

EL COLEGIO DE MEXICO
CENTRO DE ESTUDIOS LINGUISTICOS Y LITERARIOS

ESTUDIO NEUROLINGUISTICO DE PROCESOS LEXICOS:
POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS
Y MAPEO ELECTRICO CEREBRAL

JOSE MARCOS ORTEGA

TESIS

PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN LINGUISTICA

DIRECTORES:

DRA. JOSEFINA GARCIA FAJARDO

DR. AUGUSTO FERNANDEZ GUARDIOLA

Para mi esposa e hijo.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis debe todo a muchas personas.

A la dirección y asesoría de:

Dr. Augusto Fernández Guardiola.

Dra. Josefina García Fajardo.

Dr. Gustavo Luna Villegas.

Al apoyo de:

Dra. Rebeca Barriga Villanueva.

Dr. Ramón de la Fuente.

Dra. Beatriz Garza Cuarón.

A la colaboración de:

Ing. Rodrigo Fernández Mas

Biol. Adrián Martínez Cervantes.

A las críticas y sugerencias de:

Dr. Raúl Avila.

Dr. Luis Fernando Lara.

Dra. Marianna Pool Westgaard.

A las enseñanzas de:

Dr. Juan Carrasco Zanini (q.e.p.d).

A la ayuda que en diversas formas recibí de:

Lic. Belinda Becerril, Dra. María Paz Berruecos, Dr. Sergio Bogard, Lic. Luz del Carmen Ditrani, Dr. Jim Fidelholtz, Lic. Nuria Gadea, Dr. Ivanhoe Gamboa, Lic. Mary Carmen Garza, Dra. Rosa Montes, Dra. Feggy Ostrosky, Dr. Enrique Pérez Castillo, Dra. Santa Leticia Sánchez, Mtra. Silvia Valdez.

*Para todos ellos
mi afecto y mi profundo agradecimiento.*

Estoy también en deuda con las personas que han dado prestigio a las instituciones donde me he formado académica y profesionalmente.

EL COLEGIO DE MEXICO.

INSTITUTO MEXICANO DE PSIQUIATRIA.

HOSPITAL GENERAL DE MEXICO.

INSTITUTO MEXICANO DE LA AUDICION Y EL LENGUAJE.

INDICE

INTRODUCCION GENERAL (p. 1)

ANTECEDENTES GENERALES (p. 9)

- Estudio de la relación cerebro-lenguaje (breve reseña histórica) (p. 10)**
- La frenología (p.10)**
- El modelo conexionista (p. 13)**
- Críticas al conexionismo y al localizacionismo (p. 17)**
- La lingüística (p.20)**
- La Posguerra (p. 23)**
- La neurolingüística (p. 26)**
- El nivel léxico del lenguaje (p. 32)**
 - Autonomía del nivel léxico (p. 33)**
 - Organización del léxico (p. 42)**
 - Procesos léxicos (p. 49)**
- Estudio de la actividad eléctrica cerebral (p. 69)**
 - Electroencefalografía y potenciales evocados (p. 71)**
 - Potenciales relacionados a eventos y lenguaje (p. 75)**

OBJETIVOS GENERALES (p. 79)

- Actividad eléctrica cerebral desarrollada durante la lectura (p. 80)**
- Organización cerebral del léxico: espacio y tiempo (p. 82)**
- Neurofisiología de los procesos léxicos (p. 83)**
- Dimensión lingüística de los procesos cognoscitivos y neurofisiológicos asociados con el léxico (p.85)**
- Esquema neurolingüístico del procesamiento léxico (p. 87)**

PRIMER EXPERIMENTO (p. 91)

- Introducción (p. 91)**
- Objetivos (p. 93)**
- Hipótesis (p. 95)**
- Método (p. 96)**
 - Sujetos (p. 96)**
 - Estímulos (p. 96)**
 - Procedimiento (p. 97)**
 - Registro electroencefalográfico (p. 99)**
 - Análisis (p. 100)**
- Resultados (p. 101)**
 - 1. Morfología de los potenciales (p. 102)**
 - 2. Primer estímulo contra segundo estímulo (p. 107)**
 - 3. Primer estímulo: habituación (p. 109)**
 - 4. Primer estímulo: sustantivos contra verbos (p. 113)**
 - 5. Segundo estímulo: habituación y categoría gramatical (p. 117)**
 - 6. Segundo estímulo: iguales contra diferentes (p. 118)**
- Comentarios y discusión (p. 124)**

SEGUNDO EXPERIMENTO (p. 133)

Introducción (p. 133)

Antecedentes (p. 134)

Lexicalidad (p. 134)

Forma de las no-palabras (p. 138)

Frecuencia (p. 139)

Categoría gramatical (p. 141)

Morfología (p. 145)

Estudios psicolingüísticos y neurolingüísticos sobre el español (p. 149)

Objetivos (p.151)

Hipótesis (p. 156)

Procesos léxicos (p. 156)

Lexicalidad (p. 158)

Forma de las pseudopalabras (p. 161)

Frecuencia (p. 163)

Categoría gramatical (p. 164)

Morfología flexiva (p. 167)

Localización cerebral de los procesos léxicos (p. 169)

Método (p. 171)

Sujetos (p. 171)

Estímulos (p. 172)

Procedimiento (p. 176)

Registro electroencefalográfico (p. 178)

Adquisición de la señal electroencefalográfica (p. 179)

**Obtención de los potenciales cerebrales relacionados a eventos
asociados con cada clase de estímulos (p. 182)**

Mapeo eléctrico cerebral (p. 186)

Análisis de los potenciales cerebrales relacionados a eventos (p. 186)

Procedimientos estadísticos (p. 188)

Software (p. 188)

Resultados (p. 188)

1. Distribución espacio-temporal de la actividad eléctrica cerebral (p. 190)

**2. Potenciales cerebrales registrados ante las diferentes clases
de estímulos (p. 201)**

2.1. Lexicalidad (p. 202)

2.2. Forma de las pseudopalabras (p. 205)

2.3. Frecuencia (p. 207)

2.4. Categoría gramatical (p. 218)

2.5. Morfología (p. 229)

3. Análisis estadísticos (p. 242)

**4. Mapeo de las respuestas eléctricas cerebrales asociadas con las diferentes
clases de estímulos (p. 245)**

4.1. Primera ventana: 70-100 ms (p. 247)

4.2. Segunda ventana: 100-200 ms (p. 252)

4.3. Tercera ventana: 200-250 ms (p. 257)

4.4. Cuarta ventana: 250-300 ms (p. 261)

SEGUNDO EXPERIMENTO (Cont.)

Conclusiones (p. 265)

Procesos léxicos (p. 268)

Lexicalidad (p. 271)

Forma de las pseudopalabras (p. 271)

Frecuencia (p. 273)

Categoría gramatical (p. 275)

Morfología flexiva (p. 276)

Localización cerebral de los procesos léxicos (p. 279)

CONCLUSIONES GENERALES Y DISCUSION (p. 283)

Actividad eléctrica cerebral desarrollada durante la lectura (p. 285)

Organización cerebral del léxico: espacio y tiempo (p. 285)

Neurofisiología de los procesos léxicos (p. 297)

Dimensión lingüística de los procesos cognoscitivos y neurofisiológicos asociados con el léxico (p. 318)

Esquema neurolingüístico del procesamiento léxico (p. 332)

Comentarios finales (p. 363)

APENDICE DEL PRIMER EXPERIMENTO (p. 371)

1. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación (p. 371)

1.1. Sobre la amplitud (p. 371)

1.2. Sobre la latencia (p. 374)

2. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación (p. 377)

2.1. Sobre la amplitud (p. 377)

2.2. Sobre la latencia (p. 381)

3. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación (p. 383)

3.1. Sobre la amplitud (p. 383)

3.2. Sobre la latencia (p. 384)

4. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) (p. 386)

3.1. Sobre la amplitud (p. 386)

3.2. Sobre la latencia (p. 390)

APENDICE DEL SEGUNDO EXPERIMENTO (p. 393)

1. Promedios y medidas de dispersión (p. 393)

1.1. Lexicalidad (p. 393)

1.2. Forma de las pseudopalabras (p. 394)

1.3. Frecuencia (p. 395)

1.4. Categoría gramatical (p. 404)

1.5. Morfología (p. 413)

2. Análisis estadísticos (p. 422)

2.1. Primera ventana: 70-100 ms (p. 423)

2.1.1. Palabras vs pseudopalabras (p. 423)

2.1.2. Pseudopalabras (p. 424)

2.1.3. Palabras (p. 424)

APENDICE DEL SEGUNDO EXPERIMENTO (Cont.)

2.2. Segunda ventana: 100-200 ms (p. 425)

2.2.1. Palabras vs pseudopalabras (p. 425)

2.2.2. Pseudopalabras (p. 425)

2.2.3. Palabras (p. 425)

2.3. Tercera ventana: 200-250 ms (p. 427)

2.3.1. Palabras vs pseudopalabras (p. 427)

2.3.2. Pseudopalabras (p. 427)

2.3.3. Palabras (p. 427)

2.4. Cuarta ventana: 250-300 ms (p. 428)

2.4.1. Palabras vs pseudopalabras (p. 428)

2.4.2. Pseudopalabras (p. 428)

2.4.3. Palabras (p. 429)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS (p. 431)

INTRODUCCION GENERAL

En este trabajo se realiza una investigación neurolingüística en sujetos sanos, hispanohablantes, sobre los procesos cognoscitivos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura de palabras sin contexto sintáctico. Se pretende caracterizar los principios lingüísticos que intervienen en estos procesos y establecer su sustrato neurofisiológico.

Puede definirse la neurolingüística como el campo de investigación que tiene como objetos de estudio la neurofisiología y la patología del lenguaje. Aunque existe una larga historia para estos dos objetos de estudio en cuanto a la forma en que han sido definidos por diferentes disciplinas, y en cuanto a los cambios que han experimentado estas disciplinas en su especialización, el término neurolingüística es reciente. En un primer momento se aplicó al estudio lingüístico de las afasias (Whitaker, 1971), pero poco después se especializó el término 'afasiología lingüística' para este objeto y, de manera más general, se definió la neurolingüística como el estudio de la relación cerebro-lenguaje: "the terms 'neurolinguistics' and 'linguistic aphasiology' are new ones, in use for a little over a decade. The areas of study to which they refer, the nature of language breakdown and the relationship between language and the brain, are much older than the terms" (Caplan, 1987: 3). Así, en la actualidad existe la tendencia general a considerar que la afasiología lingüística forma

parte de la neurolingüística: "la neurolingüística estudia los mecanismos cerebrales de la actividad del lenguaje y los cambios de los procesos de éste debidos a lesiones cerebrales focales" (Luria, 1980: vii).

Por el hecho de estudiar casos patológicos con la pretensión de establecer inferencias sobre la normalidad, puede considerarse que la neurolingüística es una rama de la neuropsicología cognitiva; por las técnicas empleadas para investigar la neurofisiología de los procesos cognoscitivos asociados con el lenguaje, la neurolingüística forma parte de las neurociencias cognitivas que, a su vez, constituyen una rama de la ciencia cognitiva.

Los problemas para la definición del término revelan la dificultad para establecer el estatuto científico de esta disciplina. Desde el principio, cuando se pretendió considerar a la neurolingüística como el estudio del lenguaje en el que participan la patología, la fisiología y la lingüística, se reconoció que la nueva disciplina enfrentaría problemas epistemológicos muy difíciles de superar. Los siguientes comentarios siguen siendo válidos:

"Neurolinguistics" is not a research program with a set of specified goals, but rather a term which refers to a body of data, data which are to be analyzed and interpreted within the context of a variety of linguistic research programs. (Kean, 1981: 174)

A pesar de la dificultad para caracterizar a la neurolingüística como una disciplina científica ya constituida, hay

cierto acuerdo en cuanto al tipo de investigaciones que forman parte de ella y en cuanto al enfoque multidisciplinario que debe prevalecer (Caplan, 1987, 1992). Es en este sentido en el que la investigación lingüística que desarrollaremos sobre la neurofisiología de los procesos cognoscitivos de acceso al léxico forma parte de la neurolingüística.

Las técnicas utilizadas en este trabajo para estudiar la actividad cerebral son el registro de potenciales cerebrales relacionados a eventos y el mapeo eléctrico cerebral. Aunque ambas se describirán con suficiente detalle en los capítulos posteriores, ahora es oportuno recordar lo siguiente. El cerebro es la parte del encéfalo que incluye la corteza cerebral, la sustancia blanca subcortical, los ganglios basales, el tálamo, el hipotálamo y el epítálamo. Las neuronas constituyen las unidades funcionales del cerebro; son células especializadas que reciben y envían información a otras células. La comunicación entre las neuronas generalmente ocurre desde la terminal de la neurona transmisora a la región receptora de otra neurona: este complejo interneuronal recibe el nombre de sinapsis. La información que fluye entre las neuronas es codificada en una secuencia de estímulos eléctricos y químicos; en ambos casos, las neuronas experimentan cambios eléctricos. La actividad cerebral se manifiesta, por lo tanto, en fenómenos bioquímicos y eléctricos. Las técnicas electrofisiológicas que se utilizan en esta investigación registran, justamente, la actividad eléctrica de la corteza cerebral. Existen diferentes métodos para estudiar la actividad

cerebral; la virtud de los que se emplearán en este trabajo es que poseen una resolución muy fina en la dimensión temporal de los fenómenos que registran, permitiendo observaciones en una escala de milisegundos; es por eso que para algunos autores constituyen la herramienta más eficaz que existe para el estudio de la neurofisiología del lenguaje (Picton and Stuss, 1984). La forma en que los resultados que proporcionan permiten establecer inferencias sobre procesos neurofisiológicos y cognoscitivos se expone a lo largo de los siguientes capítulos.

La investigación emprendida en este trabajo es, en principio, multidisciplinaria. El objetivo general consiste en caracterizar los aspectos neurofisiológicos y lingüísticos de algunos de los procesos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura. Para la definición del objeto de estudio, la formulación de hipótesis y objetivos, y el diseño de la metodología, se ha tomado en consideración los resultados empíricos y las aportaciones teóricas provenientes de diferentes disciplinas. Como se verá en el siguiente capítulo, donde se exponen los antecedentes de esta investigación, la teoría de acceso al léxico que se somete a prueba se ha desarrollado en los marcos de la neurolingüística y la psicolingüística; algunas hipótesis se fundamentan en aportes neurofisiológicos sobre la cognición y la percepción; otras están motivadas por los hallazgos de investigaciones previas sobre la organización funcional del cerebro en relación con el lenguaje. Además de proporcionar el contexto inmediato para establecer la discusión de los resultados, las investigaciones

electrofisiológicas sobre el lenguaje que han empleado las mismas técnicas que se utilizan en este trabajo han orientado el diseño de la metodología experimental. Las categorías con las que se relacionan los resultados neurofisiológicos provienen de la lingüística.

Aún en este intento por caracterizar el estudio que habrá de realizarse, conviene establecer que no es ésta una investigación psicolingüística. Aunque los aspectos que trataremos aluden frecuentemente a esta disciplina, nuestro objetivo de estudiar el sustrato neurofisiológico de los procesos léxicos nos aleja de ella. La postura teórica de la psicolingüística es clara al respecto. Refiriéndose a un modelo psicolingüístico sobre el reconocimiento de palabras, Morton escribe:

Su relación con la actividad neurológica y química del cerebro es incierta, lo que, en cierto sentido, es irrelevante, ya que siempre que un modelo dé cuenta de los datos y sirva para entender mejor los fenómenos que estudia, sus objetivos habrán de considerarse cumplidos. En cualquier caso, las funciones que describe el modelo podrán implementarse adecuadamente mediante un conjunto de estructuras, y si cualquiera de estas funciones resulta ser un constructo necesario, la responsabilidad de hallar un soporte neural para ellas recaerá sobre otros profesionales. (Morton, 1990: 100).

No hace falta decir que la dimensión empírica y neurofisiológica de esta investigación determina el diseño experimental y la clase de hipótesis que pueden plantearse, y que estas restricciones llevan a que la discusión de los resultados no tenga el grado de elaboración teórica que puede alcanzarse en las

disciplinas citadas.

Ahora bien, aunque se trata de una investigación multidisciplinaria, un objetivo importante es interpretar los resultados con una perspectiva interdisciplinaria. En este sentido, se pretende que el esquema de procesamiento léxico cuya funcionalidad se somete a prueba pueda especificarse, a la luz de los resultados que se obtengan, tanto en lo neurofisiológico como en lo lingüístico. La intención consiste en distinguir las etapas del proceso cognoscitivo que se desarrolla desde que una palabra es percibida visualmente --lo que ocurre algunos milisegundos después de que ésta es mostrada-- hasta que es identificada y, posteriormente, analizada. Interesa caracterizar el sustrato neurofisiológico de estas etapas y establecer su relación con procesos cognoscitivos definidos en términos lingüísticos.

Independientemente del mayor o menor éxito que se tenga en el cumplimiento del objetivo anterior, conviene tomar en consideración que ésta es una investigación básica y que, como tal, su relevancia está en la dimensión empírica de los resultados que proporcione sobre los procesos neurofisiológicos desencadenados por las propiedades lingüísticas de los estímulos. Cabe mencionar que las investigaciones neurolingüísticas sobre el español son sumamente escasas, y que muy pocas, en cualquier lengua, se han realizado con enfoques como el que se pretende dar a ésta. Por lo anterior, y por las peculiaridades de nuestra lengua, los resultados serán necesariamente novedosos. Aun en el caso de que sólo confirmen algunas de las hipótesis propuestas a partir de hallazgos

neurofisiológicos y patológicos en hablantes de otras lenguas, los resultados no serán triviales ni predecibles. Por otra parte, al obtenerse en situaciones experimentales controladas, bien definidas en cuanto a la metodología y a las características de los sujetos participantes, los resultados constituyen, bajo estas condiciones, parámetros de normalidad o, al menos, de comparación, que serán de utilidad cuando se realicen investigaciones similares sobre la patología y la adquisición del lenguaje, ya sea con pacientes, neurológicos o psiquiátricos, o con sujetos de diferentes edades.

Para cumplir los objetivos anteriores y establecer estos parámetros de 'normalidad', se realizaron dos experimentos en los que, con las técnicas mencionadas, se estudió la actividad eléctrica cerebral asociada con distintas tareas cognoscitivas y con diferentes propiedades lingüísticas de los estímulos visuales. Cada experimento se diseñó para verificar hipótesis concretas y alcanzar objetivos específicos, pero los resultados proporcionados por ambos se complementan y son interpretados de manera conjunta en el contexto de los objetivos generales de la investigación. Si bien son experimentos independientes, constituyen etapas sucesivas en la línea de investigación que aquí planteo. En la misma forma en que el paradigma del segundo experimento se diseñó para profundizar el estudio de ciertos aspectos señalados por el primero, futuros trabajos podrían continuar con la investigación de otros fenómenos lingüísticos, siempre en el marco de la teoría neurolingüística sobre el procesamiento léxico que aquí se propone.

La presentación del trabajo se ha organizado de la siguiente

forma. En el capítulo que aparece a continuación se exponen los antecedentes generales, teóricos y empíricos, que proporcionan el contexto de esta investigación. Se delimita el objeto de estudio y se desarrolla el esquema de procesamiento léxico con el que se pretende interpretar los resultados. Se describen los métodos empleados para estudiar la actividad cerebral y se reseñan algunas investigaciones relacionadas con ésta.

En el capítulo subsiguiente se exponen puntualmente los objetivos generales de la investigación.

Posteriormente, en sendos capítulos, se exponen los dos experimentos. En cada caso se desarrollan con detalle los antecedentes, la metodología, las hipótesis y los objetivos; se presentan los resultados y se analizan en relación con los objetivos e hipótesis del experimento.

Finalmente, en el capítulo dedicado a las conclusiones generales y a la discusión, los resultados proporcionados por ambos experimentos se evalúan en función del cumplimiento de los objetivos, también generales, estipulados en la sección correspondiente, y se analizan y discuten en el marco del esquema de procesamiento léxico propuesto. Es en este capítulo donde se establecerá, en la medida en que los resultados lo permitan, la especificación neurolingüística, interdisciplinaria, de los procesos léxicos estudiados.

ANTECEDENTES GENERALES

Como antes expuse, en este trabajo se realiza una investigación neurolingüística sobre los procesos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura. Las técnicas utilizadas son la del registro de potenciales cerebrales relacionados a eventos y la del mapeo eléctrico cerebral.

En la primera sección de este capítulo expongo los fundamentos teóricos y empíricos de la investigación neurolingüística, ubicándola en el contexto del estudio de la relación entre el cerebro y el lenguaje; me concentro en describir la forma de obtener la evidencia y establecer inferencias teóricas a partir de ella.

En la segunda parte desarrollo los concepto de 'léxico' y 'procesos léxicos' desde una perspectiva neurolingüística. Hago énfasis en lo relativo a la lectura.

En la tercera parte describo algunos detalles técnicos sobre el registro de potenciales cerebrales y reseño ciertas investigaciones trascendentes en este campo.

El propósito del capítulo es presentar el marco general de la investigación en que se integra mi trabajo. Las referencias a investigaciones directamente relacionadas con la mía aparecerán durante la exposición de los experimentos y en la discusión de sus resultados.

ESTUDIO DE LA RELACION CEREBRO - LENGUAJE (BREVE RESEÑA HISTORICA)

El estudio de la relación cerebro-lenguaje es fundamental en la investigación neurolingüística. En esta sección presento de manera resumida los antecedentes más importantes del intento por localizar funciones lingüísticas en áreas cerebrales específicas¹.

LA FRENOLOGIA

La primera ocasión en que se propone que existe relación entre el cerebro y el lenguaje puede situarse hacia el año 3,000 a.n.e., en un papiro egipcio descubierto en 1862, cuya autoría se atribuye a Imhotep:

Aquel que sufre una herida en la sien, que le perforó el hueso temporal, mientras pierde sangre por las ventanas de la nariz sufre una rigidez del cuello y no puede hablar.

