 38-45.
- LeDoux, J.E. (1995). Emotion: Clues from de Brain. *Annual Review of Psychology*, 46, 209-235.
- LeDoux, J.E. (2000). Cognitive-emotional interactions. Listen to the brain. En R.D. Lane y L. Nadel (Eds.) *Cognitive neuroscience of emotion* (pp. 129-155). New York: Oxford University Press.
- Lobby, W.L., Lacey, B.C., y Lacey, J.I. (1973). Pupillary and cardiac activity during visual attention. *Psychophysiology*, 10, 270-294.
- Lorch, E.P., Anderson, D.R. y Weil, A.D. (1984). Effects of irrelevant information on speed classification tasks: Interference is reduced by habituation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 850-864.
- Lovie, A.D. (1983). Attention and behaviourism –fact and fiction. *British Journal of Psychology*, 74, 301-310.
- Lukas, J.H. (1980). Human auditory attention: The olivocochlear bundle may function as a peripheral filter. *Psychophysiology*, 17, 444-452.
- Lukas, J.H. (1981). The role of efferent inhibition in human auditory attention: An examination of the auditory brainstem potentials. *International Journal of Neuroscience*, 12, 137- 145.
- Lupiáñez, J (1999). *Psicología de la Atención*. Proyecto docente.Universidad de Granada.
- Lupiáñez, J., Spence, Ch. y Baddeley, R. (1999). Crossmodal links n Exogenous Spatial Attention Revealed by Temporal Order Judgments. Manuscrito remitido para publicación.
- Lupiáñez, J., Tipper, S.P. y Tudela, P. (1998). Orientación de la atención espacial: Captura de la atención, Inercia atencional, Interrupción e Inhibición de retorno. En: J.Botella y V. Posada (Eds.), *La atención: Un enfoque multidisciplinar* (pp. 185-200). Valencia: Promolibro.
- Lyytinen, H., Blomberg, A., y Näätänen, R. (1992). Event-related potentials and autonomic responses to a change in unattended auditory stimuli. *Psychophysiology*, 29, 523-534.
- Malcuit, G. (1973). Cardiac responses in

- aversive situations with and without avoidance possibility. *Psychophysiology*, 10, 295-306.
- Mangun, G.R., Hillyard, S.A., y Luck, S.J. (1993). Electrocortical substrates of visual selective attention. En: D. Meyer y S. Kornblum, (Eds.). *Attention and Performance* (pp. 219- 243). Cambridge, MA: MIT Press.
- Mangun, G.R., y Hillyard, S.A. (1990). Allocation of visual attention to spatial locations: Tradeoff functions for event-related potentials and detection performance. *Perception and Psychophysics*, 47, 532-550.
- Markand, O.N. (1990). Alpha rhythms. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 7, 163-189.
- Marr, D. (1982). *A computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Massaro, D.W. (1975). *Experimental psychology and information processing*. Chicago: Rand McNally.
- Mata-Martín, J. L. (2006). *Mecanismos atencionales y preatencionales de los reflejos defensivos*. Tesis Doctoral publicada. Universidad de Granada.
- McCallum, C., Cooper, R., y Pocock, P. (1987). Event-related and steady state changes in the brain related to workload during tracking. En K. Jensen, (Ed.). *Electric and Magnetic Activity of the Central Nervous System: Research and Clinical Applications in Aerospace Medicine*. France: NATO AGARD.
- McCallum, W.C., Curry, S.H., Cooper, R., Pocock, P.V., y Papastokopoulos, D. (1983). Brain event-related potentials as indicators of early selective processes in auditory target localization. *Psychophysiology*, 20, 1-17.
- McCanne, T.R., y Lyons, G.M. (1990). Decelerative changes in heart rate are associated with performance on tasks that assess intelligence. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 235-248.
- McCanne, T.R., y Sandman, C.A. (1974). Instrumental heart rate responses and visual perception: a preliminary study. *Psychophysiology*, 11, 283-287.
- McManis, M.H., Bradley, M.M., Berg, W.K., Cuthbert, B.H. y Lang, P.J. (2001). Emotional reactions in childrens. Verbal, physiological, and behavioral response to affective pictures. *Psychophysiology*, 38, 222-231.
- Michie, P.T., Bearpark, H.M., Crawford, J.M., y Glue, L.C.T. (1987). The effects of spatial selective attention on the somatosensory event-related potential. *Psychophysiology*, 24, 449-463.

- Miller, N. E. (1959). Liberalization of basic S-R concepts: Extensions to conflict behavior, motivation, and social learning. In S. Koch (Ed.), *Psychology: A Study of a Science*, vol. 2 (Study 1). New York: McGraw-Hill.
- Milner, W., Matjak, M., Braun, C., Diekman, H. y Bodym, S. (1994). Emotional qualities of odors and their influence on the startle reflex in humans. *Psychophysiology*, 31, 107-110.
- Mineka, S. (1992). Evolutionary memories, emotional processing, and the emotional disorders. En D. Medin (Ed.) *The psychology of learning and motivation* (Vol. 28). New York: Academic Press.
- Moltó, J. (1995). *Psicología de las Emociones. Entre la Biología y la Cultura*. Valencia: Albatros ediciones.
- Moltó, J. y Poy, R. (1997). La psicopatía: Un constructo necesario en la psicología jurídica. En M. Clemente (Ed.) *Psicología jurídica penitenciaria*. Madrid: Fundación Universidad-Empresa.
- Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M.C., Tormo, M.P., Ramírez, I., Hernández, M.A., Sánchez, M., Fernández, M.C. y Vila, J. (1999). Un nuevo método para el estudio experimental de las emociones: The International Affective Picture System (IAPS). Adaptación Española. *Revista De Psicología General y Aplicada*, 52(1), 55-87.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- Moray, N. (1967). Where is capacity limited? A survey and a model. *Acta Psychologica*. 27, 84-92.
- Moray, N. (1970). *Attention*. New York: Academic Press.
- Moruzzi, G., y Magoun, H.W. (1949). Brain Stem Reticular Formation and Activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1, 455-473.
- Müller, M. M., Junghöfer, M., Elbert, T. y Rockstroth, B. (1997). Visually induced gamma-band responses to coherent and incoherent motion: A replication study. *NeuroReport*, 8, 2575-2579.
- Müller, M. M., Teder-Sälejärvi, W. y Hylliard, S. (1998). The time course of cortical facilitation during cued shifts of spatial attention. *Nature Neuroscience*, 1, 631-634.