Sin considerar algunas otras observaciones esporádicas y circunstanciales, la relación cerebro-lenguaje se establece de manera definitiva en el siglo XIX, en el marco de la frenología, disciplina pseudocientífica que pretendía que las características mentales de los individuos podían descubrirse a través de la inspección y la palpación de las protuberancias craneales.

El más conocido representante de esta disciplina, F. Gall, quien también fue uno de los mejores anatomistas del cerebro en su época, y el primero en señalar la importancia de la sustancia gris de los hemisferios cerebrales, así como su relación con las fibras

¹Este apartado no tiene pretensiones de exhaustividad. Para una revisión más amplia del tema recomiendo consultar los trabajos de Caplan (1987), Geschwind (1963, 1964, 1965), Lenneberg (1985) y Luria (1985).

de sustancia blanca, había creído notar que las personas que hablan demasiado tienen grandes ojos, por lo que infirió que tal prominencia era causada por hipertrofia de las regiones supraorbitales del cerebro, donde, por lo tanto, debería localizarse la *capacidad* del lenguaje (Gall y Spurzheim, 1810).

Gall publicó esta idea por primera vez en 1810. En 1825, su discípulo Bouillaud escribió un informe intitulado "Investigaciones clínicas que permiten demostrar que la pérdida del lenguaje hablado corresponde a la lesión de los lóbulos anteriores del cerebro y confirman la opinión de Gall acerca de la localización del lenguaje articulado"².

Cincuenta años después de los trabajos de Gall, Aubertin, yerno de Bouillaud y defensor de la frenología y, particularmente, de las ideas de su suegro, era un miembro importante de la Sociedad Antropológica de París. Como también era amigo de P. Broca, le brindó con beneplácito la oportunidad de exponer sus descubrimientos ante la Sociedad en el contexto de un debate sobre las teorías frenológicas acerca de la localización de las funciones cerebrales.

Broca presentó allí, en 1861, el cerebro del paciente Leborgne, cuya enfermedad, antes de causarle la muerte, había evolucionado durante más de veinte años y, en lo relativo al lenguaje, se había manifestado en la total imposibilidad del paciente para la expresión verbal, con la aparente conservación de

²Citado por Luria (1986: 63).

la capacidad para comprender el lenguaje. Broca denominó 'afemia' a esta alteración del lenguaje. Más tarde, el nombre convencional, sería 'afasia'.

Según Broca (1861, 1865) el examen del cerebro en la autopsia demostró que la lesión responsable de las manifestaciones clínicas del paciente se localizaba en el lóbulo frontal izquierdo. Se trataba de un quiste ubicado en el pie de la tercera circunvolución frontal, zona que actualmente se denomina 'área de Broca'. Al puncionar el quiste y permitir que su contenido líquido fluyera, Broca observó que en el área subyacente la masa encefálica estaba anormalmente reblandecida, y que el reblandecimiento se proyectaba hacia la profundidad del cerebro y hacia el lóbulo parietal. Broca interpretó estos hallazgos y los correlacionó con la evolución clínica del paciente: en una primera etapa con duración de diez años, la zona lesionada debió estar circunscrita en el pie de la tercera circunvolución frontal y provocar trastornos exclusivamente en el habla; en la segunda etapa, de otros diez años de evolución, la lesión se extendió hacia la corteza motora adyacente y ocasionó hemiparesia derecha; en la tercera etapa, la lesión penetró hacia la profundidad del cerebro y causó parálisis de la pierna derecha.

La divulgación de los descubrimientos de Broca fue un éxito para la frenología. Al analizar sus implicaciones, él mismo concluyó que tales hallazgos refutaban la tesis de que las funciones intelectuales conciernen a todo el cerebro, y predijo que la frenología de las circunvoluciones reemplazaría la frenología de las protuberancias craneales.

Además de apoyar a la frenología, las investigaciones de Broca le permitieron distinguir dos tipos de comunicación: la lingüística y la no-lingüística; y, dentro de la comunicación lingüística, distinguir la comprensión y la expresión, al localizar esta última capacidad en el área de Broca. Hizo también observaciones relativas a las asimetrías cerebrales que se confirmaron algunos decenios después. E instauró la afasia, es decir, el estado patológico en que se trastorna el lenguaje por causa de una lesión cerebral, como objeto de estudio privilegiado para la investigación de las relaciones entre el cerebro y el lenguaje.

EL MODELO CONEXIONISTA

Sin negar la relevancia de los descubrimientos de Broca, y de acuerdo con Geschwind (1963), hoy parece justo considerar que el trabajo de Wernicke (1874), realizado pocos años después, fue más trascendente para el desarrollo de la exploración del sustrato neurológico del lenguaje, tanto por los excelentes investigadores que siguieron su escuela, como por la línea teórica que trazó, alejada de las preocupaciones de la frenología y, por lo tanto, más lúcida desde luego que la de Broca.

A Wernicke se le otorga el crédito por el descubrimiento de una forma de afasia sensorial en la que no se trastorna la expresión verbal, como en la afasia de Broca, sino que se manifiesta por alteraciones en la comprensión del lenguaje; pues aunque estos casos fueron descritos antes por Bastian y Schmidt en 1869 y 1871, respectivamente, fue Wernicke quien en 1874 demostró

con exámenes *post mortem* que la lesión responsable de esta patología se localiza en el tercio medio de la primera circunvolución temporal, zona que desde entonces se denomina 'área de Wernicke'.

Con el esbozo de un modelo teórico conexionista, --según el cual, *grosso modo*, las funciones cerebrales son resultado de la actividad de diferentes centros cerebrales interconectados-- Wernicke explicó los signos de la afasia sensorial, los cuales incluyen, además de los trastornos en la comprensión, ciertas alteraciones particulares en la expresión. Ambos tipos de trastornos se deben al daño en las zonas del cerebro especializadas para la comprensión del lenguaje, que, además de alterar esta función, impide la 'corrección interna' de la actividad de la zona motora del lenguaje, aunque esta última no esté dañada.

Con base en estos hallazgos, Wernicke predijo la existencia de un tercer tipo clínico de afasia, el cual debía ocurrir cuando la lesión no afectara ni la zona motora del lenguaje ni la zona de comprensión, sino las vías que las conectan. Correctamente anticipó que en esta afasia habría trastornos de la expresión similares a los de la afasia sensorial, pero sin alteraciones en la comprensión.

En 1885 Lichtheim describió tales casos de afasia y añadió en su descripción un signo que Wernicke bien podría haber predicho, y que es el que mejor caracteriza esta forma clínica que actualmente se conoce como afasia de conducción, el cual consiste en la incapacidad de repetir. Con fundamento en este modelo conexionista,

Lichtheim anticipó la existencia de una forma clínica denominada sordera verbal o 'sordera pura a las palabras', que ocurre por desconexión entre los centros de la audición y las áreas de la comprensión del lenguaje, lo cual sería demostrado poco después por Liepman (1900).

En el marco de esta perspectiva conexionista para explicar las funciones cerebrales, Déjérine (1892) aportó nuevas pruebas con el elegante análisis anatómico y clínico de la alexia sin agrafia, estado patológico en el que los pacientes no pueden leer pero sí son capaces de escribir. Déjérine propuso una explicación fisiopatológica con referencia a un paciente cuyo examen *post mortem* reveló un infarto en el territorio de la arteria cerebral posterior izquierda que afectaba la corteza occipital izquierda, la sustancia blanca periventricular del lóbulo occipital izquierdo y pequeñas porciones del *splenium* del cuerpo calloso. Con base en estos hallazgos, Déjérine explicó la fisiopatología del trastorno en términos de una desconexión entre los hemisferios cerebrales que impide transmitir la información visual del hemisferio derecho intacto al centro del lenguaje escrito localizado en la circunvolución angular izquierda. Es decir: el hemisferio izquierdo está imposibilitado para la percepción visual, y la información visual procesada por el hemisferio derecho no llega al hemisferio izquierdo, donde están las áreas especializadas para el lenguaje oral y escrito, porque ambos hemisferios están desconectados como resultado de la lesión en el *splenium* del cuerpo calloso. En la actualidad, ésta es aún la explicación más satisfactoria para el

síndrome de alexia sin agrafia.

Finalmente, Lichtheim (1885) elaboró una propuesta formal del modelo conexionista que sería el fundamento, implícito o explícito, de gran parte de las teorizaciones sobre los trastornos del lenguaje durante los siguientes cincuenta años, hasta que Geschwind en 1965 reformuló el modelo, por lo que conviene detenernos en él para concluir este apartado.

Lichtheim reconoció dos áreas en el cerebro asociadas con el lenguaje: la de Broca y la de Wernicke, la primera relacionada con la expresión, la segunda, con la comprensión. Estuvo de acuerdo con Wernicke al postular que entre ellas existe una conexión. Además, propuso que ambas se conectaban con lo que él llamó un 'área conceptual', difusamente localizada en el cerebro. Representó también las conexiones entre la zona motora y la musculatura oral, y entre la audición periférica y la zona de Wernicke.

De acuerdo con este esquema, los trastornos del lenguaje se producen, bien por daño en las zonas anteriormente mencionadas, bien por lesión en las vías que las conectan, de tal modo que los tipos de afasia cuya existencia el modelo predice son los siguientes: 1) Afasia motora, con trastornos en la expresión por lesión en el área de Broca; 2) Afasia sensorial, con trastornos en la comprensión por daño en el área de Wernicke; 3) Afasia de conducción, con trastornos en la repetición por daño en las vías que conectan las áreas de Broca y Wernicke; 4) Afasia motora transcortical, con las mismas manifestaciones que la afasia motora, pero sin trastornos en la repetición, ocasionada por interrupción

de la conexión entre el 'área conceptual' y el área de Broca; 5) Afasia motora subcortical, caracterizada por trastornos exclusivos de la articulación por daño a la conexión entre el área de Broca y la musculatura oral; 6) Afasia sensorial transcortical, con trastornos en la comprensión pero sin dificultad para la repetición, causada por interrupción de las vías que conectan el área de Wernicke con el 'área conceptual'; 7) Afasia sensorial subcortical o sordera verbal, por daño en la comunicación entre el área auditiva y el área de Wernicke.

CRITICAS AL CONEXIONISMO

Y AL LOCALIZACIONISMO

Si bien las décadas posteriores al descubrimiento del área de Broca se caracterizaron por investigar los trastornos del lenguaje desde perspectivas localizacionistas y conexionistas, hubo desde el principio excepciones. Jackson permaneció al margen de la tendencia localizacionista y, de hecho, en su tiempo se manifestó en contra de las teorías de Broca.

Las ideas de Jackson (1878), expuestas con escasas alusiones al sustrato neurológico, consistían en considerar la conducta y la actividad nerviosa como el resultado de la superposición de funciones cada vez más complejas sobre capacidades básicas.

También Freud, en 1891, criticó el modelo conexionista y puntualizó la necesidad de incluir en el estudio de la afasia descripciones psicológicas.

Por su parte, Pierre Marie (1906a, 1906b) negó que existieran

variedades clínicas de la afasia. Argumentó que existía una forma única, la afasia de Wernicke, en la cual la comprensión estaba siempre alterada como resultado de una deficiencia en lo que él llamó la 'inteligencia general'. Este trastorno lo ocasionaban, según él, lesiones cerebrales posteriores, témporo-parietales, en el hemisferio dominante. Proporcionó como evidencia el propio cerebro del paciente de Broca y demostró que, en efecto, la lesión se extendía hasta incluir la circunvolución supramarginal y penetraba profundamente en la sustancia blanca. También elaboró una prueba para explorar la comprensión, muy breve y muy ingeniosa, en la que todos los pacientes afásicos fracasaban. Con estas evidencias pretendió demostrar que la comprensión siempre se altera y que el área de Broca no guarda relación alguna con el lenguaje; añadió que la atribución de funciones lingüísticas a los lóbulos frontales tenía su origen en las observaciones que Gall hizo sobre los jóvenes exoftálmicos de Black Forest. La postura crítica de Marie parecía exagerada, pero sus conclusiones resultaron esencialmente verdaderas, como se verá más adelante.

Así como un factor para el prestigio alcanzado por la escuela alemana de neurología en el siglo XIX se encuentra en ciertos acontecimientos no relacionados directamente con la ciencia, en la misma forma la escuela fundada por Wernicke, inclusive él mismo, cayó en el descrédito inmerecidamente por razones también históricas; concretamente, el fin de la Primera Guerra Mundial (Geschwind, 1963).

Después de 1920, el modelo conexionista se había

desprestigiado tanto como el modelo localizacionista, y las nuevas tendencias tuvieron como representantes a Pierre Marie en Francia, von Monakow en Suiza, Head en Inglaterra y, más tarde, a Goldstein en Alemania.

Von Monakow (1914) desarrolló el concepto de diasquisis para explicar las alteraciones que se producen en el tejido cerebral sano por su proximidad con una zona lesionada, lo que implica que el daño en la patología cerebral no se limita a zonas precisamente circunscritas; por lo tanto, los trastornos del lenguaje tampoco son resultado de una lesión única y localizable en el examen *post mortem*.

Head (1926) basó sus argumentos sobre los resultados proporcionados por ciertos experimentos de estimulación del cerebro en animales, y en sus observaciones sobre el síndrome que él denominó 'afasia nominal'. Negó toda posibilidad de localizar centros del lenguaje y, en general, funciones, en el cerebro.

Finalmente, en esta línea teórica que propone la participación global del cerebro en el lenguaje, Goldstein (1948) intentó explicar, con una perspectiva psicológica fundada en la Gestalt, las variedades de la afasia como diferentes manifestaciones de la incapacidad patológica para conseguir lo que él llamaba la 'actitud abstracta' necesaria para la elaboración y la comprensión del lenguaje.

Los autores mencionados en esta sección criticaron las propuestas localizacionistas y conexionistas; algunos de ellos negaron explícitamente la posibilidad de localizar funciones

lingüísticas en áreas cerebrales específicas. Sin embargo, es conveniente notar que estas posturas fueron el resultado de adoptar presupuestos teóricos diferentes al interpretar los mismos datos. En este sentido, Geschwind (1963, 1964, 1965) puntualiza que Freud y Jackson no cuestionaron los hallazgos empíricos, sino que no los consideraron como evidencias que apoyaran un modelo neurológico conexionista; señala también que, en la mayoría de los casos, los demás autores adoptaron una actitud 'paradójica', ya que negaban la posibilidad de localizar funciones en áreas cerebrales delimitadas, pero cuando hacían descripciones clínicas se basaban en prácticamente todos los descubrimientos localizacionistas. Caplan (1987: 133-142) coincide con Geschwind; para él, localizacionistas y antilocalizacionistas concuerdan en las localizaciones cerebrales y en la descripción de los síntomas que se presentan como consecuencia de las lesiones en esas áreas.

LA LINGUISTICA

Si ahora parece de sentido común considerar que en el estudio de las patologías del lenguaje deben intervenir especialistas en lingüística, esto no fue reconocido sino hace un par de décadas. Antes, sólo Jakobson llamó la atención sobre este hecho. Antes de comentar su trabajo, conviene exponer de manera sucinta los antecedentes que posibilitaron tal enfoque. Como es bien sabido, Saussure (1945) propuso que para la identificación de las unidades lingüísticas el procedimiento consiste en establecer oposiciones entre ellas, de modo que cada unidad se defina por la manera de

oponerse a otras unidades dentro del sistema. Con este recurso es posible no sólo aislar las unidades, sino también formular el concepto de nivel lingüístico. Así, dicho de manera simplificada, la lengua aparece como una estructura construida con unidades básicas que se integran en diferentes niveles (Benveniste, 1978a). El nivel inferior es el de los sonidos, considerados como fenómenos puramente acústicos y articulatorios. Las unidades de este nivel, estudiadas por la fonética, se conjugan para construir unidades del nivel superior, ya propiamente lingüístico, constituido por fonemas. Estos últimos se combinan para integrarse en unidades morfémicas o palabras. La combinación de éstas, de acuerdo con reglas sintácticas, hace que en un nivel superior las unidades sean oraciones, cuya combinación coherente, a su vez, da lugar a unidades del nivel textual o discursivo. En este esquema, la semántica, o sea el significado, es una dimensión ubicua presente en todos los niveles, a partir del de los morfemas.

Es interesante notar que los trastornos del lenguaje ocasionados por daño cerebral pueden afectar selectivamente cada uno de estos niveles y provocar alteraciones específicas, ya sea en los procesos de comprensión, en los de expresión o en ambos. En el nivel fonético el trastorno puede consistir en sordera a las palabras o anartria (incapacidad para articular sonidos). En el nivel fonológico hay confusión para la comprensión o articulación de fonemas cercanos que contrastan mínimamente. El nivel léxico puede alterarse selectivamente y producir deficiencias en la denominación o en la comprensión del significado de las palabras.

La gramática puede perderse y producir el típico lenguaje agramático, o bien resultar insuficiente para comprender relaciones lógico-gramaticales³.

La otra propuesta de Saussure, que tuvo repercusiones más inmediatas en el estudio de la afasia, se refiere a la definición de las relaciones que mantienen las unidades, entre las que cabe distinguir las relaciones en presencia y las relaciones en ausencia.

Por otra parte, Roman Jakobson (1939) había demostrado que el orden en que el niño adquiere los fonemas de su lengua era susceptible de recibir una caracterización universalmente válida si el análisis se expresaba en términos de adquisición de oposiciones. Tuvo, entonces, la intuición de que el orden en que tales oposiciones se pierden en la afasia debía ser el inverso. De manera que como la distinción entre /l/ y /r/ es, por ejemplo, una de las últimas que los niños adquieren en cualquier lengua, sería una de las primeras en que los pacientes afásicos manifestarían sus errores. Esto resultó cierto (Blumstein, 1973) y constituye, quizás, la primera evidencia que sustenta la hipótesis de que los trastornos del lenguaje son sistemáticos si se les estudia desde una perspectiva lingüística (Jakobson, 1953).

Con respecto a lo que antes se expuso sobre las relaciones sintagmáticas y paradigmáticas, Jakobson (1954) también tuvo otra intuición. Supuso que ambas podrían trastornarse de manera

³Más adelante, cuando se citen los trabajos del Dr. Avila, se proporcionarán ejemplos en español que ilustran algunos de estos trastornos.

independiente en la afasia y dar lugar a manifestaciones particulares. Esta predicción también se confirmó y dio origen a la conocida clasificación de las afasias de Luria y Jakobson⁴.

LA POSGUERRA

Entre 1946 y 1970, el panorama de investigaciones sobre la relación cerebro-lenguaje se ve enriquecido por circunstancias que, en cierta forma, permiten el desarrollo de modelos *quasi* experimentales.

Una de las razones que explican el relativamente lento desenvolvimiento de los estudios sobre la neurofisiología del lenguaje es la imposibilidad de contar, por causas obvias, con modelos animales y experimentales. Es por eso que la afasia suele considerarse un 'experimento de la naturaleza' que permite hacer inferencias sobre el lenguaje a partir de las manifestaciones patológicas ocasionadas por lesiones cerebrales. La discusión sobre el *status* epistemológico de esta forma de proceder o sobre la validez del estudio neuropsicológico de casos patológicos individuales, rebasa los objetivos de este trabajo.

En los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial, destacan, sin lugar a dudas, las investigaciones sobre la afasia realizadas por Luria (1970). Su trabajo fue perspicaz, lúcido y, en cierta medida, exhaustivo, toda vez que tuvo oportunidad de examinar un gran número de casos. Sin embargo,

⁴Puede consultarse una versión resumida de esta clasificación, ilustrada con casos clínicos de afásicos cuya lengua materna es el español, en Avila (1977).

algunas de sus obras más importantes no se conocieron en Occidente hasta 1970, lo que hizo que muchos de sus hallazgos tuvieran que ser 'redescubiertos'. Al respecto, haremos algunos comentarios más adelante.

En este periodo, las intervenciones quirúrgicas realizadas con fines terapéuticos en pacientes con epilepsia intratable médicamente permitieron explorar las funciones lingüísticas en situaciones casi experimentales.

En 1959, Penfield y Roberts (1974) publicaron en un libro clásico los resultados de sus estudios sobre la estimulación eléctrica de la corteza cerebral y su relación con el lenguaje. Sin entrar en los detalles de la metodología empleada y, por lo tanto, sin discutir lo relativo a la naturaleza de las inferencias que a partir de ella pueden hacerse, entre lo más sobresaliente de sus resultados está el hecho de que las funciones lingüísticas se encuentran lateralizadas en el hemisferio izquierdo en la mayoría de los zurdos y, por otra parte, que en el lenguaje interviene, además de las áreas de Broca y Wernicke, una porción superior del lóbulo frontal, la corteza motora suplementaria.

En la década de 1960, destaca también de manera particular el trabajo realizado por Geschwind (1963, 1964, 1965), cuya labor ha incluido no sólo la investigación clínica, sino, además, la reflexión teórica y la revisión histórica sobre un buen número de conceptos acerca de la relación cerebro-lenguaje.

Desde una perspectiva 'neo-conexionista', Geschwind (1965) revitalizó el conexionismo y propuso una taxonomía de las afasias

que apenas difiere de la propuesta por Lichtheim en 1885.

Esta clasificación clínica de las afasias es, en la actualidad, la que se emplea en la mayor parte de Occidente; se funda en la caracterización de las afasias según la presencia o ausencia de unos cuantos signos: fluidez en la expresión, comprensión, denominación y capacidad de repetir. Con ellos se puede distinguir ocho tipos de afasia. Con respecto a la clasificación propuesta por Lichtheim, se han añadido dos tipos de afasia, la anómica y la mixta transcortical. Los trastornos puramente articulatorios se describen bajo el rubro de afemia y se reconoce también la existencia de la sordera verbal; pero estos dos síndromes se excluyen del cuadro de afasias por considerarse que no son trastornos lingüísticos *stricto sensu*. Como se ve, se trata, en esencia, de la misma propuesta de Lichtheim, cosa que Geschwind reconoció explícitamente. Con respecto a los correlatos anatómicos, se recordará que Lichtheim propuso un 'área conceptual' de localización imprecisa. Geschwind abandona este recurso, pero, hasta la fecha, las afasias transcorticales y la afasia anómica adolecen de la ausencia de un sustrato anatómico preciso que pueda atribuírseles.

Hacia el fin de la década de 1960, las investigaciones de Gazzaniga (1970, 1983) en pacientes con desconexión interhemisférica (cerebro escindido), producto también de intervenciones quirúrgicas consistentes en seccionar el cuerpo calloso con fines terapéuticos en ciertos casos de epilepsia, mostrarán que en el hemisferio derecho existe cierta capacidad para

identificar sustantivos, pero no verbos.

LA NEUROLINGUISTICA

En la década de los setenta comienza a emplearse como recurso para el diagnóstico la tomografía axial computarizada de cráneo e inmediatamente se utiliza también en la investigación, con el objetivo de averiguar si con ella es posible establecer correlaciones entre los tipos clínicos de afasia y la localización y la extensión de la lesión (DeWitt et al., 1985; Murdoch et al., 1986).

En general, los resultados han sido desalentadores. Para abreviar, las conclusiones de la mayoría de las investigaciones indican que no es posible correlacionar la localización con el tipo de afasia, ni la gravedad de la afasia con la extensión de la lesión. En todo caso, se reveló la participación en el lenguaje de nuevas estructuras, sin cuya consideración las imágenes proporcionadas por la tomografía carecen de significación en lo relativo a los aspectos clínicos de la afasia. Así, el fascículo subcalloso, localizado cerca del cuerno frontal del ventrículo lateral izquierdo, a través del cual se establecen conexiones desde la circunvolución cingulada y el área motora suplementaria hacia el núcleo caudado, interviene en la iniciación y preparación de los movimientos del habla y, en general, controla aspectos límbicos (activación e inhibición) del lenguaje. También es necesario, para que la afasia no sea severa ni perdurable, que no haya daño en la sustancia blanca periventricular izquierda, por donde atraviesan

algunas vías piramidales (motoras) (Naeser et al., 1989).

Finalmente, para concluir este apartado con el tema con el que comenzó el trabajo, es decir, con el descubrimiento de Broca, señalaré los siguientes hechos.

Ya Marie (1906a, 1906b), como antes se anotó, había hecho la aserción de que el área de Broca no tiene función alguna en relación con el lenguaje. En 1934, Kleist hace alguna alusión en este mismo sentido y Goldstein, en 1948, adelanta la suposición de que las lesiones en esta área provocan trastornos lingüísticos transitorios, pero no causan afasia.

Sin embargo, la evidencia más contundente la presentó Mohr en 1978, al demostrar que la afasia de Broca no se produce si no hay lesiones que involucren, además del área de Broca, otras zonas del cerebro. Y nuevas investigaciones, realizadas en los ochenta, demuestran la existencia de casos con lesión en esta área que, sin embargo, no manifiestan trastornos del lenguaje (Alexander et al., 1990).

Así, lo que en los noventa parece ser un hecho incuestionable es que las lesiones circunscritas en el área de Broca sólo ocasionan trastornos del lenguaje leves y transitorios. Si la lesión incluye más profundamente la sustancia blanca en el istmo frontal y la sustancia blanca anterior y lateral al ventrículo lateral izquierdo, se presenta la afasia motora transcortical. Si la lesión incluye la porción inferior de la corteza sensorio-motriz izquierda, hay disartria. Y sólo si además se lesiona la sustancia blanca periventricular izquierda habrá todos los trastornos típicos

de la afasia de Broca.

En resumen, las investigaciones contemporáneas han reconocido que el lenguaje está representado no sólo en la corteza del hemisferio izquierdo, sino también en la del derecho, con mayor participación de ésta en hablantes de lenguas tonales. Se ha reconocido, asimismo, que también las estructuras subcorticales intervienen en la producción del lenguaje y que, en el hemisferio izquierdo, las clásicas áreas de Broca y de Wernicke no son las únicas indispensables para las funciones lingüísticas, sino que existen otras áreas que son responsables de múltiples aspectos del lenguaje. Además, hay cada vez más razones para aceptar que el área de Broca es de escasa importancia para la producción del lenguaje.

Algo similar ha ocurrido con respecto a la definición clínica de la afasia, lo que puede verse como el corolario de la dificultad para proponer localizaciones precisas relacionadas con funciones lingüísticas. El hecho de que el lenguaje parezca ser ubicuo en el cerebro, implica que diferentes áreas participan en una misma función, y que también es posible la situación inversa, es decir, que ciertas áreas participen en más de un proceso lingüístico de manera directa o indirecta.

Así, por ejemplo, recuérdese que la afasia sensorial o de Wernicke, caracterizada primordialmente por los trastornos en la comprensión, incluye también entre sus manifestaciones una expresión prácticamente incomprensible. De la misma manera, en los años setenta se reconoció que las lesiones anteriores que ocasionan trastornos en la expresión, como es el caso del agramatismo, podían

caracterizarse también por trastornos en la comprensión de la sintaxis, lo que permite inferir que las zonas anteriores del cerebro son indispensables también para la comprensión del lenguaje (Caplan y Hildebrandt, 1988; Caramazza y Zurif, 1976; Zurif et al., 1972).

Mientras las investigaciones anglosajonas de este periodo se han desarrollado casi siempre a partir del modelo conexionista reformulado por Geschwind, Luria continuó su trabajo en Rusia con una perspectiva neuropsicológica, fundada en las ideas de Vigotsky, pero también lingüística, siempre al tanto de las nuevas teorías en esta disciplina, desde las de Saussure y Jakobson, como antes se mencionó, hasta las de Chomsky.

Luria (1970, 1980) reconoció con anticipación muchos hechos que después fueron novedosos en la literatura anglosajona. Estuvo en contra de lo que él llamó localizacionismo estrecho, y consideró que las propuestas de Broca, así como su forma de expresarlas, eran simplemente patéticas. Atribuyó muy pronto funciones lingüísticas a las zonas profundas del cerebro, a la corteza frontal premotora y a las zonas terciarias parieto-occipitales. También notó que los pacientes con afasia motora presentaban trastornos en la comprensión, lo que, como antes se dijo, fue el gran descubrimiento de los setenta.

Tampoco estuvo de acuerdo con el modelo conexionista ni con la caracterización de las afasias que éste propone. Luria (1980) escribió que esta forma de concebir el cerebro como una 'central telefónica' podría aceptarse en investigadores de principios del

siglo, pero que en los sesenta, con referencia explícita a Geschwind, era absurda. En este modelo, un criterio importante para clasificar las afasias y, por lo tanto, para establecer el diagnóstico, consiste en el examen de la capacidad de repetir, la cual está conservada en las afasias transcorticales y es el dato patológico más importante en la afasia de conducción. Al respecto, Luria fue contundente al escribir que jamás había visto un paciente con trastornos en la repetición que no tuviera otras alteraciones lingüísticas, y que jamás había estudiado un paciente afásico cuya capacidad de repetir estuviera totalmente conservada.

La propuesta de Luria en su último libro (1980) establece la relación cerebro-lenguaje en función de los niveles y procesos lingüísticos que se representan en zonas relativamente bien delimitadas del cerebro. Consideró que en las zonas anteriores las alteraciones son sintagmáticas y en las posteriores, paradigmáticas, lo que significa una ruptura con el modelo según el cual en las zonas anteriores están las actividades motoras o de producción del lenguaje, y en las posteriores, las sensoriales o de comprensión del lenguaje⁵.

Dicho muy simplemente, con respecto al proceso paradigmático, los trastornos para la selección e identificación de elementos lingüísticos de cualquier nivel corresponden a lesiones en las

⁵Con respecto a la teoría de Luria y a su influencia en la neurolingüística actual, cabe destacar el trabajo clínico y de investigación realizado en México por el dr. Raúl Avila que, entre otros logros, se materializó en un test cuya aplicación permite diagnosticar a los pacientes afásicos hispanohablantes de acuerdo con la clasificación de Luria y Jakobson (Avila, 1971).

zonas posteriores del hemisferio cerebral izquierdo; las manifestaciones en la comprensión consisten, por ejemplo, en confundir los fonemas /p/ y /b/, y en la expresión, en el empleo incorrecto de un fonema en lugar de otro, o de una palabra en lugar de otra⁶.

Los trastornos en el proceso sintagmático, causados por daño en las zonas anteriores del hemisferio izquierdo, se manifiestan en la expresión por el estilo telegráfico⁷, y en la comprensión, por dificultad para descubrir el sentido de lo que escuchan a través del establecimiento de relaciones gramaticales.

Como se ve, la tradicional división de las zonas del cerebro en anteriores y posteriores ya no se relaciona con la expresión y la comprensión del lenguaje, sino con los procesos lingüísticos sintagmáticos y paradigmáticos, respectivamente.

Los estudios efectuados en los últimos veinticinco años no se han limitado a señalar las deficiencias de los conceptos clásicos sobre la relación cerebro-lenguaje. Las técnicas de investigación antes mencionadas y el desarrollo de protocolos de observación cada vez más acuciosos sobre el comportamiento lingüístico de los pacientes afásicos, han arrojado nueva luz en el esclarecimiento de

⁶Ejemplos de estos trastornos son los siguientes: /mañár/ por 'bañar', /kardín/ por 'jardín', /sigárro/ por 'cenicero', /tenedór/ por 'cuchillo', /pála/ por 'martillo' (tomados de Avila, 1977: 281-282).

⁷Constituye un buen ejemplo del estilo telegráfico la siguiente muestra del habla de un paciente, donde entre paréntesis se transcriben los signos que, en opinión del investigador (Dr. Raúl Avila), fueron omitidos: "(fui al) teatro insurjéntes // (vi una obra) musikál / (trata de un) chikíyo // luego la kornéta tóka melódika / /después / (la actriz) báila muchas béses // (ella usa) múcha (ropa diferente) /// bestido // después (el chiquillo) bé a la eskuéla // después (ella recorre) el mundo / el mundo (con su) marído ///" (Avila, 1977: 281).

los procesos lingüísticos que se realizan en el cerebro.

En 1970 se acuña el término 'neurolingüística' para designar el estudio lingüístico de las afasias (Withaker, 1971). En la actualidad, el dominio de esta disciplina incluye también la investigación sobre la neurofisiología del lenguaje.

Dentro de los múltiples aspectos del lenguaje tratados por la neurolingüística actualmente, hay uno al que me referiré de manera particular en el siguiente apartado, por relacionarse estrechamente con mi investigación.

EL NIVEL LEXICO DEL LENGUAJE⁸

En la sección anterior se mostró la forma en que diferentes teorías han abordado el tema de la localización cerebral de las funciones lingüísticas. En esta discusión es conveniente distinguir dos aspectos. El primero, ya tratado, es el relativo a las localizaciones anatómicas. El segundo se refiere, justamente, a la definición de estas funciones lingüísticas.

Las investigaciones que desarrollaré se concentran en el nivel léxico del lenguaje. En los siguientes apartados expondré tres conceptos relevantes para la elaboración de los protocolos y la interpretación de los resultados de mis experimentos: autonomía del nivel léxico, organización del léxico y procesos léxicos; en el desarrollo de este último enfatizaré lo relativo a la lectura, que

⁸La perspectiva con que trato los temas de este apartado es un intento por resolver algunos problemas teóricos que, con respecto a una versión anterior, me señaló en su dictamen el Dr. Luis Fernando Lara.

es la modalidad que investigo.

AUTONOMIA DEL NIVEL LEXICO

El concepto de nivel es relativamente claro en la lingüística estructural; los criterios formales para reconocer las unidades de cada nivel del lenguaje pueden estipularse con precisión⁹. A partir de la propuesta teórica estructuralista, debiera ser igualmente claro que se trata, en primera instancia, de niveles de descripción, es decir, niveles de análisis¹⁰. Sin embargo, cuando se adopta una perspectiva psicolingüística o neurolingüística, este hecho frecuentemente se pasa por alto, lo que tiene consecuencias teóricas importantes. El primer problema surge al presuponer que los niveles lingüísticos corresponden con procesos cognoscitivos y neurofisiológicos. Así, por ejemplo, con un enfoque psicolingüístico, Chodorow (1979) escribe: "language comprehension is supported by four main types of processing: phonetic, lexical, syntactic, and semantic" (:88). El siguiente problema suele consistir en la caracterización inespecífica de cada proceso cognoscitivo:

The goals of lexical processing are to identify a substring of phonemes as a word and to access certain basic information about the word, such as its part of speech and definition. Syntactic processing uses part-of-speech and other syntactic information to recover the grammatical relations expressed in the sentence. Semantic processing is responsible for the

⁹Véase, por ejemplo, Benveniste (1978b).

¹⁰Tal es, de hecho, el sentido que se sugiere desde el título en el trabajo citado de Benveniste: "Los niveles de análisis lingüístico".

construction of a representation of the sentence's meaning (Chodorow, 1979: 88.).¹¹

La tendencia a establecer una correspondencia biunívoca entre niveles de descripción lingüística y procesos cognoscitivos, y la caracterización inespecífica de las funciones de cada nivel-proceso, aparecen en la mayoría de las investigaciones psicolingüísticas y neurolingüísticas¹². Hay, sin embargo, excepciones que consisten en reconocer esta situación e intentar justificar el procedimiento:

[...] la postura que acabamos de definir no constituye una alternativa teórica neutral con respecto a la caracterización del procesamiento del lenguaje: en concreto, supone que el procesamiento puede entenderse en términos de «niveles» de descripción que se corresponden con los tipos estructurales del análisis lingüístico formal (p.e., la estructura de los sonidos y uno o más niveles sintácticos). [Como] podría demostrarse que tal supuesto es falso [...] hay dos aspectos que son relevantes. En primer lugar, si resultara ser falso, se requeriría alguna otra explicación de los numerosos resultados que ponen de manifiesto una correspondencia entre las descripciones estructurales lingüísticas y la actuación en diversas tareas experimentales. Y en segundo lugar, no deberían encontrarse pruebas a favor de la existencia de sistemas psicológicos de procesamiento independientes que se correspondan con tipos lingüísticos. (Garret, 1990: 140-141)

Como no se han propuesto explicaciones alternativas para los resultados experimentales, y como parece haber pruebas de la existencia de sistemas psicológicos que corresponden con los

¹¹Esta falta de especificidad psicolingüística en la descripción de los procesos lleva, a su vez, a otros problemas teóricos que, con respecto al léxico, por ser el tema que se investiga en esta tesis, discutiré más adelante.

¹²Véase, por ejemplo, el artículo de Forster (1979): "Levels of processing and the structure of the language processor".

niveles lingüísticos, se considera que tal correspondencia ha sido demostrada (Garret, 1990).

En otros casos, el problema mencionado no sólo se reconoce, sino que las investigaciones pretenden, justamente, demostrar la existencia de estos procesos cognoscitivos:

A general feature of the analyses described here is that, unlike much work in neuropsychology, we do not translate freely between linguistic and processing theories. We do not distinguish, say, between a syntactic processing module and a phonological processing module simply in virtue of formal linguistic terminology. Rather, although we accept that processing modules are initially defined by linguistic information types, we seek evidence for their existence in terms of fixed and mandatory operating characteristics --that is, in terms of a functional architecture elaborated in real-time terms. (Zurif et al., 1990: 123-124)

Sin embargo, en la mayoría de las investigaciones este problema no se discute siquiera. Así, aunque algunos resultados experimentales parecen sugerir que hay correspondencia entre los niveles de descripción lingüística y los procesos psicolingüísticos, y aun cuando otras investigaciones interpretan sus resultados como pruebas de que tales procesos psicolingüísticos existen y no son sólo resultado de aplicar una metodología lingüística, prevalece el hecho de que los niveles o procesos no son aislados o reconocidos a partir de la conducta verbal observada en las tareas experimentales, o con un método de análisis psicolingüístico explícito. En este sentido, parece que Nespoulous y Lecours (1984) resumen y caracterizan con precisión la situación de la investigación psicolingüística actual:

Obviously, since descriptive units and levels of observation do not emerge from verbal data in any natural way but clearly depend on the observer's somewhat arbitrary explicit (and sometimes implicit) axioms, they are bound to vary qualitatively and/or quantitatively from one author to another. Be that as it may, discrete elements are described --particularly within the general framework of structuralism-- as well-differentiated parts of a relational network that is assumed to constitute the structure of the linguistic system at different levels: phonology, lexicon, and so on. As static abstract entities, these elements were not originally conceived as potential coding elements within a dynamic neuro-psycho-linguistic model of language processing. Nevertheless, this transformation of descriptive linguistic units into psycholinguistic processing units is most common in modern days. It is quite legitimate when it takes place within the context of a psycholinguistic experimental study, but it is open to criticism when an author carries out such a shift without mentioning it explicitly. (Nespoulous y Lecours, 1984: 143)

Aunque la perspectiva neurolingüística adolece de este mismo defecto, sus procedimientos difieren de los de la psicolingüística. El hecho de que en ciertas situaciones patológicas (afasia anómica) una lesión cerebral produzca trastornos que al ser analizados lingüísticamente parecen afectar selectivamente el nivel léxico (Rishner et al., 1987), se ha interpretado en el sentido de que los procesos cerebrales asociados con el léxico operan con autonomía¹³.

¹³Esta forma de argumentar en neurolingüística es compatible con los principios de la neuropsicología cognitiva: "The rather hybrid term cognitive neuropsychology is applied to the analysis of those handicaps in human cognitive function which result from brain injury [...] By cognitive function is meant the ability to use and integrate basic capacities such as perception, language, actions, memory and thought [...] The functional analysis of patients with selective deficits provides a very clear window through which one can observe the organization and procedures of normal condition." (McCarthy y Warrington, 1990:1)

La localización cerebral de las lesiones que ocasionan este padecimiento proporciona una idea aproximada sobre cuáles áreas intervienen en las funciones relacionadas con el procesamiento léxico. Apoya esta hipótesis el que en otras situaciones patológicas, causadas por lesiones con diferente localización cerebral, los trastornos lingüísticos comprometan de manera predominante, bien el nivel fonológico, bien el sintáctico, pero sin afectar los procesos léxicos¹⁴.

De acuerdo con lo anterior, los argumentos neurolingüísticos para sostener que hay áreas cerebrales especializadas en procesos léxicos provienen del comportamiento que se observa en los pacientes afásicos. Sin embargo, aun en este caso, es resultado de aplicar una metodología lingüística en la descripción del lenguaje y no es una conclusión que se extraiga con criterios neurofisiológicos¹⁵.

Aunque los datos proporcionados por la patología parezcan justificar la existencia de un nivel neurofisiológico asociado con el léxico, tales datos no demuestran la autonomía cognoscitiva ni neurofisiológica de este nivel. El que el léxico pueda preservarse o deteriorarse selectivamente en situaciones patológicas no implica que, en los actos de hablar o comprender el lenguaje, los procesos

¹⁴Esta forma de argumentar también proviene de la neuropsicología cognitiva. La existencia y la independencia de los módulos o procesos cognoscitivos se demuestra cuando es posible describir casos patológicos en que un módulo se conserva y otro se trastorna --disociación y doble disociación de síntomas-- (McCarthy y Warrington, 1990; Caplan, 1987).

¹⁵Sin embargo, para la neurolingüística, los hallazgos neuropatológicos y su correlación con trastornos léxicos constituyen una demostración de que existen procesos autónomos, neurofisiológicos y cognoscitivos, asociados con el léxico.

léxicos sean absolutamente independientes. Desde el punto de vista epistemológico, la importancia de este asunto estriba en que si los procesos léxicos no son independientes de los sintácticos, la investigación del léxico sólo puede hacerse tomando en consideración la sintaxis. En el caso de la investigación empírica, podría cuestionarse cualquier intento cuyo material estuviera constituido por palabras sin contexto sintáctico. Eludiré lo relativo a la relación del léxico con la fonología y la pragmática por tener menor incidencia en mi investigación.

El tema de la interacción del léxico y la sintaxis ha sido profundamente investigado en la psicolingüística, sin que hasta ahora haya nada concluyente al respecto. La postura más razonable parece expresarse en el eclecticismo de Norris (1987). Según este autor, quien apoya la autonomía de los procesos, no es posible entender la interacción si antes no se conoce la forma en que los niveles operan de manera autónoma, aunque las situaciones experimentales parezcan artificiales.

Con lo anterior se expresa en psicolingüística la justificación metodológica de estudiar el léxico como si fuera un nivel autónomo. En el campo de la neurolingüística pueden citarse como apoyo para la hipótesis de la autonomía algunos resultados relacionados con la fisiología del lenguaje. La técnica de registro de potenciales relacionados a eventos, que es la utilizada en la investigación que se desarrolla en este trabajo, permite estudiar en sujetos sanos la actividad cerebral que se asocia con ciertos procesos cognoscitivos. Considerando que un proceso léxico

fundamental es el de asignar significado a las palabras¹⁶, la técnica se ha empleado para averiguar si tal proceso es independiente del contexto sintáctico y pragmático. Aunque el tema no está completamente agotado, la mayor parte de los resultados apoya la autonomía del léxico. El argumento más fuerte proviene de la demostración de que las palabras con más de un significado (homónimos) activan de manera automática todos sus significados durante los procesos de comprensión, aun cuando el contexto sintáctico-pragmático oriente la interpretación de la palabra de manera inequívoca hacia sólo uno de sus significados (Van Petten y Kutas, 1987).