- Näätänen, R. (1979). Orienting and evoked potentials. En: H.D. Kimmel, E.H. van Olst, y J.F. Orlebeke, (Eds.). *The orienting reflex in humans* (pp.61-75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Näätänen, R. (1988a). Implications of ERP data for psychological theories of attention. *Biological Psychology*, 26, 117-163.
- Näätänen, R. (1992). *Attention and Brain Function*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Natani, K., y Gomer, F. (1981). Electrocortical activity and operator workload: A comparison of changes in the electroencephalogram and event-related potentials. Technical Report no. MDC E2427, McDonnell Douglas Corporation, St. Louis.
- Neumann, O., y Sanders, A.F. (1996). *Handbook of Perception and Action, Vol. 3: Attention*. London: Academic Press.
- Neuper, C. y Pfurtscheller, G. (2001). Event-related dynamics of cortical rhythms: Frequency-specific features and functional correlates. *International Journal of Psychophysiology*, 43, 41-48.
- Niedermeyer, E. (1993). Maturation of the EEG: development of waking and sleep patterns. En E. Niedermeyer y F.H. Lopes da Silva (Eds.), *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* (pp.167-191). Williams and Wilkins, Baltimore.
- Niedermeyer, E. (1997). Alpha rhythms as physiological and abnormal phenomena. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 31-49.
- Norman, A.D. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological review*. 75 (6), 522-536.
- Norman, A.D. y Bobrow, D.G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Norman, A.D., y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. En: R.J. Davidson, G.E. Schwartz y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation*, vol. 4. New York: Plenum.
- Nuclear Medicine*, 30, 141-149.
- Nuwer, M.R. (1987). Recording electrode site nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 4, 121-133.
- Obrist, W.D. (1954). The electroencephalogram of normal aged adults. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 6, 235-244.

- Obrist, W.D. et al. (1963). Relation of EEG to cerebral blood flow and metabolism in old age. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 15, 610-619.
- Öhman, A. (1979). The orienting response, attention, and learning: An information processing perspective. En: H.D. Kimmel, E.H. van Olst y J.F. Orlebeke, (Eds.). *The Orienting Reflex in Humans* (pp. 443-471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Öhman, A. (1993). Stimulus prepotency and fear learning: Data and theory. En: N. Birbaumer y A. Öhman, (Eds.). *The structure of emotion*. Toronto: Hogrefe y Huber.
- Öhman, A. (1993a). Fear and anxiety as emotional phenomena. Clinical phenomenology, evolutionary perspectives, and information processing mechanisms. En M. Lewis y J.M. Haviland (Eds.) *Handbook of emotions* (pp. 511-536). New York: Guilford.
- Öhman, A. (1993b). Stimulus prepotency and fear learning. Data and theory. En N. Birbaumer y A. Öhman (Eds.) *The structure of emotion*. Toronto: Hogrefe & Huber Publishers.
- Öhman, A. y Birbaumer, N. (1993). Psychophysiological and cognitive-clinical perspectives on emotions: Introduction and overview. En N. Birbaumer y A. Öhman (Eds.) *The structure of emotion*. Toronto: Hogrefe & Huber Publishers.
- Öhman, A. y Soares, J.J.F. (1994). Unconscious anxiety". Phobic responses to masked stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, 103, 231-240.
- Öhman, A., Hamm, A. y Hugdahl, K. (2000). Cognition and the Autonomic Nervous System: Orienting, Anticipation and Conditioning. En: John T. Cacioppo, Louis Tassinary y Gary G. Bernton, (Eds.), *Handbook of Psychophysiology (second edition)* (pp. 533- 575). Cambridge: Cambridge University Press.
- Palmer, J. (1994). Set size effects in visual search: The effects of attention is independent of the stimulus for simple tasks. *Vision Research*, 34, 1703-1721.
- Parasuraman, R. (1985). Event related brain potentials and intermodal divided attention. *Proceedings of the Human Factors Society*, 29, 971-975.
- Parasuraman, R. y Davies, D.R. (Eds.) (1984). *Varieties of Attention*. Orlando: Academic Press.
- Pashler, H.E. (1998). *The Psychology of Attention*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pastor, M. C. (1999). *Modulación del reflejo de sobresalto y medidas autonómicas en psicópatas encarcelados*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad Jaime I de Castellón.