En el marco de la neurolingüística, lo expuesto anteriormente se interpreta como una demostración de que los procesos cognoscitivos relacionados con las palabras poseen un sustrato neurofisiológico propio. En los párrafos anteriores se han expuesto los argumentos que apoyan la hipótesis de que tales procesos cognoscitivos léxicos se desarrollan con autonomía; es decir, sin ser guiados o supervisados por los sintácticos; lo que coincide con la propuesta modular en ciencia cognitiva de que los procesos cognoscitivos reciben información de los procesos de jerarquía inferior, pero no influyen en ellos (Fodor, 1983). Sin embargo, tomando en consideración las limitaciones metodológicas de los enfoques psico y neurolingüísticos, es claro que los resultados de estas investigaciones, inclusive los míos, deben aceptarse con

¹⁶Los problemas asociados con esta visión restringida del léxico los discuto más adelante.

reservas.

Por otra parte, en cuanto a lo que había anticipado, esta forma de asociar niveles lingüísticos con procesos cognoscitivos y neurofisiológicos hace que la definición de estos últimos resulte restringida y cuestionable. En efecto, tal como la psicolingüística y la neurolingüística caracterizan el procesamiento léxico, sus funciones se limitan a identificar las palabras y a asociarlas con su significado. Esta es la función que se describe en el párrafo citado de Chodorow (1979), y que Forster formula así: "The lexical processor accepts input from peripheral perceptual systems in the form of feature lists and attempts to segment this input and to access the entries in the lexicon that correspond to the lexical elements in the input string" (1979: 34). Asimismo, la manera en que la neurolingüística intenta demostrar la existencia y la independencia de los procesos neurofisiológicos asociados con el léxico implica considerar que las funciones de éste se limitan a nombrar¹⁷. Se trata de lo que Lara (1997) caracteriza como una concepción nomenclaturista del signo, presente en muchas teorías lingüísticas contemporáneas ajenas al pensamiento de origen saussureano, la cual

supone que el signo (y toda la lengua) se utiliza para nombrar objetos o, mejor dicho, que se utiliza para vehicular concepciones de los objetos y de las relaciones objetivas que se dan entre hechos y acontecimientos del mundo, anteriores, por definición, a la manifestación verbal, y que se crean y se

¹⁷Como antes se expuso, la conclusión se extrae del comportamiento de los pacientes anómicos, incapaces de denominar los objetos que se les muestran.

determinan con absoluta claridad en la mente. El signo es por ello una etiqueta que se pone a la referencia o al referente; un nombre para un fenómeno anterior a él, del cual sólo participa accidentalmente. (Lara, 1997: 215)

Sobre esta base, al no haber una reflexión más profunda sobre la función semiótica de la lengua --y del signo-- es decir, sobre "la actividad del hablante que consiste en aplicar formas lingüísticas inteligibles a la significación de su experiencia del mundo" (Lara, 1997: 219), cabe la siguiente petición de principios:

¿Qué clase de estatuto científico --psicológico y neurológico-- tiene un fenómeno mental cuya única manifestación suficientemente observable y distinguible es verbal, si ésta se descarta como un simple accidente?" (Lara, 1997: 218)¹⁸

Sin embargo, no parece que en su estado de desarrollo actual puedan la psicolingüística y la neurolingüística superar la concepción nomenclaturista del signo¹⁹.

Como la investigación que desarrollaré se concentra en el nivel léxico del lenguaje, es conveniente recapitular lo tratado en este apartado. Toda vez que la forma en que la psicolingüística y la neurolingüística establecen la correspondencia entre los niveles de análisis lingüístico y los niveles cognoscitivos y neurofisiológicos es susceptible de recibir las críticas ya

¹⁸El lector deberá consultar el texto íntegro del trabajo citado para la exposición clara de estos problemas y de sus posibles soluciones.

¹⁹Lara señala que la semántica contemporánea debe concentrarse en investigar la función semiótica que, como proponía Saussure, forma parte de la semiología y, por lo tanto, no está restringida a un sólo tipo de lenguaje. Pero él mismo añade que "por ahora y durante un largo plazo, hay que reducir la cuestión al campo lingüístico, no sólo por necesidad profesional, sino también porque la teorías de la semántica de las lenguas ordinarias sigue siendo el campo de observación y experimentación mejor acotado y mejor conocido para la propia semiología (o semiótica)" (Lara, 1997: 220, n.).

expuestas, el objeto de estudio de mi investigación debe plantearse como un intento por estudiar los correlatos neurofisiológicos de los procesos cognoscitivos que, desde una perspectiva lingüística, se describen en el nivel léxico. Ahora bien, aun con esta precisión, deberá reconocerse que se trata de una concepción restringida que supone que, en el acto de la expresión, la única función del signo es la de nombrar y, en el proceso de la comprensión, la de asociar formas con significados.

ORGANIZACION DEL LEXICO

El siguiente tema a tratar en relación con el léxico es el que en neurolingüística se define como organización funcional. En este campo, se pretende averiguar si el léxico se representa en el cerebro con una organización que corresponda con la de alguna clasificación lingüística de las palabras, semántica o gramatical; es decir, averiguar si hay diferencia en la actividad cerebral asociada con las palabras que depende de la categoría de éstas²⁰.

La idea sobre la posible organización del léxico proviene del concepto desarrollado en psicolingüística acerca del "léxico mental", concebido como la representación mental de las palabras y el conocimiento asociado con ellas²¹. El trabajo en

²⁰Desde el principio, este planteamiento suscita dudas. No hay una teoría o una definición neurolingüística de la palabra, ni una reflexión sobre los principios que han guiado sus distintas clasificaciones lingüísticas. Se mantiene la concepción nomenclaturista ya comentada y, simplemente, se considera que palabra es lo que, en un texto escrito, aparece entre espacios en blanco.

²¹Si bien no hay en psicolingüística acuerdo sobre muchos de los aspectos relacionados con el léxico mental, sí parece haberlo en su definición más general: "el léxico mental corresponde a un hipotético 'diccionario interno', vale decir al sistema que representa los conocimientos que tiene un sujeto de las

neurolingüística se ha orientado a investigar si el sustrato neurofisiológico del conocimiento acerca de las palabras tiene alguna organización. Las investigaciones realizadas bajo este rubro han procedido de manera similar a las mencionadas en el apartado anterior.

Los datos aportados por la patología sobre la organización del léxico provienen del estudio de los casos en que se pierde o se conserva selectivamente un conjunto de palabras que pueden agruparse en una clase semántica o gramatical²². En la primera caracterización formal de estas categorías, y la única investigación con un número elevado de pacientes, se encontró que los nombres de las partes del cuerpo conforman una clase, cuya pérdida o conservación permite clasificar a los pacientes (Goodglass et al., 1966). Este resultado se confirmó con estudios posteriores (Assal y Buttet, 1973; Dennis, 1976; DeRenzi, 1970; Goodglass y Budin, 1988; Ogden, 1985; Yamadori y Albert, 1973), y en las dos últimas décadas la investigación se ha orientado a la búsqueda de otras categorías, cuya pérdida o conservación selectiva permita deducir la organización funcional del léxico²³. En este sentido, se han descrito casos en los que los nombres de ciudades se conservan en mayor proporción que cualquier otra clase de

palabras de su lengua" (Grainger y Segui, 1990: 24); "simply stated, this [mental lexicon] would be the store of all our knowledge related to words" (Schreuder y Flores d'Arcais, 1992: 409).

²²Con lo que se expone en los siguientes párrafos se aclarará el sentido con que en neurolingüística se utiliza 'clase semántica' y 'gramatical'.

²³Procedimiento de investigación y argumentación basado en la asociación y disociación de síntomas que caracteriza a la investigación en neuropsicología cognitiva y a la neurolingüística, y sobre el que ya se ha comentado.

palabras (McKeena y Warrington, 1978; Wapner y Gardner, 1979), y casos en los que prácticamente la única categoría perdida es la de los nombres propios (Semenza y Zettin, 1989), o bien estados patológicos en los que es posible apreciar una disociación consistente en conservación de nombres propios con referentes identificables y pérdida de aquéllos para los cuales el paciente no ubica un referente (Warrington y McCarthy, 1987). Se ha señalado también que puede haber trastornos selectivos en la comprensión de nombres de objetos inanimados (Warrington y McCarthy, 1983) o de objetos animados (Warrington y Shallice, 1984). Y, dentro de la categoría de objetos inanimados, se ha informado que la clase de los alimentos puede conservarse (Warrington y McCarthy, 1983) o perderse en los procesos de comprensión (Basso et al., 1988) o denominación (Hart et al., 1985; Sartori y Job, 1988).

Los resultados de los trabajos citados se han tomado como pruebas de que el léxico se organiza en el cerebro con principios semánticos. Sin embargo, al no reconocer que estas clases semánticas son las que el análisis estructuralista aísla con un procedimiento de conmutación interpretativa --procedimiento valioso sólo en el aspecto metodológico-- carecen de la relevancia teórica y epistemológica que exige la investigación de los aspectos biológicos (cognoscitivos y neurofisiológicos) del lenguaje:

Si lo que interesa [...] es un manejo de la semántica de una lengua, orientado a la investigación de sus regularidades, de sus probables estructuras, de la manera en que el conocimiento lingüístico se organiza en la mente (quizá como trenes de impulsos en la corteza cerebral), del modo en que manifiesta

las características morfogenéticas de la especie, lo que hace falta es un lenguaje formal de descripción semántica, que pueda llegar a comunicarse con otros lenguajes de la biología. (Lara, 1993: 210-211).

Si de lo que se trata es de profundizar en los aspectos cognoscitivos y biológicos de la semántica de una lengua en general, probablemente el camino más prometedor sea el que ofrece la teoría de la morfogénesis de René Thom (1977), seguida particularmente por Wolfgang Wildgen (1985), aunque todavía sea una dificultad muy grande elaborar la transición de los modelos elementales de la teoría a su manifestación lingüística. (Lara, 1993: 211-212)

En ninguna de las investigaciones citadas las clases semánticas se aíslan a partir de un análisis que sólo considere las manifestaciones verbales patológicas. Más bien, el procedimiento ha consistido en investigar la capacidad que los pacientes tienen para denominar objetos o para señalarlos cuando el investigador los nombra. A partir de los resultados obtenidos, al observar que los pacientes pierden o conservan selectivamente ciertas clases, se ha concluido que el léxico podría estar organizado en el cerebro sobre bases semánticas²⁴.

Por otra parte, con el objetivo de clasificar los pacientes afásicos de acuerdo con la conservación o pérdida de categorías gramaticales, se ha señalado que los pacientes con afasia de Broca conservan palabras de clase abierta y pierden las de clase cerrada (Bradley *et al.*, 1980; Kean, 1978). A esta observación se añaden

²⁴Así, esta perspectiva adolece de los mismos defectos comentados en el apartado anterior en relación con el intento por hacer corresponder niveles lingüísticos (clases semánticas, en este caso) con procesos cognoscitivos y neurofisiológicos. Es claro también que prevalece la concepción nomenclaturista del léxico.

otras, relativas a una disociación en la clase abierta, consistente en que en el agramatismo puede haber pérdida selectiva de verbos y retención de sustantivos (McCarthy y Warrington, 1985; Myerson y Goodglass, 1972; Saffram et al., 1989), y que en la anomia la situación suele ser la contraria, es decir, pérdida de sustantivos y tendencia a conservar verbos (Miceli et al., 1984; Zingeser y Berndt, 1988, 1990). Según esto, los datos sugieren que la organización funcional del léxico en el cerebro se basa en la distinción de dos clases gramaticales mayores: palabras de clase abierta y de clase cerrada, con una disociación en la primera clase entre verbos y sustantivos.

Con respecto a esta última distinción entre sustantivos y verbos, algunos trabajos han investigado la localización anatómica de las lesiones responsables del daño en los procesos asociados con unos y otros. Damasio y Tranel (1993), basados en sus hallazgos, proponen que los procesos asociados con los sustantivos se desarrollan en la parte anterior y media del lóbulo temporal izquierdo, los relacionados con los verbos, en la corteza premotora frontal izquierda. Resultados similares son descritos por Daniele et al. (1994)²⁵.

La pérdida selectiva de verbos en la afasia de Broca se ha

²⁵El hecho de que se hayan descrito disociaciones tales que los trastornos selectivos en sustantivos y verbos se presenten sólo en la expresión o sólo en la comprensión, ha hecho suponer que la organización gramatical del léxico se manifiesta en ambos procesos: "not only is it the case that the lexicon is organized by grammatical class but this organizational principle is duplicated for input and output subcomponents of the lexical system" (Miceli et al., 1988: 351). Con respecto a la disociación de trastornos asociados con estas clases que se manifiestan selectivamente en la expresión oral o escrita, véase Caramazza y Hillis, 1991.

atribuido en ocasiones a la dificultad para conceptualizar palabras abstractas. En relación con esto, hay referencias sobre pacientes cuyo trastorno se localiza en la comprensión y utilización de palabras abstractas (Marshall y Newcombe, 1966; Warrington, 1975); pero, además de que también se ha descrito el caso inverso (Warrington y Shallice, 1984), algunos autores han reportado casos en que el daño selectivo para la clase de los verbos se demuestra aun cuando en la investigación se controle el nivel de abstracción de verbos y sustantivos (Baxter y Warrington, 1985; Caramazza y Hillis, 1991). Estos datos se han interpretado en el sentido de que la diferencia entre sustantivos y verbos no es efecto del significado, sino de su categoría gramatical. Cabe aclarar que cuando se habla de categoría gramatical en este contexto, las clases de sustantivos o verbos no se definen por la posición que tienen en la oración. El hecho de que los pacientes con afasia de broca presenten deficiencias en el empleo de los verbos que se acompañan de trastornos en la estructuración sintáctica ha hecho surgir la pregunta de si su trastorno pudiera no ser léxico, sino sintáctico. No ha habido suficiente investigación respecto a este punto; Zingeser y Berndt (1990) revisan esta cuestión y sostienen que los trastornos sintácticos de estos pacientes son la consecuencia --y no la causa-- de los trastornos léxicos selectivos en la categoría gramatical de los verbos.

Los hallazgos citados constituyen para la neurolingüística pruebas a favor de la hipótesis de que el léxico se representa en el cerebro con la forma de un sistema ordenado y jerarquizado de

categorías. Sin embargo, aún no es posible proponer, a partir de ellos, una teoría general que dé cuenta de los principios que rigen la taxonomía. Los resultados que hasta ahora se han acumulado sugieren que el sistema puede ser de base semántica o gramatical, pero si son válidos los cuestionamientos que hemos expuesto, entonces cabe considerar lo siguiente, que apareció en un trabajo mío:

El hecho de que los pacientes afásicos pierdan o conserven selectivamente conjuntos de palabras que pueden agruparse en clases --semánticas o gramaticales-- indica que el léxico está organizado [en el cerebro]. Conviene, no obstante, destacar que esta argumentación es falaz. Aun cuando no fuera posible dar nombre a las clases, porque estas contuvieran elementos abigarrados, las clases podrían definirse por comprensión, es decir, por enumeración de sus elementos. Y si las clases así caracterizadas proporcionaran criterios para clasificar a los pacientes, igualmente sería válido concluir que el léxico está organizado en el cerebro. De modo que, siendo cauto en la interpretación de los resultados, lo único que puede concluirse es lo siguiente: en ocasiones, coinciden las clases que se obtienen aplicando criterios independientes; por una parte, los grupos de palabras que los pacientes pierden o conservan selectivamente, por otra, las que se definen desde una perspectiva lingüística con base en sus rasgos semánticos o gramaticales. Se trata, pues, de nada más que una coincidencia. (Marcos, 1992: 191)

Para la neurolingüística, empero, los datos acumulados --sobre todo los relativos a sustantivos y verbos-- constituyen argumentos para sostener que existe una organización cerebral del léxico fundada en la categoría gramatical. Aun cuando las categorías sean definidas por la lingüística, los hallazgos patológicos y los

resultados empíricos obtenidos en investigaciones experimentales no pueden interpretarse como una simple coincidencia. Se requiere, entonces, una teoría neurolingüística sobre la organización cerebral del léxico. De acuerdo con los señalamientos de Lara (1993), ésta deberá utilizar no un lenguaje de descripción semántica, sino un lenguaje formal de descripción semántica. Deberá también, probablemente, considerar los mecanismos neurofisiológicos de aprendizaje y especialización cerebral relacionados con el lenguaje. Como las investigaciones que realizaré en este trabajo exploran, entre otras, las respuestas cerebrales asociadas con la lectura de sustantivos y verbos, en el capítulo final volveré a discutir este tema.

PROCESOS LEXICOS

Hay en la actualidad, tanto en la psicolingüística como en la neurolingüística, una señalada tendencia a definir el lenguaje como un sistema de procesamiento de información. Esta perspectiva es compatible con la de la ciencia cognitiva²⁶ que, de modo muy general, considera la mente humana "as a remarkable information-processing system" (Stillings et al., 1987:17) y caracteriza así el lenguaje:

A language is a system that relates some physical signal (a sound, a gesture, a mark on paper) to meaning. As we have seen, information-processing systems are devices that

²⁶"Cognitive science is an interdisciplinary field that has arisen from the convergence on a common set of questions by psychology, linguistics, computer science, philosophy, and neuroscience" (Stillings et al., 1987:8).

represent information in symbolic form. They are computational in the sense that these symbolic representations can be manipulated and transformed to create new representations. We can think of language as rich and complex systems of precisely this kind²⁷. (Stillings *et al.*, 1987: 215)

Un planteamiento semejante hecho desde el campo de la psicolingüística es el siguiente:

Language processing can usefully be regarded as a sequence of operations, each of which transforms a mental representation of a linguistic stimulus into a mental representation of a different form (usually more abstract in the case of perception). (Forster, 1979: 28)

Bajo estos términos, el objetivo de la psicolingüística y la neurolingüística consiste en caracterizar el lenguaje desde el punto de vista cognoscitivo y neurofisiológico²⁸. En el caso concreto del léxico, interesa establecer la naturaleza de las representaciones léxicas y los procesos a los que se someten. Con respecto a esto, en el apartado anterior se proporcionó una definición del léxico mental, conviene ahora caracterizar su función en el contexto del procesamiento del lenguaje:

The role of the mental lexicon in human speech comprehension is to mediate between two fundamental distinct representational and computational domains: the acoustic-phonetic analysis of the incoming speech signal, and the

²⁷En este contexto, "linguists are cognitive scientists who take human language as their special domain of inquiry. Their goal is to understand how linguistic knowledge is represented in the mind" (*loc. cit.*).

²⁸El término 'cognoscitivo' es vago; de modo muy general "the word cognitive refers to perceiving and knowing" (Stillings *et al.*, 1987: 1); tampoco es fácil establecer los límites entre percepción y conocimiento. Al considerar el lenguaje como un sistema de procesamiento de información, el objetivo de caracterizar sus dimensiones cognoscitiva y neurofisiológica se cumple al describir el tipo de conocimiento (y la actividad neurofisiológica asociada con él) que se actualiza en cada etapa del proceso.

syntactic and semantic interpretation of the message being communicated. (Marslen-Wilson, 1992: 3)

De manera similar, la función de las representaciones léxicas contenidas en el léxico mental puede definirse así:

It is clear from recent work in linguistics, psycholinguistics, and computational linguistics that lexical representations play a central role in the process of integrating different types of linguistic and nonlinguistic knowledge. Not only do lexical representations provide the basic bridge between sound and meaning, linking the phonological properties of word forms with clusters of syntactic and semantic attributes; they also provide the basic structural framework in terms of which an utterance can be interpreted. (Tyler, 1992: 439)

Y, en cuanto al tipo de conocimiento lingüístico que se actualiza con ellas:

It is generally agreed among linguists that the lexical representation of a word contains all the linguistically relevant information about the word that is not predictable from general rules. This includes the specification of the word's pronunciation, its spelling, its morphological characteristics, its meaning or meanings, and its membership in a major syntactic category. (Tanenhaus y Carlson, 1992: 529)

Con esta perspectiva, la neurolingüística y la psicolingüística pretenden establecer la secuencia con que este conocimiento se actualiza durante el procesamiento léxico. La primera interrogante que podría plantearse remite a la cuestión de si lo que hasta aquí se ha dicho respecto al léxico puede atribuirse lo mismo a los procesos de comprensión que de expresión. La datos proporcionados por el estudio de las patologías del

lenguaje sugieren que los procesos léxicos de la comprensión son independientes y distintos de los desarrollados durante la expresión. El caso al que antes me he referido, en el que los pacientes tienen trastornos exclusivos para nombrar, no se acompaña de trastornos equivalentes en la comprensión. De manera similar, los trastornos en la comprensión del significado de las palabras se presentan sin manifestaciones en la expresión. A su vez, las deficiencias en la comprensión de la sintaxis que se presentan en la afasia de Broca, ocasionada por una lesión frontal izquierda, ocurren sin alteraciones en la comprensión del significado léxico; la situación inversa se observa en la afasia de Wernicke, causada por lesiones en el lóbulo temporal izquierdo, en las que, además de los trastornos en la audición fonémica, hay dificultades para el reconocimiento de las palabras y una mayor capacidad para la comprensión de la sintaxis. De acuerdo con lo ya comentado con respecto a la forma de argumentar en neurolingüística, puede inferirse que los procesos léxicos de la comprensión y la expresión son independientes y poseen distinto sustrato neurofisiológico.

En esta secuencia de preguntas, la siguiente es obvia y se refiere a si la representación cognoscitiva y neurofisiológica del léxico es la misma para la comprensión a través de la lectura y la audición, y para la expresión oral y escrita. También aquí los datos proporcionado por la patología parecen apoyar la hipótesis de que las representaciones léxicas son diferentes en cada modalidad de comprensión y expresión. Las dislexias y las agrafias adquiridas como consecuencia de daño cerebral pueden presentarse en ausencia

de cualquier otro trastorno lingüístico. Y los trastornos de la expresión y la comprensión del léxico que antes he descrito pueden estar ausentes en la lectura y la escritura o, al menos, ser significativamente menores.