- Patrick, C.J. (1994). Emotion and psychopathy: Startling new insights. *Psychophysiology*, 31, 319-330.
- Patrick, C.J. y Lavoie, S.A. (1997). Ratings of emotional response to pictorial stimuli: Positive and negative affect dimensions. *Motivation and Emotion*, 21, 297-321.
- Patrick, C.J., Bradley, M.M. y Lang, P.J. (1993). Emotion in the criminal psychopath: Startle reflex modification. *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 82-92.
- Pavlov, I.P. (1927). *Conditioned reflexes*. New York: Dover Publications.
- Pegalajar, J. (1986). Percepción cardíaca y autocontrol. *Revista Española De Terapia Del Comportamiento*, 4, 43-55.
- Pérez, M. N. (1994). *Estudio de la Respuesta de Defensa bajo la influencia de factores cognitivos y motivacionales*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Pérez, M.N. (1993). *Estudio de la respuesta cardíaca de defensa bajo la influencia de factores cognitivos y motivacionales*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Pérez, M.N., Fernández, M.C., Vila, J. y Turpin, G. (2000). Cognitive and emotional modulation of cardiac defense response in humans. *Psychophysiology*, 37, 275-282.
- Pérez, M.N., García, A., Sánchez, M.B., Pegalajar, J. y Vila, J. (1996). Influencias atencionales sobre la evocación y habituación de la respuesta cardíaca de defensa. *Boletín De Psicología*, 51, 71-87.
- Pérez, M.N., Pegalajar, J., Fernández, M.C., Vila, J. y Turpin, G. (1994). Psychophysiological significance of individual differences in the cardiac defense response [Abstract]. *Psychophysiology*, 25.
- Pfurtscheller, G. y Lopes da Silva, F.H. (1999). Event-Related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles. *Clinical Neurophysiology*, 110, 1842-1857.
- Pfurtscheller, G., Klimesch, W. (1991). Event-related desynchronization during motor behaviour and visual information processing. En: C.H.M. Brunia, G. Mulder, y M.N. Verbaten (Eds.), *Event-related potentials of the Brain* (pp. 58-68). (Suppl. 42 to *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*). Amsterdam: Elsevier.
- Phelps, M.E., Huang, S.C., Hoffman, E.J., y cols. (1979). Tomographic measurement of local metabolic rate in humans with [F-18] 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose: Validation of method. *Annals of Neurology*, 6, 371-388. 14-33.

- Picton, T.W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 9, 456-479.
- Polich, J. (1987a). Task difficulty, probability, and interstimulus-interval as determinants of P300 from auditory stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 68, 311-320.
- Polich, J. (1990). P300, probability, and inter-stimulus interval. *Psychophysiology*, 27, 396-403.
- Polich, J. (1998). P300 Clinical Utility and Control of Variability. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 15, 14-33.
- Polich, J., y Heine, M.R.D. (1996). P300 topography and modality effects from a single stimulus paradigm. *Psychophysiology*, 33, 747-752.
- Polich, J., y Margala, C. (1997). P300 and probability: comparison of oddball and single stimulus paradigms. *International Journal of Psychophysiology*, 25, 169-176.
- Posner, M. I. y Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. Scientific American Library.
- Posner, M.I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 32, 3-25.
- Posner, M.I. y Dehaene, S. (1994). Attentional Networks. *Trends in Neuroscience*, 17, 75-79.
- Posner, M.I. y Di Girolamo, G.J. (1998). Conflict, target detection and cognitive control. En R. Parasuraman (Ed.) *The attentive brain*. Cambridge: MIT Press.
- Posner, M.I. y Digirolamo, G. (1999). Attention in Cognitive Neuroscience: An Overview. En: Gazzaniga, M.S. (ed.) *The New Cognitive Neuroscience* (pp. 623-631). Cambridge, MA: MIT Press.
- Posner, M.I. y Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neurosciences*, 13, 25-42.
- Posner, M.I. y Rothbart, M.K. (1992). Attentional mechanisms and conscious experience. En A.D. Milner y M.D. Rugg (Eds.) *The neuropsychology of consciousness*. New York: Academic Press.
- Posner, M.I. y Rothbart, M.K. (1992). Attentional regulation: From mechanism to culture. Institute of Cognitive and Decision Science. Technical Report n° 92-97. Eugene, Oregon.



- Posner, M.I., Inhoff, A.W., Friedrich, F.J. y Cohen, A. (1987). Isolating attentional systems: A cognitive-anatomical analysis. *Psychobiology*, 15 (2), 107-121.
- Posner, M.I., Nissen, M.J. y Odgen, W.C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. En: H.L. Pick e I.J. Saltzman (Eds.), *Modes of Perceiving and Processing Information*. Hillsdale, N.J.:Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M.I. y Raichle, M.E. (1994). *Images of Mind*. New York: Scientific American Library.
- Pritchard, W.S. (1981). Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin*, 89, 506-540.
- Psychophysiology (second edition)* (pp. 794-814). Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, L.E., y Meiss, D.A. (1980a). Reflex inhibition during HR deceleration: selective attention or motor interference? *Psychophysiology*, 17, 324.
- Putnam, L.E., y Meiss, D.A. (1980b). Reflex blink facilitation during cardiac deceleration: sensory or motor set? *Psychophysiology*, 18, 173.
- Rafal, R.D. (1998). Neglect. En: R. Parasuraman, (Ed.), *The attentive brain* (pp. 489-525).
- Rafal, R.D. y Posner, M.I. (1987). Deficits in human visual spatial attention following thalamic lesions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84, 7349-7353.
- Raghavacharin et al. (2001). Gating of human theta oscillations by a working memory task. *The Journal of Neuroscience*, 21 (9), 3175-3183.
- Raichle, M.E., Martin, M.R. y Herscovitch, P. (1983). Brain blood flow measured with intravenous H<sub>2</sub> <sup>15</sup>O, II: Implementation and validation. *Journal of Nuclear Medicine*, 24,
- Ramírez, I. (2003). *Mecanismos atencionales implicados en la modulación de los reflejos defensivos*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Ramírez, I., Pérez, N., Sánchez, M. y Vila, J. (1999). Attentional modulation of cardiac defense: External versus internal mechanisms [Abstract]. *Psychophysiology*, 36, S92.
- Ramírez, I., Sánchez, M.B., Fernández, M.C., Ottmar, V.L. y Vila, J. (2005). Differentiation between protective reflexes: Cardiac defense and startle. *Psychophysiology*, 42(6), 732-739.

- Reyes, G. (1989). *Psicofisiología de la coordinación cardio-respiratoria: Metodología de análisis e implicaciones clínicas*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Reyes, G. (1992). Efectos psicofisiológicos del estrés mental sobre la actividad vagal cardiaca. *Análisis y Modificación De Conducta*, 18, 345-356.
- Reyes, G., Godoy, J. y Vila, J. (1993). Respiratory sinus arrhythmia as an index of parasympathetic cardiac control during the cardiac defense response. *Biological Psychology*, 35, 17-35.
- Reyes, G., Vila, J. y García, A. (1994). Physiological significance of the defense response to intense auditory stimulation: A pharmacological blockade study. *International Journal of Psychophysiology*, 15, 15-26.
- Robles, H. (1988). *Patrón de conducta tipo-A y respuesta cardiaca de defensa*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Robles, H. (1991). *Factores psicológicos de riesgo coronario y reactividad cardiaca*. Trabajo de investigación no publicado. Universidad de Granada.
- Robles, H., Fernández, M.C., y Vila, J. (1991). Reactividad cardiaca y patrón de conducta Tipo A. *Análisis y Modificación de conducta*, 17, 917-950.
- Rodríguez, S. (2005). *Ansia por la comida y bulimia nerviosa*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Rodríguez, S., Fernández-Santaella, M.C., Cepeda-Benito, A. y Vila, J. (2005). Subjective and physiological reactivity to chocolate images in high and low cravers. *Biological Psychology*, 70(1), 9-18.
- Romani, G.L., Williamson, S.J., y Kaufman, L. (1982a). Tonotopic organization of the human auditory cortex. *Science*, 216, 1339-1340.
- Romani, G.L., Williamson, S.J., y Kaufman, L. (1982b). Characterization of the human auditory cortex by the neuromagnetic method. *Experimental Brain Research*, 47, 381- 393.
- Ruiz-Padial, E. (2002). *Modulación emocional de la respuesta cardiaca de defensa bajo condiciones preatencionales*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Ruiz-Padial, E., Sánchez M.B. , Thayer, J.F. y Vila, J. (2002). Modulación no consciente de la respuesta cardiaca de defensa por imágenes afectivas. *Psicothema*, 14(4), 739-745.

- Salmelin, R. y Hari, R. (1994). Spatiotemporal characteristics of sensorimotor neuromagnetic rhythms related to thumb movement. *Neuroscience*, 60, 537-550.
- Sánchez, M. B. (2000). *Modulación emocional de los reflejos de sobresalto y defensa*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Granada.
- Sánchez, M.B., Pérez, M.N., Fernández, M.C., & Vila, J. (1997). Emotional modulation of the cardiac defense response: Effect of enviromental light/darkness [Abstract]. *Journal of Psychophysiology*, 12(3), 318.
- Sánchez, M.B., Ramírez I. , Fernández, M.C., Vila, J., Bradley, M.M. y Lang, P.J. (1998a). Emotional modulation of the cardiac defense in humans [Abstract]. *Psychophysiology*, 35, S15.
- Sánchez, M.B., Ruiz-Padial, E., Pérez, M.N., Fernández, M.C., Cobos, P. y Vila, J. (2002). Modulación emocional de los reflejos defensivos mediante visualización de imágenes afectivas. *Psicothema*, 14(4), 702-707.
- Sandman, C.A., McCanne, T.R., Kaiser, D.N., y Diamond, B. (1977). Heart rate and cardiac phase influence on visual perception. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91, 189-202.
- Schupp, H., Cuthbert, B.H., Bradley, M.M., Birbaumer, N. y Lang, P.J. (1997). Probe P300 and blink. Two measures of affective startle modulation. *Psychophysiology*, 34, 1-6.
- Schwartz, G. (1982). Physiological patterning and emotion. En: *Self-control and Selfmodification of Emotion*, vol. 7.
- Sewards, T.V. y Sowards, M.A. (1999). Alpha-band oscillations in visual cortex: Part of the neural correlate of visual awareness? *International Journal of Psychophysiology*, 33 (2), 177-179.
- Sheridan, P.H., Sato, S., Foster, N. y Bruno, G. (1988). Relation of EEG alpha background to parietal lobe function in Alzheimer's disease as measured by positron emission tomography and psychometry. *Neurology*, 38, 747-750.
- Siddle, D.A.T. (1991). Orienting, habituation, and resource allocation: An associative analysis. *Psychophysiology*. 28, 245-249.
- Siddle, D.A.T. y Packer, J.S. (1991). Memory and Autonomic Activity: The Role of the Orienting Response. En: J.R. Jennings y M.G.H. Coles, (Eds.), *Handbook of Cognitive Psychophysiology: Central and Autonomic Nervous System Approaches* (pp. 450-470). Sussex: John Wiley and Sons Ltd.

- Siddle, D.A.T., y Lipp, O.V. (1997). Orienting, Habituation, and Information Processing: The Effects of Omission, The Role of Expectancy, and the Problem of Dishabituation. En: P.J. Lang, R.F. Simons, y M. Balaban (Eds.). *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Process* (pp. 23-40). London: Lawrence Erlbaum Associated.
- Simons, R.B., Graham, F.K., Miles, M.A., y Balaban, M.T. (1998). Input and central processing expressed in ERP and heart rate changes to rare target and rare nontarget stimuli. *Psychophysiology*, 35, 563-575.
- Simons, R.F. y Perlstein, W.M. (1997). A tale of two reflexes: An ERP Analysis of prepulse inhibition and orienting. En P.J. Lang , R.F. Simons y M.T. Balaban (Eds.) *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 229-255). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Simons, y M. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Process* (pp. 137-164). London: Lawrence Erlbaum Associated.
- Sirevaag, E., Kramer, A., Coles, M., y Donchin, E. (1987). Resource reciprocity: An event related brain potentials analysis. *Acta Psychologica*, 70, 77-90.
- Soares, J.J.F. y Öhman, A. (1993a). Backward masking and skin conductance responses after conditioning to non-feared but relevant stimuli in fearful subjects. *Psychophysiology*, 30, 460-466.
- Soares, J.J.F. y Öhman, A. (1993b). Pre-attentive processing, preparedness, and phobias. effects of instruction on conditioned electrodermal responses to masked and non-masked fear-relevant stimuli. *Behaviour Research and Therapy*, 33, 805-816.
- Sokolov, E.N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. New York: Pergamon.
- Sokolov, E.N. y Cacioppo, J.T. (1997). Orienting and defense reflexes: Vector coding the cardiac response. En: P.J. Lang, R.F. Simons, y M. Balaban (Eds.). *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Process* (pp. 1-22). London: Lawrence Erlbaum Associated.
- Somsen, R.J.M., Van-Klooster , B.J., Vand-der-Molen, M.W. y Van-Leeuwen, H.M. (1997). Growth spurts in brain maturation during middle childhood as indexed by EEG power spectra, *Biological Psychology*, 44, 187-209.
- Spence, Ch., Shore, D.I. y Klein, R.M. (1999). Multimodal prior entry. Manuscrito remitido para publicación.