Los distintos estados patológicos mencionados permiten inferir la existencia de procesos cognoscitivos léxicos independientes, asociados con las diferentes modalidades del lenguaje y cada uno con su propio sustrato neuroanatómico. Sin embargo, las manifestaciones de otro tipo de pacientes, quienes presentan trastornos en todas las modalidades del lenguaje asociadas con el léxico, plantea cierto problema para la teoría. En efecto, según lo anotado, para explicar su comportamiento habría que suponer que han sufrido el deterioro simultáneo de los cuatro módulos cognoscitivos. Si bien esto es perfectamente posible, y podría remitir a cuestiones relacionadas con la extensión y la localización del daño cerebral, parece un recurso explicativo ad hoc. El análisis más fino del comportamiento de los pacientes sugiere una explicación alternativa para estos casos patológicos si el procesamiento léxico se especifica más sutilmente.

Los datos citados en primer lugar apoyan la hipótesis de que el léxico es un nivel lingüístico autónomo. La que se acaban de comentar sugieren que hay al menos cuatro formas de representación cognoscitiva y neurofisiológica del nivel léxico; una para cada modalidad del lenguaje: expresión oral, escritura, comprensión auditiva y lectura.

Hay, sin duda, múltiples procesos lingüísticos, perceptuales,

cognoscitivos y neurofisiológicos relacionados con el léxico. Voy a referirme sólo a dos de ellos: el de asignar significado a una palabra durante la comprensión, y el de seleccionar una palabra para expresar un concepto. La cuestión podría plantearse a partir de una distinción tradicional en la lingüística con la que se define el signo lingüístico como la relación entre significado y significante. Voy a considerar que la palabra es un signo lingüístico y eludiré toda suerte de discusión respecto a la definición de palabra y a la especificación de las unidades que la constituyen. Me interesa tratar el tema de si, en efecto, la relación entre forma y contenido es indisoluble en los procesos léxicos.

El estudio psicolingüístico de los lapsus ha puesto de manifiesto que tal relación puede trastornarse en el uso de la lengua. Lo que este hecho revela es obvio: la relación entre significante y significado se establece a través de un proceso cognoscitivo. El fenómeno de 'la palabra en la punta de la lengua' enfatiza la dimensión temporal del proceso.

En condiciones normales, la relación entre significante y significado parece darse de una manera automática, lo que llevaría a pensar que ambos son inseparables. Los casos patológicos nos muestran la vulnerabilidad de esta relación y exigen que en la descripción de los procesos léxicos se considere por separado lo que corresponde al significante, al significado, y al proceso cognoscitivo que los vincula. En la afasia anómica, los pacientes tienen como síntoma principal la dificultad para nombrar objetos.

En su conversación, esto se manifiesta por la presencia de estereotipos, que sustituyen los nombres convencionales de las cosas, o de lo que se cataloga como parafasias, que consisten en el empleo de palabras equivocadas, las cuales pueden guardar alguna relación semántica con el ítem correcto o ser absolutamente aberrantes. Cuando requieren denominar un objeto, sin embargo, son capaces de describirlo y proporcionar sus atributos. Sin entrar en mayores detalles, su comportamiento parece indicar que el sistema semántico está preservado y que el deterioro involucra, bien el proceso de vincular el significado con una forma, bien la representación cognoscitiva de la forma lingüística. El análisis de los procesos puede hacerse más sutilmente, pero basta con establecer que los procesos léxicos de la expresión oral involucran al menos tres etapas: representación semántica, representación del significante y proceso de asociación de ambas representaciones.

Por su parte, los procesos desarrollados durante la comprensión de las palabras son, en este esquema simplificado, equivalentes a los de la expresión (Franklin, 1989). Es decir, hay un estadio en que se activa la representación de la forma, un proceso cognoscitivo para vincularla con su significado, y una etapa en que se activa la representación semántica.

De esta manera, los datos proporcionados por la neurolingüística permiten distinguir en el léxico lo que corresponde a la forma, al significado, y a los procesos cognoscitivos por medio de los cuales se vinculan las representaciones de ambos. Se debe reconocer, asimismo, la

independencia de los procesos desarrollados durante la comprensión y la expresión.

En esta secuencia de argumentos, lo siguiente es considerar si hay procesos cognoscitivos independientes para la lectura y la expresión escrita, y si existen representaciones semánticas asociadas con cada modalidad. En cuanto a esto último, ciertos autores piensan que en el cerebro se localizan diferentes sistemas (Warrington y McCarthy, 1983, 1987; Warrington y Shallice, 1984). De manera más precisa, algunas investigaciones han sugerido que hay sistemas semánticos específicos para el procesamiento de la información verbal, visual y táctil (Beauvois, 1982; Beauvois et al., 1978). Así explican, por ejemplo, el comportamiento de pacientes que conservan la clase semántica de los objetos inanimados, pero pierden la de los animados en el sistema verbal y no en el visual (McCarthy y Warrington, 1988). Por otra parte, hay investigaciones que sugieren que un único módulo cognoscitivo se especializa en actualizar las representaciones semánticas, de modo que la misma representación interviene en todos los procesos de comprensión y expresión (Martin y Saffran 1992; Miceli, 1994; Miceli et al., 1991, 1994). La exposición de los argumentos de ambas posturas teóricas trasciende los objetivos de la investigación que desarrollaré en los siguientes capítulos. Baste decir que más económica y consistente con las manifestaciones patológicas es la hipótesis de que sólo existe un módulo semántico (Caplan, 1987).

Independientemente de que sean uno o más sistemas

cognoscitivos, hay datos suficientes para concluir que la información sensorial no llega directamente al sistema semántico, sino que antes se analiza en estructuras funcionales específicas para cada modalidad de percepción. Cada uno de estos sistemas constituye un "diccionario" de formas (lexicon) al que se accede, bien para el reconocimiento auditivo de las palabras antes de asociarlas con su significado, bien para localizar la forma fonológica a partir del significado (Allport y Funnell, 1981). La patología señala que cada uno de estos módulos puede afectarse de manera independiente; y en los trabajos más recientes se da por un hecho que existe un "diccionario" de entrada, del cual se pasa al sistema semántico en el proceso de comprensión del lenguaje; desde el cual, a su vez, se llega a otro "diccionario" de salida para la expresión verbal (Branch, 1991; Martin y Saffran, 1992; Miceli et al., 1991). Asimismo, ciertos estados patológicos permiten suponer que hay dos "diccionarios" de entrada, uno para la audición y otro para la lectura (Coltheart et al., 1980). Se ha propuesto también que, al menos para el inglés, hay un "diccionario" fonológico para la expresión verbal y otro ortográfico para la escritura.

De acuerdo con lo que aquí se ha expuesto sobre el léxico, la psicolingüística y la neurolingüística distinguen en él diferentes procesos cognoscitivos y niveles de representación, cada uno de los cuales puede trastornarse selectivamente como consecuencia de lesiones cerebrales. Estos aparecen esquematizados en la figura 1, donde se presenta el esquema de procesamiento léxico propuesto por Miceli en una serie de artículos (Miceli, 1994; Miceli et al.,

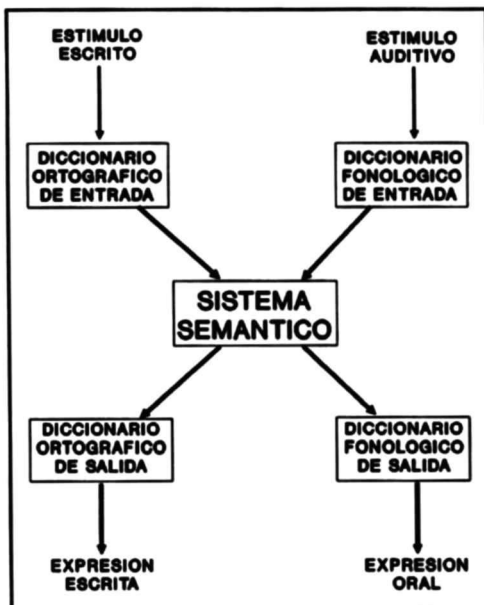


Figura 1. Esquema simplificado de los procesos de acceso al léxico (Miceli, 1994).

1991, 1994). Los términos que se emplean en inglés son los siguientes: orthographic input lexicon, phonological input lexicon, semantic system, orthographic output lexicon y phonological output lexicon. Como traducción para lexicon he utilizado 'diccionario', término que quizá no sea el más adecuado; debe entenderse en el sentido de 'repertorio', 'lista' o 'conocimiento' de formas fonológicas y ortográficas (knowledge of phonological/orthographic forms). Cabe señalar que existen esquemas mucho más desarrollados, siempre sustentados por datos patológicos o resultados experimentales, y que en éste he omitido lo que se refiere a las rutas no léxicas y a ciertos procesos neurofisiológicos y cognoscitivos más finos que no son relevantes para mi trabajo.

Los casos patológicos que he descrito muy sucintamente, y que son, justamente, los que en gran medida han sugerido este esquema, se explican por deterioro o desintegración de los módulos donde se 'almacenan' las formas, o bien por deficiencias en los procesos cognoscitivos que en la comprensión y en la expresión asocian las formas y las representaciones semánticas. En ellos, los pacientes presentan deficiencias léxicas sólo en ciertas modalidades del lenguaje. Los casos a los que antes me referí, en los que los

trastornos afectan por igual la comprensión auditiva, la lectura, la expresión oral y la escritura, se explican por el deterioro exclusivo de las representaciones semánticas.

En este marco de procesos léxicos, la investigación que realizaré se concentra en aquéllos que se desarrollan durante la lectura. Por tal motivo, conviene especificarlos con mayor precisión.

En lo que resta de este apartado me referiré a los procesos cognoscitivos mediante los cuales se actualiza el significado de una palabra que se lee. Aun cuando se restrinja a la lectura, se trata de un tema amplio y complejo en el que quedan múltiples aspectos por resolver en lo relativo a lo cognoscitivo y a lo neurofisiológico. Lo desarrollaré, por lo tanto, de una manera esquemática y sólo me extenderé en los detalles cuando éstos se relacionen directamente con mi investigación.

Para los fines de la investigación realizada en este trabajo, que no se concentra en los procesos perceptuales, sino en los cognoscitivos, puede considerarse que el primero consiste en identificar las letras de las palabras y asociarlas con representaciones abstractas que forman parte de lo aprehendido y están almacenadas en la memoria: se trata de un proceso que descompone la palabra escrita en unidades discretas (grafías). Es decir, la palabra se percibe como un todo, pero su identificación se realizará sobre la base de las unidades que la componen. Estas grafías se asocian con una representación abstracta, de tal modo que las unidades que constituirán la posterior representación de la

palabra no son ya las letras, sino, justamente, sus representaciones cognoscitivas (no isomórficas). Diversas investigaciones psicolingüísticas apoyan esta hipótesis; entre ellas, es suficiente citar las que demuestran que los tipos de letra y aun la alternancia de mayúsculas y minúsculas en una misma palabra producen escasos o nulos efectos sobre el tiempo requerido para la lectura (Henderson, 1982; Rayner et al., 1980)²⁹. No hay datos neurofisiológicos sobre la manera en que se realiza esta asociación de grafías con representaciones abstractas, sin embargo, la mayoría de los esquemas proponen que se trata de un proceso 'en paralelo' y no serial. Es decir, que las letras no se identifican una después de otra, sino todas simultáneamente (Adams, 1979; McClelland, 1976; McClelland y Rumelhart, 1981; Morton, 1969).

El siguiente proceso consiste en construir con las representaciones de las grafías la representación abstracta de la palabra. La investigación psicolingüística de este tema, realizada mayormente con referencia al inglés, tuvo que considerar dos hechos. El primero es que la gente posee normalmente la capacidad de leer pseudopalabras; es decir, palabras inexistentes que respetan la estructura silábica y fonológica de la lengua en cuestión; vgr. 'cafa', para el español. Aunque es obvio que estas pseudopalabras no se pueden asociar con una representación mental previamente almacenada en la memoria, la capacidad de leerlas demuestra la existencia de un proceso mediante el cual las grafías

²⁹Para una discusión más amplia sobre este tema, véase Bresner y Johnston (1989).

se convierten en fonemas para construir una representación, nueva en este caso, de la pseudopalabra. La cuestión aquí remite a la posibilidad de que la representación de las palabras se construya con ese mismo mecanismo. Por otra parte, la ortografía del inglés hace que una gran cantidad de palabras no pueda leerse con la estrategia de convertir grafemas a fonemas, pues daría como resultado palabras inexistentes. El español posee una ortografía muy transparente y los casos similares a los de el inglés son excepcionales. Con la única finalidad de ilustrar el fenómeno, citaré dos ejemplos. Si el único proceso de lectura fuera el de convertir grafemas a fonemas, concediendo que el valor convencional de 'x' es /ks/, como en 'fénix', la palabra 'México' se regularizaría y se leería /mek'.si.ko/; por lo mismo, la gente no tendría dificultad en reconocer que a 'añcho' se le debe atribuir la misma pronunciación convencional de 'ancho' y en la escritura cometería eventualmente el error ortográfico de escribir la palabra con ñe. Como estas situaciones no ocurren, es posible concebir la existencia de un proceso de lectura que identifica las palabras por sus grafías, pero sin proceder discretamente asociando cada grafía con su valor fonológico. Hay, por supuesto, otros procesos perceptuales, como los que ocurren durante el reconocimiento de logotipos o los que dificultan la detección de erratas, pero su discusión trasciende los objetivos de este capítulo.

De esta manera, puede suponerse que existen dos mecanismos de lectura. Con uno, las grafías se asocian con fonemas para construir la representación fonológica de la palabra (ruta de conversión

grafema-fonema). Con el otro, la palabra se reconoce a partir de las grafías que la componen, pero sin asociar éstas con valor fonológico alguno (lectura total o whole word recognition route). La cuestión por resolver es cuál de los dos mecanismos es el que se utiliza durante la lectura de palabras. Las investigaciones sobre este tema también han sido numerosas; la conclusión parece ser la siguiente: el recurso que normalmente se emplea es el de acceder a la forma total de la palabra sin convertir las representaciones de las grafías a fonemas; la ruta de conversión sólo se emplea excepcionalmente en la lectura de palabras infrecuentes (Seidenberg et al., 1984).

Independientemente del trabajo experimental en psicolingüística, el estudio de la patología del lenguaje parece confirmar la existencia de las dos rutas de lectura y demostrar que cualquiera de ellas puede trastornarse selectivamente. Los pacientes angloparlantes con dislexia de superficie (surface dyslexia) son capaces de leer en voz alta pseudopalabras, pero presentan severas deficiencias para la lectura de palabras, sobre todo de aquellas con escritura irregular, cuya pronunciación regularizan de acuerdo con las convenciones ortográficas. En ellos se encuentra afectado el proceso de lectura total; la lectura de pseudopalabras y la regularización de la pronunciación de palabras (cuyo significado no comprenden) la realizan por la ruta de conversión grafema-fonema (Marshall y Newcombe, 1973). La situación inversa se presenta en los pacientes con alexia fonológica, quienes son incapaces de leer pseudopalabras pero no presentan mayores

problemas con las palabras; en ellos se ha trastornado la ruta de conversión grafema-fonema (Beauvois y Dérourné, 1979). Ambos trastornos se presentan como consecuencia de lesiones cerebrales, por lo que hay argumentos para sostener que a los procesos cognoscitivos que intervienen en las dos formas de lectura se les puede atribuir sendos sustratos neurológicos.

De acuerdo con lo anterior, desde el punto de vista de la psicolingüística y la neurolingüística, es posible reconocer dos procesos de lectura. Las investigaciones sobre el español son escasas y sus resultados no son concluyentes. La primera sugerencia, hecha por Ardila (1991) en el sentido de que en español sólo se emplea la ruta mediada por la fonología, ha sido refutada hace poco tiempo con resultados que parecen demostrar que los hispanohablantes también emplean una estrategia de lectura global (Ferrerres y Miravalles, 1995). El tema es pertinente porque en una de las investigaciones realizadas en este trabajo se compara la actividad cerebral registrada durante la lectura de palabras y pseudopalabras; algunas de las diferencias podrían ser el resultado del desarrollo de distintos procesos cognoscitivos para la lectura de una y otras.

El siguiente aspecto a considerar se refiere a la naturaleza de la representación cognoscitiva que se obtiene al concluir cualquiera de los dos procesos descritos. Aunque lo más económico, y probablemente intuitivo, sea pensar que se trata de la representación abstracta del significado, hay razones para suponer que antes de que éste se actualice se desarrollan otros procesos

cognoscitivos relacionados exclusivamente con la representación formal de la palabra. La mayor parte de los datos que apoyan esta idea proviene de la patología. Hay ciertos pacientes que después de sufrir una lesión cerebral son incapaces de comprender el significado de las palabras que leen; no obstante, pueden leer en voz alta. Su comportamiento sugiere diferentes hechos. En primer lugar, se demuestra que es posible leer en voz alta, sin actualizar el significado de las palabras, a través de lo que se llama una ruta no-léxica. Como los pacientes podrían estar leyendo las palabras con el mismo procedimiento que siguen para la lectura de las pseudopalabras, es decir, convirtiendo grafemas a fonemas, esta capacidad preservada no confirma que haya una representación mental de las palabras carente de significado. Sin embargo, aun sin comprenderlas, los pacientes pueden leer en voz alta correctamente palabras de escritura irregular. Este hecho es indicativo de que la lectura no ha seguido la ruta de conversión grafema-fonema, sino que han tenido acceso a la representación de la forma de la palabra, la que, a su vez, ha activado la forma fonológica correspondiente para la expresión oral. Otro signo inequívoco de que han reconocido la palabra es que pueden realizar eficientemente tareas de decisión léxica; o sea que no tienen dificultad para distinguir entre palabras y pseudopalabras por medio de la lectura. Por otra parte, como los pacientes no presentan problemas en otras modalidades del lenguaje --escritura, comprensión auditiva, expresión oral-- puede descartarse la existencia de trastornos en las representaciones semánticas, ya que, como antes se dijo, éste

es un único módulo cognoscitivo relacionado con todas las modalidades lingüísticas. En síntesis, estos pacientes actualizan por medio de la lectura la representación formal de las palabras almacenada en la memoria, por eso pueden establecer decisiones léxicas y leer en voz alta aun aquéllas con ortografía irregular. Como el módulo semántico está intacto, su trastorno consiste en la incapacidad de asociar esta forma con su representación semántica. Cuando el daño se ubica en el nivel de la representación semántica hay deterioro de todas las modalidades del lenguaje.

Lo que hasta aquí se ha expuesto es que las dos rutas de lectura concluyen con la representación formal de la palabra que se asocia con la representación cognoscitiva correspondiente que se encuentra almacenada en la memoria. La forma en que se establece esta correspondencia no ha sido totalmente explicada, aunque si existen teorías bastante desarrolladas al respecto (Forster, 1976, 1992). Ya sea que la asociación se establezca de manera automática o por medio de un proceso de búsqueda, debe de haber en la memoria un repertorio de formas de entre las cuales se selecciona la que corresponde con la palabra que se lee. A este repertorio se le designa convencionalmente como Diccionario Ortográfico de Entrada, para distinguirlo de su equivalente en el proceso de comprensión auditiva (Diccionario Fonológico de Entrada).

En el estado patológico que se acaba de describir, este módulo cognoscitivo está intacto. En otros pacientes, en cambio, los trastornos en la comprensión de la lectura se ubican precisamente en el diccionario ortográfico de entrada. Estos pacientes, que



Figura 2. Procesos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura (Lesser y Milroy, 1993).

también pueden leer pseudopalabras en voz alta, son incapaces de leer palabras de ortografía irregular y no pueden discriminar entre palabras y pseudopalabras. Como tampoco presentan problemas en otras modalidades del lenguaje, puede concluirse que en ellos el diccionario fonológico de entrada está desintegrado.

Resumiendo lo anterior, los procesos que se desarrollan durante la comprensión de palabras por medio de la lectura aparecen esquematizados en la figura 2. En esta forma de representar el proceso de acceso al léxico, que puede verse como un diagrama de

flujo, lo que aparece en las cajas son los módulos cognoscitivos donde se encuentran almacenadas las representaciones mentales que forman parte del conocimiento y que se han constituido por medio del aprendizaje. Entre las flechas aparecen los procesos cognoscitivos a los que se someten estas representaciones. Así, la palabra escrita activa un proceso que identifica las letras que la constituyen; el resultado de este proceso es la actualización de la representación abstracta de las letras. Con estas unidades, dos procedimientos de lectura construyen una representación formal de la palabra que se asocia con la correspondiente representación en el diccionario ortográfico de entrada. La etapa siguiente consiste en asociar esta forma con el significado que está representado en

el módulo semántico.

Es importante enfatizar que en esta forma de representar el acceso al léxico se esquematizan los procesos cognoscitivos y neurofisiológicos que se desarrollan en una dimensión temporal. Debe distinguirse este diagrama de los que, por ejemplo, se emplean en la gramática cognitiva, o de aquellos que en la gramática generativa ilustraban el paso de las estructuras sintácticas profundas a las estructuras sintácticas superficiales. En el esquema que he presentado no se intenta explicar la cognición desde una perspectiva puramente teórica o introspectiva; tampoco se pretende ilustrar con un dibujo la relación entre conceptos abstractos contruidos por la propia teoría. Por lo contrario, el esquema se ha ido desarrollando a partir de los datos empíricos proporcionados por investigaciones psicolingüísticas y neurolingüísticas. Es, por lo tanto, un esquema cuyas modificaciones y especificaciones han sido dictadas por la acumulación de nuevos datos, no por exigencias teóricas de economía o elegancia. Cada una de las etapas que en él se señalan se justifica empíricamente, y hay argumentos suficientes para sostener que los módulos y procesos cognoscitivos en cuestión poseen un sustrato neurofisiológico.