- Spence, E. & Lang, P.J. (1990). Reading affective text. The startle probe response [Abstract]. *Psychophysiology*, 27, S65.
- Squires, K.C., Wickens, C., Squires, N.K., y Donchin, E. (1976). The effect of stimulus sequence on the waveform of the cortical event-related potential. *Science*, 193, 1142- 1146.
- Stelmach, L.B. y Herdman, C.M. (1999). Directed attention and perception of temporal order. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 539- 550.
- Stenfert Kroese, B. y Siddle, D.A.T. (1983). Effects of an attention-demanding task on amplitude and habituation of the electrodermal orienting response. *Psychobiology*, 20, 128-135.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Stüber, D. y Herrmann, C.S. (2002). MEG alpha activity decrease reflects destabilization of multistable percepts. *Cognitive Brain Research*, 14 (3), 370-382.
- Styles, E.A. (1997). *The Psychology of Attention*. Hove: Psychology Press Ltd.
- Surwillo, W.W. (1971). Human reaction time and endogenous heart rate changes in normal subjects. *Psychophysiology*, 8, 680-682.
- Tallon, C., Bertrand, O., Bouchet, P. y Pernier, J. (1995). Gamma range activity evoked by coherent visual stimuli in humans. *European Journal of Neuroscience*, 7, 1285-1291.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Delpuech, C. y Pernier, J. (1996). Stimulus specificity of phase-locked 40 Hz visual responses in human. *Journal of Neuroscience*, 16, 4240-4249.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Delpuech, C. y Pernier, J. (1997). Oscillatory gamma-band (30-70 Hz) activity induced by a visual search task in humans. *Journal of Neuroscience*, 17, 722-734.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O. y Fischer, C. (2001). Oscillatory synchrony between human extrastriate areas during visual short-term memory maintenance. *Journal of Neuroscience*, 21, 1-5.
- Tatcher, R.W. (1992). Cyclic cortical reorganization during early childhood. *Brain Cognition*, 20, 24-50.
- Telford, C.W. (1931). Refractory phase of voluntary and associative responses. *Journal of Experimental Psychology*, 14, 1-36.

- Tesche, C. D. y Karhu, J. (2000). Theta oscillations index human hippocampal activation during a working memory task. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 97 (2), 919-924.
- Thayer, J.F. y Lane, R.D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201-216.
- Thayer, J.F. y Siegle, G.J. (2002). Neurovisceral integration in cardiac and emotional regulation. *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 24-29.
- Tiitinen et al. (1993). Selective attention enhances the auditory 40 Hz transient response in humans. *Nature*, 364, 59-60.
- Torres, F. Faoro, A., Löwenson, R. y Johnson E. (1983). The electroencephalogram of elderly subjects revisited. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 56, 391-398.
- Treisman, A.M. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248. Treisman, A.M. (1964a). Selective Attention in Man. *British Medical Bulletin*. 20 (1), 12-16.
- Treisman, A.M. (1964b). Verbal Cues, Language, and Meaning in Selective Attention. *American Journal of Psychology*. 77 (2), 206-219.
- Treisman, A.M. (1964c). The Effect of Irrelevant Material on the Efficiency of Selective Listening. *American Journal of Psychology*. 77 (4), 533-546.
- Treisman, A.M. (1969). Strategies and Models of Selective Attention. *Psychological Review*. 76 (3): 282-299.
- Treisman, A.M. (1998). Feature binding, attention and object perception. *Proceedings of the Royal Society, Series B* (en prensa).
- Tudela, P. (1992). Atención. En: J.L. Fernández Trespalacios y P. Tudela, (Eds.). *Atención y Percepción*. Madrid: Ahambra.
- Turpin, G. (1986). Effects of stimulus intensity on autonomic responding: the problem of differentiating orienting and defense reflexes. *Psychophysiology*, 23, 1-14.
- Turpin, G. y Siddle, D.A.T. (1978). Measurement of the Evoked Cardiac Response: The Problem of Prestimulus Variability. *Biological Psychology*. 6, 127-138.
- Turpin, G., & Siddle, D. A. (1978). Cardiac and forearm plethysmographic responses to high intensity auditory stimulation. *Biological Psychology*, 6, 267-281.
- Turpin, G., & Siddle, D.A. (1981). Autonomic responses to high intensity auditory stimulation. *Psychophysiology*, 18, 150.

- Turpin, G., & Siddle, D.A. (1983). Effects of stimulus intensity on cardiovascular activity. *Psychophysiology*, 20 (6), 611-624.
- Tursky, B., Schwartz, G.E., y Crider, A. (1970). Differential patterns of heart rate and skin resistance during a digit-transformation task. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 451-457.
- Verleger, R., y Berg, P. (1991). The waltzing oddball. *Psychophysiology*, 28, 468-467.
- Vila, J, y Fernández, M.C. (1989a). La respuesta cardiaca de defensa en humanos: Efecto de la modalidad y de la intensidad del estímulo. *Boletín de Psicología*, 22, 59-90.
- Vila, J, y Fernández, M.C. (1989b). The cardiac defense response in humans: Effects of predictibility and adaptation period. *Journal of Psychophysiology*, 3, 245-258.
- Vila, J. (1977). *Vulnerability to acquisition of neurotic symptoms: A experimental study of conditioning effects in the human menstrual cycle*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Manchester (Inglaterra).
- Vila, J. (1984). Emoción. En: P. Tudela. (Ed.). *Psicología Experimental*. Madrid: UNED.
- Vila, J. (1995). Cardiac psychophysiology and health. En J. Rodríguez Marín (Ed.) *Health psychology and quality of life research* . Alicante: Universidad de Alicante.
- Vila, J. (1996). *Una Introducción a la Psicofisiología Clínica*. Madrid: Pirámide.
- Vila, J. (1998). Psicología y salud: Entre el corazón y el cerebro. *Anuario De Psicología*, 29(2), 109-138.
- Vila, J. y Beech, H.R. (1978). Vulnerability and defensive reactions in relation to the human menstrual cycle. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 17, 93-100.
- Vila, J. y Fdez-Santiago, M.C. (1990). Actividad y Conducta. J. En Mayor y J. L. E. Pinillos *Tratado de Psicología General. Motivación y Emoción*. (Alhambra ed., pp. 1-43).
- Vila, J. y Fernández, M. C. (2004). *Tratamientos psicológicos: La perspectiva experimental*. Madrid: Pirámide.
- Vila, J. y Fernández, M.C. (1981). Responsividad y condicionamiento semántico en relación con el ciclo menstrual. *Estudios De Psicología*, 8, 32-48.

- Vila, J., Fernández, M.C. y Godoy, J. (1992). The cardiac defense response in humans: Effects of stimulus modality and gender differences. *Journal of Psychophysiology*, 6, 140-154.
- Vila, J., Fernández, M.C., Pegalajar, J., Vera, M.N., Robles, H., Pérez, N., Sánchez, M.B., Ramírez, I. y Ruiz-Padial, E. (2003). A new look at cardiac defense: Attention or emotion? *Spanish Journal of Psychology*, 6(1), 60-70.
- Vila, J., Fernández, M.C., Pérez, N. y Reyes, G. (1996). Autonomic mechanisms underlying the cardiac defense response in humans [Abstract]. *Psychophysiology*, 33, S87.
- Vila, J., Pérez, M.N., Fernández, M.C., Pegalajar J. y Sánchez, M.B. (1997). Attentional modulation of the cardiac defense response in humans. *Psychophysiology*, 34 , 482-487.
- Vila, J., Sánchez, M., Ramírez, I., Fernández, M.C., Cobos, P., Rodríguez, S., Muñoz, M.A., Tormo, M.P., Herrero, M., Segarra, P., Pastor, M.C., Montañés, S., Poy, R. y Moltó, J. (2001). El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS): Adaptación española. Segunda parte. *Revista De Psicología. General y Aplicada*, 54(4), 635-657.
- Vila, J., Sánchez, M.B., Ramírez, I. y Fernández, M.C. (1997). Effect of stimulus intensity, risetime and duration on the cardiac defense response [Abstract]. *Psychophysiology*, 34 .
- Vila, J., y Tudela, P. (1982). Procesamiento semántico no consciente durante una tarea de atención dicótica. *Psicológica*, 3, 5-23.
- von Wright, J.M., Anderson, K. y Stenman, U. (1975). Generalization of conditioned GSRs in dichotic listening. En: P.M.A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.). *Attention and Performance 5*. New York: Academic Press.
- Vrana, S.R. y Lang, P.J. (1990). Fear imagery and the startle-probe reflex. *Journal of Abnormal Psychology*, 99(2), 189-197.
- Vrana, S.R., Spence, F.L. y Lang, P.J. (1988). The startle probe response: A new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 487-491.
- Welford, A.T. (1952). The “psychological refractory period” and the timing of high speed performance: A review and a theory. *British Journal of Psychology*, 43, 2-19.
- Wickens, C.D (1984). Processing resources in attention. En: R. Parasuraman y D.R. Davies (Eds.) (1984). *Varieties of Attention*. Orlando: Academic Press.



- Wickens, C.D., Kramer, A.F., Vaneshe, L., y Donchin, E. (1983). The performance of concurrent tasks: A psychophysiological analysis of the reciprocity on information processing resources. *Science*, 221, 1080-1082.
- Woldorff, M.G., Gallen, C.C., Hampson, S.A, Hillyard, S.A., Pantev, C., Sobel, D., y Bloom, F.E. (1993). Modulation of early sensory processing in human auditory cortex during auditory selective attention. *Proceedings of the National Academic of Sciences U.S.A.*, 90, 8722-8726.
- Yordanova, J.Y. y Kolev, V.N. (1996). Developmental changes in the alpha response system. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 95, 1-12.
- Zimmer, H., Vossel, G., y Fröhlich, W.D. (1990). Individual differences in resting heart rate and electrodermal activity as predictors of attentional processes: Effects on anticipatory heart rate deceleration and task performance. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 249-259.

**ANEXO 1**  
**ESTUDIO 1**

**INSTRUCCIONES GENERALES**

Este es un estudio sobre respuestas psicofisiológicas durante una tarea en la que se presentarán estímulos auditivos. La sesión durará aproximadamente 60 minutos. Las respuestas fisiológicas que vamos a medir nos darán información sobre tu actividad cerebral y sobre tu tasa cardíaca. Para ello, colocaremos unos sensores en diferentes partes de tu cuerpo : en la cabeza, en la cara (arriba y abajo de tu ojo izquierdo), en tu brazo derecho y en la pierna izquierda. Estos sensores son totalmente inofensivos y no sentirás nada a través de ellos. Una vez que estén colocados los sensores realizaremos dos tareas auditivas. En cada una de ellas escucharás unos tonos a través de auriculares. Tu tarea consistirá en atender a estos tonos y responder contando mentalmente uno de estos tonos. Cuando se termine la primera tarea dejaremos cinco minutos de descanso antes de iniciar la segunda. Antes de colocar los sensores te haremos algunas preguntas. Como ya sabes, la participación en este estudio se compensará con puntos en algunas asignaturas del Departamento de Personalidad. Al final de la sesión te daremos un certificado que acredita tu participación en este estudio. Además, como es habitual en nuestro laboratorio, nos gustaría que nos firmaras tu consentimiento a participar libremente en este estudio.