En la actualidad hay una señalada tendencia a definir los trastornos léxicos en el contexto de este marco teórico. Con formulaciones más elaboradas, se ha utilizado para explicar las patologías del nivel léxico que se manifiestan en la comprensión auditiva (Franlin, 1989), la expresión oral (Caramazza y Hillis,

1991; Warrington y McCarthy, 1983, 1987), la lectura (McCarthy y Warrington, 1986) y la escritura (Miceli et al., 1994). Tal como se ha desarrollado, su originalidad consiste en que hace posible distinguir diferentes procesos cognoscitivos, atribuirles el sustrato neurofisiológico que les corresponde, en la medida en que los datos con que se cuenta lo permiten, y definirlos en su dimensión temporal. He presentado el esquema en su forma simplificada, incluyendo sólo lo relativo a la ruta léxica de la lectura de palabras y únicamente lo que se relaciona con mi investigación; por lo tanto, he eludido los aspectos que suscitan mayores problemas teóricos, las especificaciones neurofisiológicas más finas y la discusión de la manera en que se relacionan con otras modalidades del lenguaje. Aun así, proporciona, a mi parecer, el mejor contexto para interpretar los resultados de los experimentos que presentaré en los siguientes capítulos. Sin embargo, conviene reconocer en él dos serias deficiencias. En primer lugar, falta en el esquema el desarrollo teórico y la evidencia empírica que permitan establecer la manera en que los procesos se retroalimentan y actúan en paralelo. El segundo defecto del que adolece es su falta de sutileza en la definición lingüística de los procesos léxicos³⁰. Tal como se expondrá en el siguiente capítulo, la investigación que desarrollaremos pretende

³⁰"Models of language processing are still at an early stage of development [...] Their empirical validity is constantly being tested by evidence from brain-damaged patients [...] The models do, however, suggest a rationale for analysing an individual patient's disorders, as a basis for devising a method of intervention" (Lesser y Milroy, 1993: 61).

contribuir a la mejor especificación de los procesos léxicos en su dimensión lingüística.

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD

ELECTRICA CEREBRAL

La evidencia que ha llevado a la formulación de las teorías sobre los procesos léxicos proviene, en su mayor parte, de la investigación clínica y neuropatológica. El estudio experimental de la actividad cerebral en sujetos sin trastornos del lenguaje no se ha realizado hasta épocas muy recientes, con excepción de los trabajos ya citados de estimulación cortical y sección del cuerpo calloso.

Es sólo con el advenimiento de la tecnología digital cuando se han desarrollado técnicas inocuas que permiten estudiar in vivo la actividad cerebral asociada con procesos cognoscitivos. Una de ellas, la del registro de potenciales cerebrales relacionados a eventos, con su extrapolación topográfica en forma de mapeo eléctrico cerebral, es la utilizada en los experimentos presentados en los siguientes capítulos.

Los potenciales relacionados a eventos son cambios en la actividad eléctrica del cerebro asociados con la percepción de estímulos físicos o con procesos cognoscitivos. Estos cambios, que reflejan también la actividad bioquímica de las células nerviosas del cerebro, se presentan como alteraciones sutiles de la actividad eléctrica espontánea del cerebro, por lo que son muy pequeños y

difíciles de detectar en el trazo del electroencefalograma. Para registrarlos, se realiza un promedio de las respuestas del cerebro a una serie de estímulos. El principio que guía este procedimiento es que, en el promedio de estas respuestas, la actividad cerebral de fondo, al ser aleatoria, se cancela y sólo queda la actividad eléctrica provocada por el estímulo.

Esta técnica constituye un método inocuo y no invasivo que puede utilizarse con sujetos sanos. El hecho de que permita apreciar cambios muy finos en la actividad cerebral hace posible que, en los experimentos, las variables dependientes de los estímulos resulten susceptibles de ser manipuladas sutilmente, por lo que para algunos autores es la herramienta más eficaz en el estudio de la fisiología del lenguaje (Picton y Stuss, 1984).

El potencial que con esta técnica se obtiene consiste en una serie de ondas, positivas y negativas, que aparecen en diferentes latencias; medidas siempre en una escala de milisegundos. Como la forma de los potenciales varía en las distintas áreas cerebrales, con procedimientos digitales puede extrapolarse el patrón de actividad de la superficie total del cerebro, de modo que es posible apreciar la forma en que diferentes regiones cerebrales participan en los procesos cognoscitivos asociados con los estímulos.

Tanto el registro de potenciales relacionados a eventos como el mapeo eléctrico cerebral se fundan en la electroencefalografía y la obtención de potenciales evocados, por lo que, antes de reseñar su utilización en el estudio del lenguaje, conviene

caracterizar estas dos últimas técnicas.

ELECTROENCEFALOGRAFIA

Y POTENCIALES EVOCADOS

El antecedente inmediato del estudio de los potenciales evocados es la electroencefalografía, cuyo origen puede ubicarse en 1875, cuando Richard Caton, en sus experimentos con monos y conejos, descubre con ayuda de un galvanómetro la actividad eléctrica espontánea del cerebro (apud Halliday, 1980: 3).

La electroencefalografía hace posible estudiar la actividad eléctrica del cerebro con la utilización de electrodos colocados en la parte externa del cráneo. Esta actividad se registra, en forma de ondas, en una gráfica que permite observar los cambios de potencial eléctrico a través del tiempo. Para obtener un electroencefalograma se fija a la piel, de acuerdo con las localizaciones topográficas establecidas por el Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958), cierto número de electrodos. El registro puede ser bipolar o unipolar: en el primer caso se obtienen los potenciales eléctricos que ocurren entre cada par de electrodos; en el segundo, se registran las diferencias de potenciales entre cada uno de los electrodos colocados en el cráneo y otro electrodo colocado en algún sitio distante de la corteza cerebral.

En la actualidad, la electroencefalografía constituye un método de diagnóstico útil en una amplia gama de estados patológicos, como los siguientes: epilepsia, tumores cerebrales,

hematomas subdurales, meningitis, encefalitis, accidentes vasculares y defectos congénitos del encéfalo.

En cuanto a la investigación neurofisiológica, conviene reseñar los siguientes trabajos que constituyen antecedentes relevantes para la investigación del lenguaje.

El primer trabajo importante pertenece a Hans Berger, quien en 1929, al realizar los primeros registros electroencefalográficos en humanos, descubre que la actividad eléctrica del cerebro se modifica cuando el sujeto recibe estímulos sensoriales (apud Halliday, 1980: 4).

Más tarde, en 1938, Loomis y sus colaboradores describen el trazo electroencefalográfico que se observa cuando un sujeto dormido es sometido a estímulos sensoriales súbitos (apud Halliday, 1980: 5). Un año después, Davis identifica en el electroencefalograma la respuesta a los estímulos sensoriales administrados a sujetos en estado de vigilia (apud Halliday, 1980: 5).

Con estos experimentos fue posible describir la actividad eléctrica del cerebro que ocurre como respuesta a los estímulos sensoriales. Sin embargo, el método era demasiado impreciso y no permitía estudios más finos que hicieran posible, entre otras cosas, establecer distinciones sutiles entre las respuestas que se obtienen con diferentes tipos de estímulos. Hasta que en 1947 Dawson desarrolló la técnica para la obtención de los potenciales evocados (apud Halliday, 1980: 11).

El procedimiento de Dawson se basa en un método de

superposición fotográfica ideado por Galton en 1875, quien, con la pretensión de distinguir los rasgos faciales característicos de los criminales, supuso que con la superposición de muchas fotografías de estos sujetos se obtendría como resultado una única fotografía, en la que los rasgos comunes resaltarían y los rasgos no compartidos se desvanecerían (apud Halliday, 1980: 11).

Con base en este principio, Dawson realizó la superposición fotográfica de los trazos electroencefalográficos registrados en diferentes ocasiones al estimular eléctricamente la mano, y lo mismo hizo con los obtenidos al estimular repetidamente la pierna. El resultado fue un trazo único para cada caso, obtenido con los rasgos compartidos por todos los registros. Con ello pudo establecer las diferentes zonas del cerebro que reaccionan a los estímulos de la pierna y de la mano.

Cuatro años más tarde, el mismo Dawson (1951) desarrolló una técnica para sumar y promediar los trazos electroencefalográficos, de modo que para obtener el potencial evocado no fuera necesario recurrir a la superposición fotográfica (apud Halliday, 1980: 12).

Los potenciales evocados son cambios en la actividad eléctrica del cerebro asociados a un estímulo. Estos cambios eléctricos son demasiado pequeños y no pueden observarse en el electroencefalograma, confundiéndose con los trazos que reflejan la actividad eléctrica espontánea del cerebro asociada a otras funciones. Sin embargo, al promediar las respuestas obtenidas al aplicar el mismo estímulo consecutivamente, es posible distinguir la actividad eléctrica provocada por el estímulo. Es esto lo que

hizo Dawson con cálculos matemáticos y lo que en la actualidad se realiza con la ayuda de sistemas computarizados.

Después del trabajo de Dawson, la investigación se orientó hacia el estudio de los potenciales evocados por diferentes tipos de estímulos: visuales, auditivos, olfativos, etc.

En lo que se refiere al tema que interesa a esta tesis, el siguiente salto se da en 1964, cuando Walter y sus colaboradores describen la variación negativa contingente. Esta es una onda que proviene de las regiones prefrontales de la corteza, aunque aparece en todas las zonas del cerebro. Se presenta cuando el sujeto espera un estímulo que sabe que se le habrá de administrar. La amplitud de la onda está relacionada con la probabilidad subjetiva de aparición de la señal, por lo que se asocia a un estado psicológico de atención y expectación.

Un año después, Sutton y colaboradores (1965) hacen un descubrimiento similar. Antes de describirlo conviene anotar que el potencial evocado por un estímulo tiene una latencia de algunos milisegundos. Es decir, la respuesta eléctrica del cerebro y el estímulo no son simultáneos; la primera no se presenta hasta que la información sensorial --visual, auditiva, táctil, etc.-- llega a la corteza cerebral, lo que ocurre entre 30 y 40 milisegundos después del estímulo. Este lapso es la latencia del potencial y depende, entre otras cosas, de la distancia que la información debe recorrer desde las diferentes partes del cuerpo hasta el cerebro. Allí, la respuesta eléctrica acontece durante aproximadamente 250 milisegundos, después de los cuales la actividad eléctrica del

cerebro ya no se asocia directamente al estímulo físico. Sutton estudió los componentes tardíos de los potenciales evocados --aquellos que se observan después de 250 milisegundos-- y encontró un trazo positivo cuya amplitud puede relacionarse con la cantidad de información proporcionada por el estímulo, es decir, con su probabilidad estadística. Dicho con otras palabras, en la medida en que un estímulo es mas improbable, el trazo positivo aparece más acentuado. Esta onda se denomina actualmente P300, donde la 'P' indica que el trazo es positivo, y el '300', que alcanza su máxima amplitud alrededor de 300 milisegundos después de la aplicación del estímulo.

La relevancia de las dos investigaciones anteriores consiste en haber mostrado la posibilidad de describir los potenciales evocados asociados a funciones cognoscitivas y a estados subjetivos de expectación.

POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

Y LENGUAJE³¹

En la actualidad, los potenciales evocados asociados con procesos cognoscitivos reciben el nombre de potenciales relacionados a eventos (event-related potentials).

Con respecto al lenguaje, me parece que el inicio de las investigaciones puede situarse en 1967, cuando Ertl y Schafer describen la actividad cortical que precede al habla. Pero quizás

³¹Una reseña crítica y bastante completa de la investigación realizada en esta área hasta 1983 aparece en Picton y Stuss (1984).

la primera investigación lingüística pertenezca a Buchsbaum y Fedio, quienes en 1969 demuestran que los potenciales evocados por estímulos lingüísticos son diferentes a los desencadenados por cualquier otra clase de estímulos. Más tarde, en 1971, Cohn describe con cierto detalle los potenciales evocados por estímulos lingüísticos auditivos.

Entre las múltiples investigaciones posteriores relacionadas con diversos aspectos del lenguaje, conviene citar las siguientes.

En 1972, Shelburne obtiene potenciales tardíos (P300), relacionándolos con la cantidad de información que en una secuencia proporciona un estímulo lingüístico. Y en 1976 Marsh describe la variación negativa contingente que precede a la presentación de estímulos lingüísticos, cuando el sujeto posee la certeza de que aquellos aparecerán.

Un trabajo importante que hizo ver la posibilidad de investigar aspectos semánticos fue el de Brown y Marsh en 1973, quienes encontraron diferencias significativas entre los potenciales evocados por una misma palabra en diferentes contextos, por ejemplo: "Sit by the fire" vs "Ready, aim, fire".

Siguiendo esta línea de investigación, Chapman, en 1978, analizó los potenciales evocados por palabras que, según los criterios de clasificación de Osgood, pertenecen a seis clases semánticas distintas (+Evaluation, vg. peace. -Evaluation, vg. thief. +Potency, vg. hard. -Potency, vg. little. +Activity, vg. tennis. -Activity, vg. silence). Después de someter sus resultados a distintas pruebas estadísticas, encontró diferencias

significativas entre los potenciales evocados por las palabras de cada una de estas clases.

Poco después, Kutas y Hylliard (1980) experimentaron con oraciones semánticamente inaceptables y encontraron que las palabras responsables de la anomalía provocaban en el potencial evocado un trazo característico, consistente en una onda negativa tardía que aparece alrededor de los 400 milisegundos (N400).

Los trabajos reseñados son importantes porque confirmaron que la técnica de registro de potenciales cerebrales relacionados a eventos es útil en el estudio de las funciones cognoscitivas, al permitir establecer los correlatos cerebrales de éstas. Mostraron también que los procesos lingüísticos pueden distinguirse e investigarse puntualmente.

Desde 1980 hasta ahora, la técnica se ha empleado para investigar muchos fenómenos relacionados con el lenguaje. En la mayoría de ellos, sin embargo, la participación de la lingüística ha sido muy limitada, por lo que sus resultados difícilmente se integran en ella. Con respecto al léxico y la lectura, las investigaciones no han sido escasas, pero en muy pocas ocasiones han tocado los puntos mencionados en la sección anterior. Algunas han explorado los efectos de las clases de palabras (Koenig y Lehmann, 1996; Preissl et al., 1995; Pulvermüller et al., 1995), y sólo recientemente se ha pretendido asociar los resultados con las etapas de procesamiento léxico que antes he caracterizado (Dehaene, 1995). No hay, hasta donde sé, intentos por abordar desde una perspectiva integral los fenómenos de organización léxica y

procesos de acceso al léxico.

Como antes anoté, las investigaciones directamente relacionadas con mi investigación serán citadas en los antecedentes a los experimentos y en la discusión de sus resultados.

OBJETIVOS GENERALES

De acuerdo con lo que se expuso en la introducción general, en este trabajo se realiza una investigación neurolingüística, interdisciplinaria, sobre los procesos léxicos que se desarrollan durante la lectura de palabras sin contexto sintáctico. Las técnicas empleadas para caracterizar la actividad cerebral son el registro de potenciales relacionados a eventos (PREs) y el mapeo eléctrico cerebral (MEC). Los fenómenos que se estudian son los mencionados en el capítulo anterior: organización del léxico y etapas del procesamiento léxico. La definición del objeto de estudio y la formulación de hipótesis se derivan de las teorías y de los datos empíricos citados también en los antecedentes.

Los objetivos más generales son dos. El primero consiste en caracterizar la actividad cerebral que se asocia con los procesos cognoscitivos estudiados. El segundo, en definir los principios lingüísticos que rigen estos procesos cognoscitivos. En el caso de que ambos se cumplan, será posible interpretar los resultados proponiendo un esquema neurolingüístico --lingüístico y, a la vez, neurofisiológico-- del procesamiento léxico.

Para el cumplimiento de tales objetivos se ha requerido una perspectiva teórica compleja, en la que se han tomado en consideración las aportaciones de la neurofisiología, la neuroanatomía funcional, la patología del lenguaje, la psicolingüística, y, por supuesto, la lingüística. Con este enfoque

multidisciplinario, se ha delimitado el objeto de estudio, se han reconocido sus problemas teóricos, se han identificado los aspectos susceptibles de ser investigados y se formularán hipótesis y objetivos. El método, como se mencionó en la introducción, ha consistido en el diseño de dos experimentos, con cuyos paradigmas se pretende alcanzar objetivos particulares y demostrar hipótesis concretas. Los experimentos constituyen etapas sucesivas para el cumplimiento de los objetivos generales.

En las siguientes secciones expongo los objetivos generales de esta investigación y menciono algunas de las hipótesis, también generales. Los objetivos específicos y las hipótesis concretas, así como la metodología, se harán explícitos en los capítulos siguientes, donde se reseñan los experimentos.

ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL

DESARROLLADA DURANTE LA LECTURA

El objetivo fundamental de esta investigación consiste en caracterizar la actividad cerebral que, en forma de PREs, se asocia en hispanohablantes con los procesos cognoscitivos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura.

En los antecedentes generales he presentado los datos que permiten considerar que el lenguaje es una función cognoscitiva asociada con la actividad cerebral. Este no es un punto realmente polémico, aunque la reflexión filosófica sobre la manera en que se establece tal relación, planteada en términos de cerebro-conducta,

cerebro-conciencia o cerebro-cognición, haya originado diferentes posturas teóricas al respecto. He eludido su discusión porque mi trabajo se concentra en la dimensión empírica de la relación cerebro-lenguaje y, como tal, sus resultados tienen como contexto la investigación básica desarrollada en este campo de estudio. Las únicas teorías a las que aludiré son aquellas, psicolingüísticas y neurolingüísticas, que tienen que ver con los procesos léxicos y que se fundan en datos empíricos.

Hay, en la actualidad, diferentes formas de estudiar la actividad cerebral y su relación con procesos cognoscitivos. Las que se utilizarán en esta investigación son el registro de PREs y el MEC. Como se sabe, la actividad de las células nerviosas se manifiesta en procesos bioquímicos que provocan fenómenos eléctricos. Con estas técnicas se registra la actividad cerebral en dos dimensiones: espacio y tiempo; es decir, con ellas se detectan los cambios eléctricos que en una secuencia temporal se presentan en las diferentes regiones cerebrales.

Aunque ya he mencionado las características generales de estas técnicas de investigación, conviene repetir que con ellas se registra la actividad eléctrica cerebral que se desarrolla como respuesta a un estímulo que, en este caso, se percibe visualmente. Dependiendo de la tasa de muestreo --adquisición de la señal cada cuatro milisegundos, en nuestro experimento-- el procesamiento digital de las señales eléctricas proporciona, a partir del momento en que se presenta el estímulo y hasta ochocientos milisegundos después, información sobre la polaridad y la amplitud de la

actividad eléctrica en cada localización cerebral.

Así, el objetivo de esta sección consiste en describir la manera en que las diferentes áreas cerebrales reaccionan ante los estímulos. Esto se hará al establecer la morfología de los potenciales (polaridad y voltaje) y las latencias, medidas en milisegundos, de los cambios eléctricos registrados en cada región cerebral.

A partir de estos resultados, los siguientes objetivos consisten, grosso modo, en estudiar la manera en que las propiedades de los estímulos modifican los patrones de actividad de las regiones cerebrales registradas.

ORGANIZACION CEREBRAL DEL LEXICO:

ESPACIO Y TIEMPO

El objetivo que se comenta en este apartado consiste en analizar los resultados mencionados en la sección anterior para describir, en el marco de las investigaciones sobre la organización cerebral --anatómico-funcional-- del léxico, la manera en que se organiza la actividad cerebral como respuesta a las diferentes clases de estímulos léxicos. Como en lo expuesto en el objetivo anterior, los resultados se describirán en las dimensiones espacial y temporal, es decir, en términos de topografía y latencia.

Tal como se explicó en el capítulo dedicado a presentar los antecedentes de este trabajo, la mayor parte de la evidencia que sostiene que en el cerebro existe cierta especialización para los

procesos cognoscitivos relacionados con las diferentes clases de palabras proviene del estudio de los casos patológicos. Las investigaciones realizadas con las técnicas de PREs y MEC son, hasta ahora, muy escasas, por lo que las hipótesis sobre la organización cerebral del léxico se han desarrollado casi exclusivamente para explicar el comportamiento de los pacientes afásicos. La utilización de técnicas electrofisiológicas permitirá probar algunas de estas hipótesis en sujetos sanos.

La hipótesis más general que se pretende verificar establece que diferentes regiones cerebrales se especializan en funciones cognoscitivas específicas para el reconocimiento y evaluación de distintas clases de palabras. Las hipótesis particulares se expondrán en el desarrollo de los experimentos.

Además de la demostración de tales hipótesis, se pretende que los resultados permitan distinguir cuáles son las áreas cerebrales sensibles a las categorías léxicas y, sobre todo, por su relación con el cumplimiento de los otros objetivos y por ser el aspecto donde la técnica posee una resolución más fina, establecer con precisión la cronometría de los fenómenos eléctricos cerebrales asociados con la categorización léxica.

NEUROFISIOLOGIA

DE LOS PROCESOS LEXICOS

El reconocimiento de las diferentes etapas de procesamiento léxico que se describieron en los antecedentes generales proviene del

análisis del comportamiento de los pacientes afásicos. Sólo en fechas muy recientes se ha intentado interpretar los resultados proporcionados por el registro de PREs en el marco de estas teorías (Dehaene, 1995) y, hasta donde sé, no se ha empleado esta técnica con el propósito de investigar la organización de la actividad cerebral en función de los diferentes procesos léxicos.

Un objetivo importante de esta investigación es el de asociar la actividad cerebral con algunas de las etapas de procesamiento léxico. Como en los objetivos anteriores, se pretende caracterizar la distribución espacio-temporal de la actividad eléctrica cerebral, pero ahora asociada con tales procesos léxicos.

La hipótesis de que existen diferentes procesos léxicos se demostrará si es posible interpretar los resultados como evidencia de que tales procesos ocurren en una secuencia temporal. En este sentido, esperamos que los efectos de las variables léxicas se manifiesten en diferentes latencias y en distintas localizaciones cerebrales.

También con el objetivo de caracterizar algunos aspectos neurofisiológicos del procesamiento léxico, en uno de los experimentos se estudia, como una forma de aprendizaje, la habituación. Se espera que los resultados sobre este punto contribuyan a especificar la cronometría de esta actividad cognoscitiva y su relación con los procesos léxicos correspondientes.