**ANEXO 2**  
**ESTUDIO 1**  
**CONSENTIMIENTO**

**CONSENTIMIENTO**

Una vez informado sobre las características del estudio sobre actividad cerebral y tasa cardiaca durante la presentación de estímulos auditivos, doy mi consentimiento a participar en el mismo.

Firmado : .....

## ANEXO 3

ESTUDIO 1  
FICHA PERSONAL

**Instrucciones :** A continuación te vamos a hacer unas preguntas relevantes a los registros fisiológicos. La información que aquí se recoge es completamente confidencial y sólo se utilizará con fines de investigación. Si no quieres contestar a alguna pregunta, por favor, háznoslo saber.

**Día :**

**Hora :**

**Clave :**

Nombre y Apellidos :

Edad :

Curso :

¿Tienes algún problema de audición ?

¿Tienes algún problema cardiovascular ?

¿Tienes algún problema físico ?

¿Tienes algún problema psicológico ?

¿Estas siguiendo algún tratamiento ?

¿Tomas algún tipo de medicación ? ¿Cual ?

¿Realizas ejercicio físico ? ¿Con que frecuencia ?

¿Fumas ? \_\_\_\_\_

¿Cuantos cigarrillos diarios ? \_\_\_\_\_

¿Bebes alcohol ? \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia ? \_\_\_\_\_

¿Cuantas copas sueles tomar (los fines de semana) ? \_\_\_\_\_

¿Consumes cualquier otro tipo de droga ? \_\_\_\_\_ ¿Cual ? \_\_\_\_\_

¿Con que frecuencia ? \_\_\_\_\_

¿Consumes café o cualquier otro tipo de bebida excitante ? \_\_\_\_\_ ¿Cual ? \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia ? \_\_\_\_\_

¿Has tomado alguna de estas bebidas dentro de las últimas dos horas ? \_\_\_\_\_

¿Recuerdas cual fue la fecha de la última menstruación ? \_\_\_\_\_

Temperatura (1) : \_\_\_\_\_

Temperatura (2) : \_\_\_\_\_

INCIDENCIAS :

**ANEXO 4**  
**INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS**  
**ESTUDIO 1**  
**PARADIGMA 1 ESTÍMULO INTERVALO CORTO**

**INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS**

En esta tarea que vamos a realizar a continuación, escucharás sólo un tono a través de los auriculares. Tu tarea consistirá en atender a este tono y contar mentalmente el número de veces que aparece. Esta tarea durará aproximadamente 10min. y empezará transcurrido un primer minuto en el que no escucharás nada.

ES IMPORTANTE QUE DURANTE TODA LA TAREA :

- No realices movimientos que afecten a las partes de tu cuerpo donde tienes los sensores.
- Procures mantener la respiración relajada sin hacer grandes inspiraciones o espiraciones.
- Que mantengas los ojos cerrados durante toda la tarea pero sin dormirte y muy atento a los tonos.

¿Tienes alguna duda ?

COLOCAR EN ESTE MOMENTO LOS AURICULARES.

APAGAR LA LUZ GENERAL Y CERRAR LA PUERTA.

**ANEXO 5**  
**INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS**  
**ESTUDIO 1**  
**PARADIGMA 2 ESTÍMULOS INTERVALO CORTO Y LARGO**

**INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS**

En esta tarea que vamos a realizar a continuación, escucharás dos tonos a través de los auriculares, uno más grave y otro más agudo. Deberás prestar atención al tono más grave y tu tarea consistirá en contar mentalmente el número de veces que aparece dicho tono. Los primeros tonos que escucharás en la tarea son a los que no debes prestar atención. Esta tarea durará aproximadamente 10min. y empezará transcurrido un primer minuto en el que no escucharás nada.

ES IMPORTANTE QUE DURANTE TODA LA TAREA :

- No realices movimientos que afecten a las partes de tu cuerpo donde tienes los sensores.
- Procures mantener la respiración relajada sin hacer grandes inspiraciones o espiraciones.
- Que mantengas los ojos cerrados durante toda la tarea pero sin dormirte y muy atento a los tonos.

¿Tienes alguna duda ?

COLOCAR EN ESTE MOMENTO LOS AURICULARES.

APAGAR LA LUZ GENERAL Y CERRAR LA PUERTA.

**ANEXO 5.**  
**ESTUDIO 1**  
**CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN**

Jaime Vila Castellar, catedrático y profesor de la asignatura Psicofisiología Clínica

CERTIFICA que

D. \_\_\_\_\_

ha participado en una investigación sobre actividad cerebral y tasa cardiaca

Granada, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de

Fdo. Jaime Vila Castellar

## ANEXO 6

**CONSENTIMIENTO INFORMADO  
PARA LOS PARTICIPANTES DEL  
ESTUDIO 2**

**Informed Consent**

**Protocol Title:** Human Vocalization.

**Please read this consent document carefully before you decide to participate in this study.**

**Purpose of the research study:**

The purpose of this research is to reach a better understanding of how sounds elicit emotional reactions. We will measure some of your body's responses, which will help us gain a more thorough understanding of these reactions. The results will help us to determine better ways for assessment of emotion in clinical, neurological, developmental, and normal populations.

**What you will be asked to do in the study:**

In this experiment you will hear sounds that are presented through earphones. During this time, you will be seated in a comfortable recliner and your body's reactions will be recorded through the use of sensors on your body. The experimenter will explain to you where these sensors will be placed before the sensors are attached. The sensors are both painless and harmless: They merely record the normal signals produced by your body. You will be asked to fill out several short questionnaires that assess various traits and personal characteristics, which will help us understand the similarities and differences between you and others in the study. If at any time in this experiment you find any of these procedures uncomfortable, you are free to discontinue your participation without penalty.