DIMENSION LINGUISTICA DE LOS PROCESOS COGNOSCITIVOS Y NEUROFISIOLOGICOS ASOCIADOS CON EL LEXICO

Los objetivos anteriores se orientan hacia la investigación del sustrato neurofisiológico de los procesos cognoscitivos desarrollados durante la lectura de palabras. Con el cumplimiento de ellos se pretende establecer la distribución espacio-temporal de la actividad eléctrica cerebral asociada con los procesos léxicos descritos. En este sentido, los resultados que se obtendrán se refieren a la topografía y la cronometría de la actividad cerebral.

Sin embargo, la hipótesis fundamental de esta investigación es que los procesos cognoscitivos cuyas bases fisiológicas se pretende investigar se rigen por principios lingüísticos. Entre los objetivos de este trabajo está el de establecer la naturaleza y la forma de operar de estos principios.

Como se mencionó en el capítulo relativo a los antecedentes, la investigación clínica de pacientes afásicos ha proporcionado algunas sugerencias sobre la manera en que el léxico parece organizarse en el cerebro. Se recordará que los principios involucrados en esta categorización pueden definirse con criterios gramaticales, de frecuencia y semánticos. Sin embargo, como también se comentó ya, poco se sabe sobre la manera en que tales factores interactúan y, menos aún, sobre las unidades de análisis que intervienen en los procesos de comprensión. La investigación psicolingüística sí ha aportado datos relevantes para este tema,

pero, por la manera en que se desarrollan sus investigaciones, no hay posibilidad de correlacionar sus resultados con la actividad cerebral. Las investigaciones con PREs han abordado también la organización del léxico, pero, además de que hasta ahora han sido esfuerzos muy aislados, en ninguno de ellos se ha pretendido definir los procesos lingüísticos que llevan al reconocimiento de las propiedades de las palabras. Las investigaciones se han orientado a probar la hipótesis de que diferentes clases de palabras provocan distintas respuestas cerebrales.

Por otra parte, los esquemas de acceso al léxico desarrollados a partir de la investigación empírica, psicolingüística y neurolingüística, no especifican los principios lingüísticos que intervienen en cada etapa del proceso ni la forma en que la organización del léxico se representa, hipotéticamente, en esas etapas.

En síntesis, además de las limitaciones en la investigación que he comentado, es conveniente enfatizar que ambos fenómenos, organización del léxico y procesamiento léxico, no se han estudiado hasta ahora simultáneamente; por lo tanto, no hay tampoco antecedentes sobre la relación entre ellos.

Con los experimentos realizados en este trabajo se pretende responder algunas de las cuestiones anteriores. De modo general, el objetivo consiste en especificar los principios lingüísticos que intervienen en la organización cerebral del léxico y establecer la forma en que operan en las diferentes etapas de acceso al léxico. Para tal fin, las variables que se representan en la lista de los

estímulos empleados se han manipulado sutilmente, de modo que sea posible probar hipótesis relativas a la categoría gramatical, la frecuencia, la flexión y otras marcas morfológicas de las palabras.

ESQUEMA NEUROLINGUISTICO

DEL PROCESAMIENTO LEXICO

Con la exposición de los objetivos anteriores se ha pretendido desglosar uno de los objetivos más importantes de esta investigación, el cual consiste en contribuir a la especificación neurolingüística del esquema de procesamiento léxico desarrollado en el capítulo precedente.

Al tratarse de una investigación multidisciplinaria, en la que intervienen la neurofisiología, la lingüística y, en menor medida, la psicolingüística, en el planteamiento de las hipótesis y en el diseño de la metodología se ha tomado en consideración la teoría y los datos aportados por cada disciplina. La originalidad de este trabajo podría consistir en su intento por integrar en un solo esquema la especificación de los procesos neurofisiológicos, lingüísticos y psicolingüísticos que intervienen en la lectura de palabras sin contexto sintáctico. En este sentido, el fin último es que los resultados se interpreten con una perspectiva neurolingüística interdisciplinaria.

No existen, hasta donde conozco, trabajos similares al que ahora presento. Como habrá quedado claro con la exposición de los antecedentes, los problemas que trataré se han estudiado con

perspectivas y procedimientos diversos e independientes. La evidencia sobre la forma en que el léxico se organiza en el cerebro proviene del estudio de pacientes afásicos. La psicolingüística ha propuesto teorías sobre la organización del 'léxico mental' en sujetos sanos, pero sin pretensiones de atribuir a sus resultados un sustrato neurológico. Las diferentes etapas del procesamiento léxico se han establecido a partir de la conducta de pacientes con trastornos del lenguaje o de sujetos sanos en experimentos conductuales; en ningún caso se han propuesto indicaciones sobre sus bases neurofisiológicas. La técnica de PREs se ha empleado esporádicamente para investigar la actividad cerebral asociada con diferentes clases de palabras; sólo recientemente se ha propuesto que la cronometría de los potenciales puede asociarse con diferentes etapas del procesamiento léxico. Por otra parte, si bien en todas las investigaciones sobre la organización del léxico la lingüística proporciona la teoría elemental para definir o clasificar las unidades léxicas, casi nunca se llega a una interpretación lingüística de los resultados y, menos todavía, a la discusión de los mismos en el contexto de las preocupaciones propiamente lingüísticas. Asimismo, como he mencionado, aún no ha habido intentos por investigar la organización del léxico --mental y cerebral-- y los procesos cognoscitivos de categorización, en su relación con las etapas de acceso al léxico y con los principios lingüísticos que rigen la clasificación de las palabras.

Así, pues, el objetivo general de esta investigación es estudiar en conjunto los fenómenos mencionados con un enfoque

interdisciplinario. El registro de PREs es una herramienta idónea para tal fin, sobre todo si se considera su resolución temporal y la posibilidad de detectar con ella cambios muy sutiles en los patrones de actividad eléctrica de las áreas cerebrales registradas.

La metodología de los experimentos se ha diseñado para alcanzar objetivos y verificar hipótesis particulares, de lo cual se dará cuenta en los siguientes capítulos. En la parte final de esta investigación se expondrá nuestra propuesta teórica sobre la manera en que los resultados empíricos que obtengamos se integran en un esquema neurolingüístico del procesamiento léxico.

PRIMER EXPERIMENTO

INTRODUCCION

Además de lo que ya se expuso en los capítulos anteriores, conviene añadir la explicación breve de dos conceptos que intervienen en el diseño de este experimento: habituación y cronometría.

La habituación sensorial, cuando se estudia en el sistema nervioso central, se manifiesta como una disminución progresiva de las respuestas bioeléctricas y conductuales; se observa como efecto de la aplicación reiterada de un estímulo inicialmente novedoso. Si el estímulo se suspende, o se modifica su intensidad o frecuencia, las respuestas tienden a recuperar su magnitud inicial, lo que se conoce como deshabituación (Thompson y Spencer, 1966). En el proceso intervienen factores cognoscitivos (Jackson y Barber, 1980), por lo que se ha caracterizado a la habituación como un modelo de aprendizaje negativo (Hernández-Peón et al., 1958), explicándola como el efecto de la disminución de la atención a un estímulo que progresivamente pierde significado (Hernández-Peón, 1960). La técnica de los potenciales evocados constituye un método eficaz para caracterizar la habituación de las respuestas eléctricas cerebrales ante la estimulación visual, auditiva y somática (Walter, 1964).

La cronometría mental pretende distinguir y caracterizar los componentes de los procesos cognoscitivos. Para cumplir este objetivo, las investigaciones en el campo de la psicología

cognitiva han basado sus inferencias en los resultados de experimentos en los que se mide el tiempo de reacción.

Con el mismo propósito de reconocer los diferentes procesos que intervienen en una actividad cognoscitiva, como lo es asignar significado a una palabra, la neuropsicología cognitiva obtiene evidencia a partir del comportamiento de los pacientes con daño cerebral.

Por otra parte, la técnica de los potenciales cerebrales relacionados a eventos ha demostrado ser un instrumento más fino que el tiempo de reacción para establecer la cronometría de los procesos mentales, pues los índices que proporciona relativos a la evaluación de los estímulos no se ven afectados por procesos adicionales, como la selección de respuesta ni la preparación y ejecución de la respuesta motora (Goodin et al., 1990; Kutas et al., 1977; McCarthy y Donchin, 1981; Renault et al., 1982).

Desde una perspectiva neurolingüística, la técnica de potenciales evocados posee ventajas incuestionables sobre el tiempo de reacción y la investigación en neuropsicología cognitiva relacionada con la cronometría mental. Además de ser más exacta que la medida del tiempo de reacción, sus resultados no se infieren de una conducta observable, sino de los correlatos electrofisiológicos de los procesos cognoscitivos, por lo que el cerebro no es ya una caja negra. Con respecto a la neuropsicología cognitiva, el registro de potenciales cerebrales tiene la virtud de que la investigación no se desarrolla bajo supuestos teóricos polémicos relativos a la validez de establecer inferencias sobre la

normalidad a través de la conducta patológica (Caramazza, 1984, 1992; Kosslyn y Intriligator, 1992), sino que hace posible que los proyectos de investigación se definan a priori y puedan realizarse con sujetos sanos.

OBJETIVOS

El objetivo más general de esta tesis, como se expuso en el capítulo correspondiente, consiste en caracterizar los potenciales cerebrales registrados ante la lectura de palabras del español, para interpretar los resultados en términos de los procesos cognoscitivos, léxicos, con los que la actividad cerebral se relaciona.

Para alcanzar este objetivo, se diseñaron dos experimentos, cada uno de los cuales contribuye con aspectos específicos.

Los objetivos particulares de este experimento son los siguientes.

1. Caracterizar los potenciales desde el punto de vista de la morfología y de la secuencia temporal con la que se registra la actividad eléctrica cerebral. Estos aspectos se analizan tomando en consideración la localización cerebral: áreas cerebrales anteriores y posteriores; hemisferio izquierdo y derecho.

2. Como es obvio, tanto los procesos cognoscitivos como la actividad cerebral pueden ser diferentes dependiendo de múltiples factores. Aunque no es factible aislar todas las variables que intervienen en una tarea de lectura, por simple que ésta parezca,

sí es recomendable, en la medida de lo posible, reconocer y manipular experimentalmente algunas condiciones. Es con esta forma de proceder como los resultados se integran en un contexto más amplio en el que participan múltiples investigadores. Si el fin último es estudiar la actividad cerebral en forma de potenciales que se asocian con el procesamiento de estímulos lingüísticos, éste se alcanzará conforme se tengan resultados que permitan distinguir la manera en que la actividad cerebral se modifica en diferentes situaciones experimentales.

En este sentido, el experimento que ahora describimos intenta reconocer el efecto de los siguientes factores. El procedimiento se proporciona posteriormente.

2.1. Habituaación.- Los potenciales evocados se modifican ante la exposición prolongada a un estímulo. Asimismo, hay cambios que dependen de que el estímulo sea novedoso o se haya percibido con anterioridad. Y finalmente, el aprendizaje que ocurre cuando se realiza una tarea incide en la manera en que se desarrollan los procesos cognoscitivos y, por lo tanto, en la actividad cerebral. Con el fin de reconocer el efecto de la habituación e interpretar mejor los resultados, los sujetos que participaron en este experimento lo hicieron en dos sesiones consecutivas, cada una de las cuales se analiza de manera independiente.

2.2. Tarea.- Como las expectativas con que se percibe una palabra afectan presumiblemente los procesos cognoscitivos, en este experimento las palabras se leen con dos finalidades. La tarea consiste en comparar dos palabras que se presentan en una secuencia

para decidir si son iguales o diferentes. Así, la primera debe almacenarse en la memoria, y la segunda, compararse con la primera.

2.3. Decisión.- Con respecto al segundo estímulo, analizamos también de manera independiente los casos en que la palabra es igual o diferente a la que la precede. Con ello pretendemos reconocer el efecto de la facilitación (priming) e identificar las respuestas que no dependen de procesos exclusivamente léxicos.

2.4. Categoría gramatical.- Un objetivo importante de esta tesis es demostrar que existen diferencias en la actividad cerebral asociada con el reconocimiento de diferentes clases de palabras. En el experimento incluimos dos: sustantivos y verbos.

3. Habida cuenta de que los potenciales probablemente se modificarán por el efecto de los factores anteriores, pretendemos caracterizar estos cambios desde el punto de vista de su cronometría; es decir, estableciendo el tiempo y la secuencia en que, de acuerdo con los resultados, tienen lugar distintos procesos cognoscitivos asociados con la lectura.

Finalmente, esperamos que los resultados, al analizarse según lo antes expuesto, se interpreten o permitan hacer inferencias con respecto a la naturaleza y la secuencia de los procesos léxicos que se desarrollan durante la lectura.

HIPOTESIS

1. Hay diferencias en la actividad cerebral que dependen de las áreas que se registran: se espera que, en general, haya

diferencias entre las áreas anteriores y las posteriores; así como entre algunas áreas izquierdas y derechas.

2. Hay diferencias, atribuibles a la tarea, entre el primero y el segundo estímulo de cada par que se compara.

3. Hay efectos de la habituación.

4. Son diferentes las respuestas registradas ante sustantivos y verbos.

5. En el segundo estímulo, los potenciales se modifican dependiendo de que éste sea igual o diferente del que lo antecede.

METODO

SUJETOS

La muestra estuvo constituida por 12 voluntarios clínicamente sanos, de sexo femenino¹, diestros, con visión normal o corregida y con edades entre 17 y 24 años (promedio: 20.6; desviación estándar: 2.2). Ninguno de ellos había participado en experimentos de esta naturaleza, ni conocía los detalles metodológicos del estudio.

ESTIMULOS

Fueron 64 palabras diferentes, seleccionadas de entre las que ocupan las primeras posiciones por su mayor frecuencia de empleo según el corpus que se utilizó para la elaboración del Diccionario del español de México (Lara et al., 1979). Cada palabra apareció 4

¹Para evitar que las posibles diferencias atribuibles al sexo --variable que no forma parte de esta investigación-- causen mayor dispersión de los resultados.

veces a lo largo del experimento. Las palabras, utilizadas en su forma de cita (Matthews, 1972), fueron 42 verbos en infinitivo y 22 sustantivos²; entre ambas clases no hubo diferencias significativas en lo que se refiere a número de letras, sílabas ni fonemas:

agua	acabar	nacer
campo	andar	obtener
casa	buscar	pagar
ciudad	cambiar	parecer
comida	comer	pasar
cuerpo	comprar	pedir
dinero	conocer	perder
ejemplo	crecer	permitir
escuela	decir	poner
gente	dejar	producir
hombre	empezar	quedar
lugar	encontrar	querer
mano	escribir	saber
momento	esperar	sacar
mujer	estudiar	salir
mundo	firmar	tener
padre	ganar	terminar
persona	hablar	trabajar
tiempo	llamar	traer
tierra	llegar	usar
vez	llevar	venir
vida		

PROCEDIMIENTO

Antes de comenzar, se explicó a cada sujeto las condiciones generales del experimento y se les instruyó sobre la tarea que debían realizar. Posteriormente, se hizo un ensayo para verificar que las instrucciones fueron comprendidas.

²La mayor proporción de verbos tiene como finalidad hacer que en el conjunto de estímulos éstos tengan una probabilidad de aparición superior a la de los sustantivos, de modo que la habituación a los verbos sea también mayor.

Los sujetos permanecieron en penumbra, cómodamente sentados en el interior de un cuarto sonoamortiguado y aislado eléctricamente. El contacto con ellos se estableció a través de un interfono y un circuito cerrado de televisión.

Los estímulos se les presentaron en un monitor colocado a una distancia de 90 cm, controlado por una microcomputadora. Las palabras aparecieron con letras mayúsculas blancas sobre fondo negro, en el interior de un rectángulo trazado con líneas blancas y colocado en el centro de la pantalla. Las dimensiones del rectángulo y la distancia a la que se colocó el monitor, permitieron que las palabras aparecieran en ángulos visuales, horizontal y vertical, menores a los 3 grados.

El experimento comenzó con la pantalla vacía. La aparición del rectángulo vacío fue la señal para fijar la atención y no mover los ojos ni parpadear. Después de un lapso que osciló aleatoriamente entre 1,000 y 1,500 milisegundos, apareció dentro del rectángulo una palabra durante 200 milisegundos (1er. estímulo); con la aleatoriedad de este intervalo se atenuó el efecto de la variación negativa contingente --onda negativa que se presenta cuando el sujeto se somete a una tarea como la de este experimento y anticipa el momento de aparición de un estímulo--. Un segundo después de la desaparición del primer estímulo, se presentó en el interior del rectángulo otra palabra (2o. estímulo) durante un segundo, después de lo cual desapareció junto con el recuadro; esta fue la señal para que el sujeto respondiera verbalmente con "sí" o "no" a la cuestión de si el segundo estímulo fue idéntico al primero (same-

different delayed matching task). De acuerdo con una distribución pseudoaleatoria, el primero y el segundo estímulos fueron iguales (50%) o diferentes (50%)³. El objeto de asignar esta tarea es forzar la atención de los sujetos (Thatcher, 1977).

Tres segundos después apareció nuevamente el rectángulo vacío para indicar al voluntario el inicio de otra secuencia de estímulos.

Este procedimiento en que se presenta un par de palabras para que el sujeto decida si son iguales o diferentes, se repitió en 128 ocasiones para constituir la primera serie de estímulos, y duró aproximadamente 15 minutos. Después de un descanso de 15 minutos, durante los cuales el sujeto permaneció en el interior de la cámara, se repitió el procedimiento (segunda serie de estímulos).

En cada sesión, los verbos y los sustantivos se distribuyeron aleatoriamente.

REGISTRO ELECTROENCEFALOGRAFICO

La actividad electroencefalográfica (EEG) se obtuvo de las localizaciones F3, C3, C4 y O1 (Figura 1), de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958)⁴. El registro fue monopolar con referencia a ambas mastoides cortocircuitadas. Se

³Las secuencias sustantivo-sustantivo, sustantivo-verbo, verbo-sustantivo y verbo-verbo tuvieron también una distribución aleatoria.

⁴Este es el sistema convencional para la localización de los electrodos en el cráneo que se utiliza o sirve de base para prácticamente todas las investigaciones de electroencefalografía y registro de potenciales relacionados a eventos en humanos. En su nomenclatura, los números noes corresponden al hemisferio izquierdo; los pares, al derecho. Las áreas registradas son: Fp1/2, F3/4 y F7/8 (frontales), T3/4 y T5/6 (temporales), P3/4 (parietales) O1/2 (occipitales), C3/4 (surco central que limita el lóbulo frontal y el parietal).

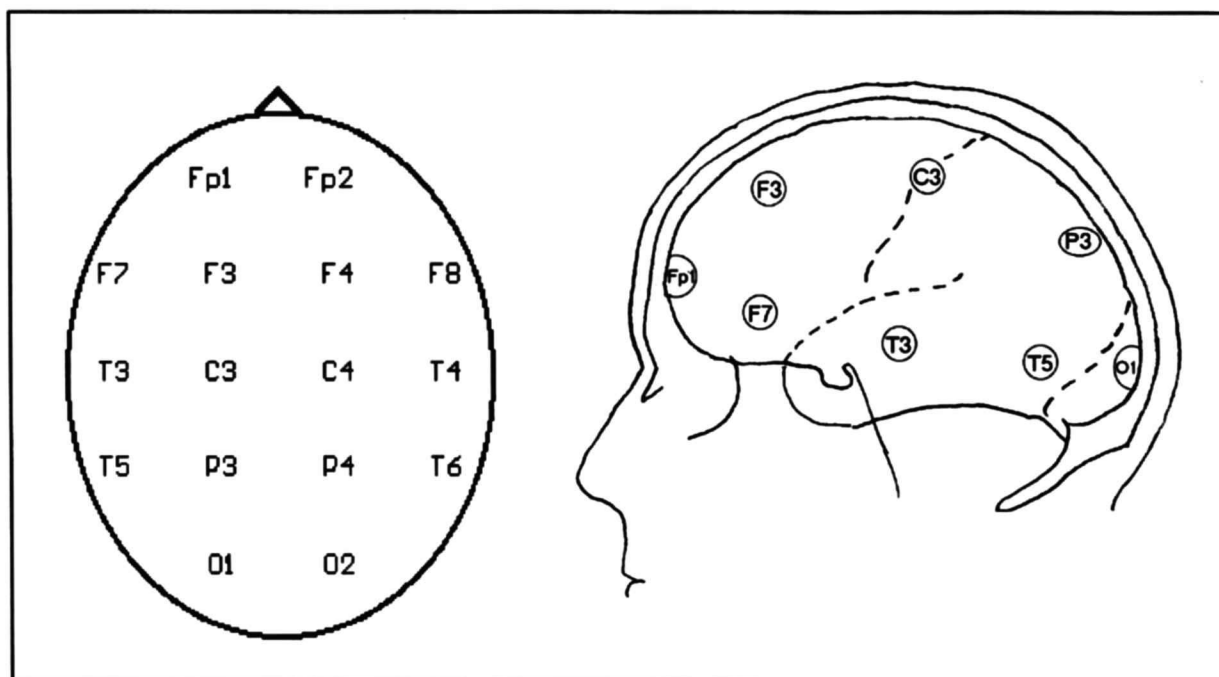


Figura 1. Localización de los electrodos de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20.

utilizaron electrodos Grass de oro, fijados a la piel con gasa y colodión. La señal se amplificó con un polígrafo Grass 78B estableciendo un filtro pasa-bandas de 3 a 30 Hz.

ANALISIS

Para su análisis posterior "fuera de línea", la señal EEG ya amplificada se almacenó en cinta magnética, utilizando una grabadora Hewlett Packard 3968A. Los potenciales se obtuvieron con una promediadora Nicolet 1170 con un ritmo de conversión analógico-digital de 100 Hz para segmentos de 1 segundo de EEG. El registro se inició 200 milisegundos antes de la aparición de cada estímulo y concluyó 800 milisegundos después, con una tasa de muestreo de 1 punto cada 3.908 milisegundos. La señal se monitoreó en un osciloscopio y se excluyeron del análisis los potenciales con

artefactos evidentes⁵.