If you choose to participate in this experiment, you will hear different sounds that have been

previously rated as intense and unpleasant. If any of the sounds presented here should make you feel too uncomfortable to continue, you are free to immediately withdraw your participation and leave without giving up credit or payment. There is a two-way communication system installed in these research rooms and you can discontinue the experiment at any time by simply telling the experimenter to stop. If you have any discomfort or concerns after completing your participation in the experiment, please contact the principal investigator (as listed on page two of this document) or contact the Fear and Anxiety Disorders Clinic (a Health Center out-patient specialty clinic of the Department of Clinical and Health Psychology 352-294-3327 or 352-392-2439), that is located here in the Surge Area.



**Time required:**

2 hours

**Risks and Benefits:**

The risks involved in this study are minimal, and are the same as the minimal risks inherent in routine examinations involving measurement of bodily activity (i.e., heart, muscle, brain, skin, etc.). Application of sensors to the body poses minimal problems. Some sensors are applied by first cleaning the skin by briskly rubbing with a tissue and then attaching a sensor (filled with jelly) to the skin with a tape-like collar. Individuals with high sensitivity to cosmetics or creams, or extreme skin allergies may find that a short-lived redness at certain sites develops after the sensors are applied, although most people find this procedure harmless. The possibility of infection at any site where sensors are applied is non-existent in most cases, and minimal at most, as proper cleaning and sterilization procedures are implemented at all times. The head (EEG) sensors contain a large number of electrodes placed in a device similar to a bathing/swimming cap, which is worn on the head during testing. These sensors are both harmless and painless—they merely record the signals normally produced by your body.

After this session is over, participants will have the opportunity to ask questions; thus they will benefit from our increased knowledge regarding bodily reactions to emotional pictures. Society will benefit from our increased understanding of emotional reactions.

**Compensation:**

You will either receive either two (2) credits in your Introductory Psychology class. If you withdraw from the study before completing it, you will be compensated for your time at the rate of 1 credit per half-hour.

**Confidentiality:**

Your identity will be kept confidential to the extent provided by law. Records of this study will be kept in a confidential form at this institution. Your research records will include your answers to the questionnaires you fill out during the course of this study and the physiological recordings taken during this study. Your name will not appear on the questionnaires or be associated with your physiological recordings. If the results of this research are published or presented at scientific meetings, your identity will not be disclosed.

**Voluntary participation:**

Your participation in this study is completely voluntary. There is no penalty for not participating.

**Right to withdraw from the study:**

You have the right to withdraw from the study at anytime without consequence.

**Whom to contact if you have questions about the study:**

Margaret M. Bradley, Ph.D., University of Florida, Department of Psychology, Box 100165, Gainesville, FL 32610  
Phone: 352-392-2439

**Whom to contact about your rights as a research participant in the study:**

UFIRB Office, Box 112250, University of Florida, Gainesville, FL 32611-2250; ph 392-0433.

**Agreement:**

I have read the procedure described above. I voluntarily agree to participate in the procedure and I have received a copy of this description.

Participant: \_\_\_\_\_ Date:

\_\_\_\_\_

Principal Investigator: \_\_\_\_\_ Date:

\_\_\_\_\_

**ANEXO 7**  
**INSTRUCCIONES PARA LOS PARTICIPANTES**  
**DEL ESTUDIO 2**

Participant Instructions  
Human Vocalization  
2005

Ok, let me explain more about what you will be doing today. First, throughout this study, please try to keep your eyes comfortably focused in the center of the screen. You do not need to stare at this point, but it's important to minimize eye movements, so comfortably focus in the center of the screen as much as possible.

During the session today, you will hear different sounds through the earphones that have been previously rated as intense and unpleasant. Before these sounds there will be a period of time in which nothing will happen. The only thing you have to do during this period of time is try to keep awake and look at the fixation point. After that, the sounds will be presented and your only task will be to try to ignore them. After the first series of sounds there will be another period of time in which nothing will happen and, subsequently, the second series will begin.

Any questions?

I am going to put some earphones in your ears right now.

Remember to keep your eyes focused on the fixation point. You can relax, but keep your arms and legs still.

I will come back in the room when the experiment is over.

**ANEXO 8**  
**ESTUDIO 2**  
**HOJA EXPLICATIVA PARA**  
**LOS PARTICIPANTES**

Debriefing  
Human Vocalization  
2005

In this study we were interested in studying people's reactions to the sounds you heard before. To do this, we measured several physiological reactions. The sensors on your arms measured your heart rate. The sensors on your hand measured skin conductance response, which is a type of sweating activity that seems to measure how aroused a person is. The sensors above your eye were measuring the activity of the corrugator muscle, which is used in frowning. The sensors below your eye were measuring your eye blinks. The loud burst of noise you heard over the earphones is called defense stimuli. It was designed both to make you blink and to provoke a cardiac pattern of response known as the cardiac defense response. Such a response consists of sequential changes, including accelerations and decelerations. On the other hand, past research in our lab has shown that your eyeblink reaction during unpleasant events (as the noise) may be larger as compared to pleasant events. Both your heart rate response and your eyeblink reaction can therefore be measures of emotion. The aim of using a second stimuli (the human scream) is to compare the responses obtained when using an artificial sound versus a natural one. The array of sensors on your head is used to measure brain activity. We are also interested in the brain's response when listening to these sounds. The sensor net on your head was measuring your brain activity before and after the presentation of the sounds, which will help us to understand what neural circuits are involved in the elicitation of the cardiac defense response. We hope that this information will help us to understand the brain and body response in threatening situations.

Any questions?

This study is being conducted through the rest of the semester. To make sure that all students in the study have the same information when they come in here, it is important that you do not discuss this experiment with your classmates until the semester is over.

Thanks for coming today and have a good semester.