Con este procedimiento se obtuvieron, de manera independiente para cada sujeto, los potenciales relacionados con el primero y con el segundo estímulo en ambas sesiones experimentales; los potenciales relacionados con verbos y sustantivos; y, con respecto al segundo estímulo, los potenciales de los que fueron iguales y diferentes a su antecedente.

Los datos digitalizados de los potenciales asociados con cada una de las condiciones anteriores se procesaron posteriormente en una microcomputadora. Con el programa HERMES se obtuvieron los promedios de los 12 sujetos, se hizo la conversión a una escala de microvoltios, se calculó la línea de base con la amplitud promedio del EEG en los 200 milisegundos previos a la aparición del estímulo, y se obtuvieron, para cada sujeto, los valores de amplitud y latencia de los componentes que, según se explicará más adelante, sirvieron de base para establecer resultados e inferencias. Los datos se sometieron al diseño estadístico de análisis de la varianza de medidas repetidas⁶.

RESULTADOS

Organizamos este apartado de modo que coincida con el orden en que se expusieron las hipótesis.

⁵Es decir, aquellos contaminados por ruido o por movimientos oculares.

⁶Modelo de análisis estadístico usual en este tipo de investigaciones.

1. MORFOLOGIA DE LOS POTENCIALES

Los potenciales se registraron en cuatro localizaciones del cráneo: C3, C4, F3 y O1. Las tres primeras corresponden a áreas anteriores del cerebro, asociadas con procesos cognoscitivos; O1, en cambio, registra la actividad de la corteza visual, a la que sólo se le atribuye una función sensorial. C3 y F3 están en el hemisferio izquierdo, donde en personas diestras se localizan las áreas responsables de los procesos lingüísticos básicos; C4 se ubica en el hemisferio derecho, cuya participación en el lenguaje tiene que ver, según parece, con procesos discursivos y pragmáticos (Ver Figura 1).

Los potenciales asociados con la lectura de estímulos lingüísticos se caracterizaron por presentar una morfología tal que permite distinguir los obtenidos en las áreas anteriores de los obtenidos en las áreas posteriores del cerebro.

En la Figura 2 se muestran los registrados ante la lectura del primer estímulo en la primera serie experimental. La línea vertical indica el momento en que se presentó el estímulo. Los potenciales de las áreas anteriores (C3, C4 y F3) tuvieron la siguiente morfología: una onda negativa hacia los 100 milisegundos (ms), que en lo subsecuente denominaremos N1; una onda positiva a los 150 ms (P1); una segunda onda negativa (N2) entre los 200 y los 400 ms, con máxima amplitud a los 300 ms; y una onda positiva (P2) de máxima amplitud a los 500 ms. Por su parte, el potencial obtenido en O1 (corteza visual en el lóbulo occipital izquierdo) tuvo como primer componente una onda positiva (P1) a los 100 ms; una onda

negativa (N1) a los 150 ms aproximadamente y un componente positivo (P2) de máxima amplitud a los 200 ms.

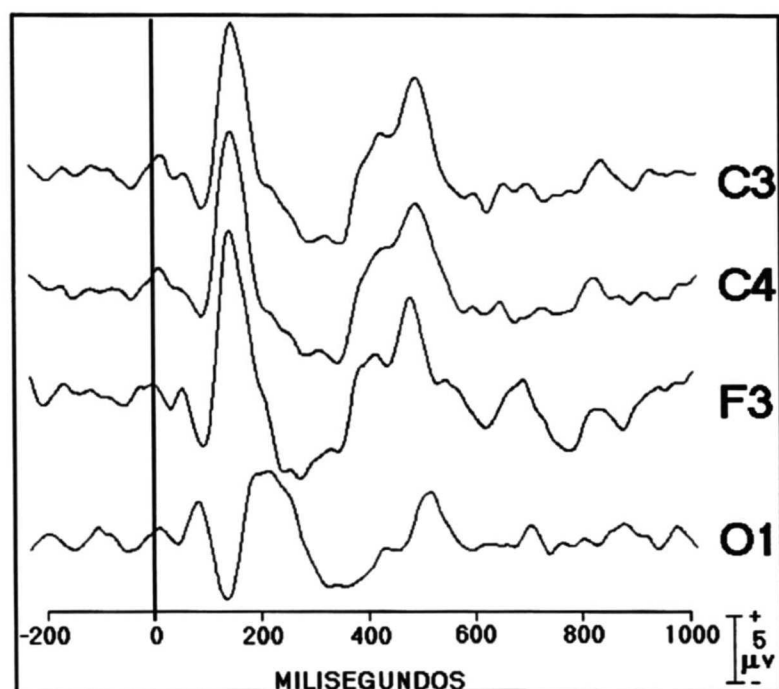


Figura 2. Potenciales obtenidos ante la presentación de estímulos lingüísticos visuales.

En la Figura 3 aparecen superpuestos los potenciales obtenidos en C3 (área anterior del hemisferio izquierdo) y O1 (área visual, occipital izquierda). Puede apreciarse que la primera respuesta se presenta en O1 como una onda positiva hacia los 100 ms (P1), la cual ocurre algunos milisegundos antes de la primera respuesta registrada en C3 (N1). Esto tiene sentido si se considera que, al tratarse de un estímulo que se percibe con la vista, la primera respuesta se registra, justamente, en la corteza visual. Se ve, asimismo, que los potenciales de ambas derivaciones durante los primeros 250 ms están en inversión de fase; es decir, los componentes positivos de una derivación provocan ondas negativas en

la otra derivación, y a la inversa. También puede notarse que en C3 hay un componente tardío hacia los 500 ms (P2), en tanto que en O1 no se registra actividad alguna en esta latencia. De acuerdo con lo expuesto en los Antecedentes, los componentes tardíos se asocian con procesos cognoscitivos, por lo que es natural que éstos no se aprecien en áreas cerebrales especializadas en procesos sensoriales. Finalmente, puede notarse que en ambas derivaciones no hay actividad después de los 500 ms, lo que parece indicar que los procesos cognoscitivos desarrollados han concluido antes de este momento.

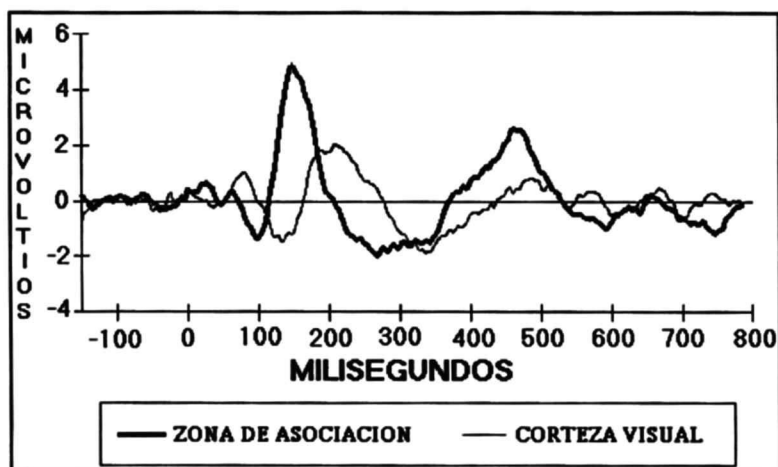


Figura 3. Potenciales obtenidos en C3 (área de asociación) y O1 (corteza visual) ante la presentación de estímulos lingüísticos.

En la Figura 4 se presenta la extrapolación topográfica de los potenciales asociados con el procesamiento del primer estímulo. Para obtener esta imagen es necesario el registro de la actividad eléctrica de todas las derivaciones señaladas en la Figura 1. Este registro se realizó con un solo sujeto, porque la infraestructura necesaria para registrar las dieciséis derivaciones se desarrolló después de que el experimento había concluido. Lo incluyo, no

CORTEZA VISUAL Y CORTEZA DE ASOCIACION

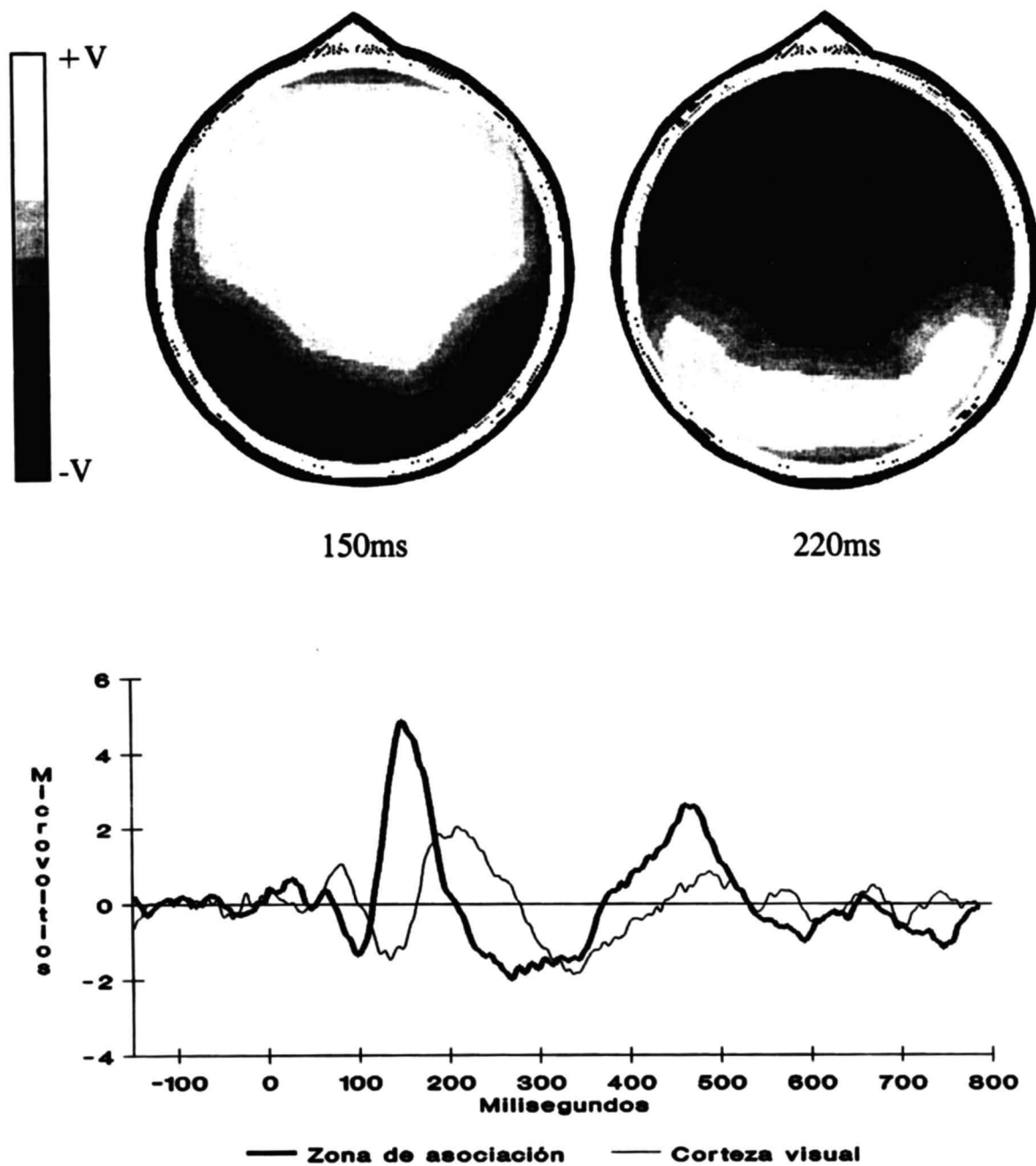


Figura 4. Potenciales cerebrales y mapeo cerebral.

obstante, porque permite ilustrar algunas de las observaciones que hemos hecho en relación con la inversión de fase que se observa entre las áreas anteriores y las posteriores. En la gráfica inferior se muestran los potenciales obtenidos en C3 (zona de asociación, localización anterior) y O1 (área visual, posterior); ambas, derivaciones del hemisferio izquierdo. En la imagen de arriba a la izquierda se muestra el patrón de actividad eléctrica que acontece 150 ms después de la presentación del estímulo. La magnitud de la amplitud y la polaridad de los potenciales se representa con una escala de color: los componentes de polaridad positiva tienden al color rojo (o blanco, si la impresión es con tonos de gris), los de polaridad negativa, al azul (o negro). Se observa que la actividad positiva de C3 es similar a la del resto de las localizaciones anteriores, y que estas áreas poseen una coloración rojiza (o gris clara), mientras que las áreas posteriores, con polaridad negativa, la tienen azul (u obscura). A los 220 ms este patrón de actividad se invierte (gráfica superior derecha), de modo que las zonas anteriores tienen actividad eléctrica de polaridad negativa; las posteriores, positiva.

Desde el punto de vista de la descripción de los potenciales, los que obtuvimos con este experimento son consistentes con la hipótesis de que el patrón de actividad eléctrica registrada es diferente en las áreas anteriores y posteriores del cerebro. Al respecto, conviene recordar que la hipótesis de que estas áreas tienen funciones distintas se ha demostrado categóricamente con otro tipo de investigaciones. Lo que nosotros intentábamos

averiguar es si esta diferente actividad es susceptible de ser registrada con la técnica de potenciales relacionados a eventos, y, en este sentido, nuestros resultados fueron positivos.

Pudimos establecer que las primeras respuestas en el cerebro acontecen aproximadamente 100 ms después de la presentación del estímulo y que el primer registro de actividad cerebral se obtiene en un área que corresponde con la visual. Asimismo, nuestros resultados han sido congruentes con la hipótesis que atribuye a los componentes tardíos un correlato cognoscitivo y que, por lo tanto, hace esperar que éstos no se presenten en áreas posteriores del cerebro.

Sin embargo, los resultados descritos hasta este punto no han permitido confirmar diferencias entre el hemisferio derecho y el izquierdo.

2. PRIMER ESTIMULO CONTRA SEGUNDO ESTIMULO

Una de las hipótesis de este experimento establece que habrá diferencias entre los potenciales cerebrales relacionados con el primero y con el segundo estímulo. Como se recordará, la tarea que los sujetos realizan consiste en decidir si el segundo estímulo es igual o diferente del primero, que han visto unos milisegundos antes. De acuerdo con esto, la forma en que los estímulos se procesan no es la misma: el primero debe leerse y mantenerse en la memoria; el segundo, leerse y compararse con el que se ha almacenado en la memoria reciente.

Según lo expuesto en lo relativo a las hipótesis y objetivos

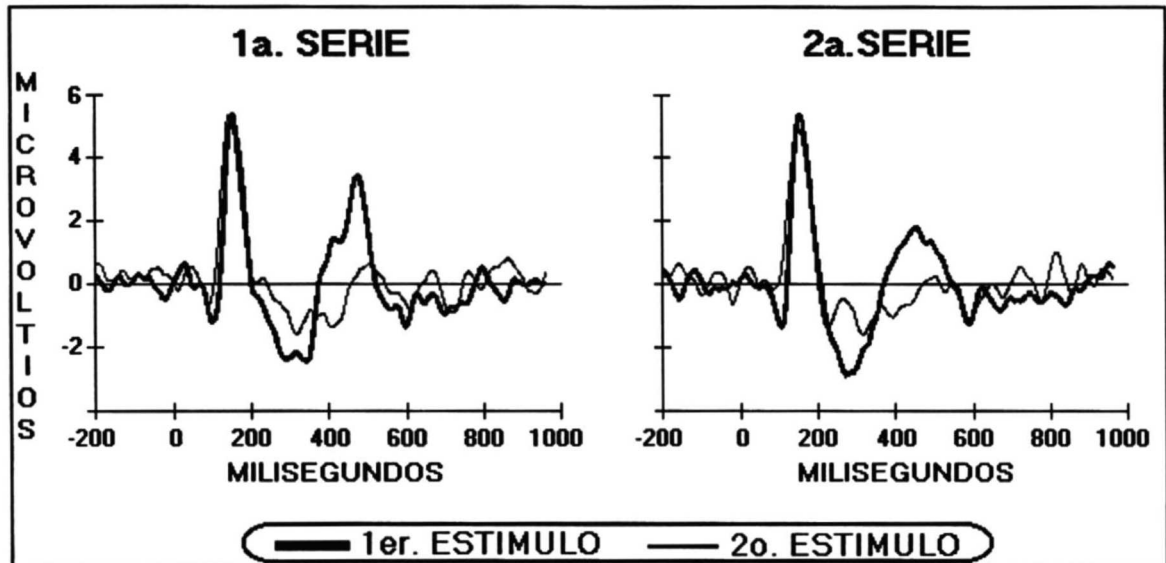


Figura 5. Potenciales relacionados con el primero y con el segundo estímulo en la derivación C3, obtenidos del promedio de doce sujetos en las dos sesiones experimentales.

de este experimento, las diferencias en los potenciales pueden atribuirse al distinto correlato cognoscitivo que ellos tienen. En la Figura 5 se presentan los potenciales registrados como respuesta al primero y al segundo estímulo en la derivación C3 (zona anterior del hemisferio cerebral izquierdo). En ella destaca el hecho de que hasta los 200 ms los potenciales son prácticamente idénticos; después de este lapso, la diferencia entre ellos es evidente. Los potenciales relacionados con el primer estímulo presentan una onda negativa entre los 200 y los 400 ms de mayor amplitud que la obtenida en el registro del segundo estímulo. Asimismo, la onda positiva del primer estímulo, entre los 400 y los 600 ms, está ausente en el segundo estímulo. Estos resultados no se modifican en la segunda sesión experimental, aunque en ésta la amplitud del componente positivo del primer estímulo se ve disminuida. Esta situación se discutirá en el siguiente apartado.

Lo que hasta aquí hemos dicho indica que las diferencias atribuibles al tipo de procesos cognoscitivos que deben desarrollarse durante la evaluación de los estímulos lingüísticos comienzan a manifestarse a partir de los 200 ms. Aunque no es objetivo de esta tesis interpretar los resultados en términos de procesos psicológicos, puede proponerse que la mayor amplitud de los componentes tardíos del primer estímulo se debe a que los procesos involucrados con su evaluación, inclusive los relativos a la memorización, son más complejos. Interesa, en cambio, destacar que los procesos lingüísticos desarrollados antes de los 200 ms no son modificados por la finalidad que se persigue con la lectura. En este sentido, los resultados que hemos comentado indican que los procesos léxicos que se desarrollan de una manera automática durante la lectura de palabras concluyen en un lapso de 200 ms.

3. PRIMER ESTIMULO: HABITUACION

Además de los efectos que la tarea realizada tiene sobre los potenciales, en este experimento decidimos investigar el que tiene la habituación a los estímulos. La razón para incluir esta variable en el estudio es doble. Por una parte, los cambios que se observen en los potenciales serán susceptibles de interpretarse en términos de procesos que los sujetos han automatizado a lo largo del experimento, como resultado de un aprendizaje. Por otra parte, estos mismos resultados contribuirán a distinguir en la interpretación de los potenciales los fenómenos que no tienen correlatos lingüísticos, sino que dependen de los procesos de

aprendizaje que se desarrollan durante la realización de una tarea, de la habituación o del cansancio. Así, los componentes de los potenciales que no se modifiquen como resultado de la habituación tendrán como correlato procesos léxicos automáticos; automáticos, en el sentido de que se desarrollan de manera invariable en cualquier situación experimental.

Como se expuso en el Procedimiento, los sujetos participaron en dos series en las que realizaron idéntica tarea frente a los mismos estímulos. Cada serie experimental, en la que vieron 128 pares de palabras, duró aproximadamente quince minutos, y el intervalo entre ellas fue también de quince minutos. El efecto de este procedimiento es que los sujetos se vuelven más eficientes en sus respuestas y se familiarizan con los estímulos que, al ser menos novedosos, les proporcionan cada vez menor cantidad de información; por esto último, la hipótesis es que las respuestas cerebrales irán disminuyendo en intensidad a lo largo del experimento.

En la Figura 6 se muestran los potenciales obtenidos al registrar la respuesta al primer estímulo en C3, contrastando las dos series de 128 estímulos. Se observa que hacia los 200 ms hay ya una diferencia atribuible al efecto de la serie, consistente en mayor amplitud de la onda negativa (N2) en la segunda sesión. Pero la diferencia más notable se presenta en el componente positivo que aparece entre los 300 y los 500 ms (P2), el cual, además de alcanzar su máxima amplitud antes, es de menor amplitud en la segunda sesión experimental.

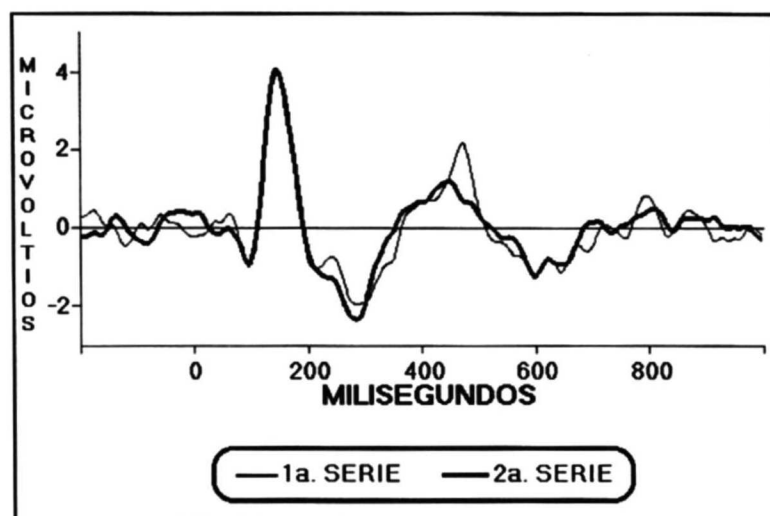


Figura 6. Potenciales relacionados con el primer estímulo en dos sesiones experimentales. El registro corresponde a la derivación C3.

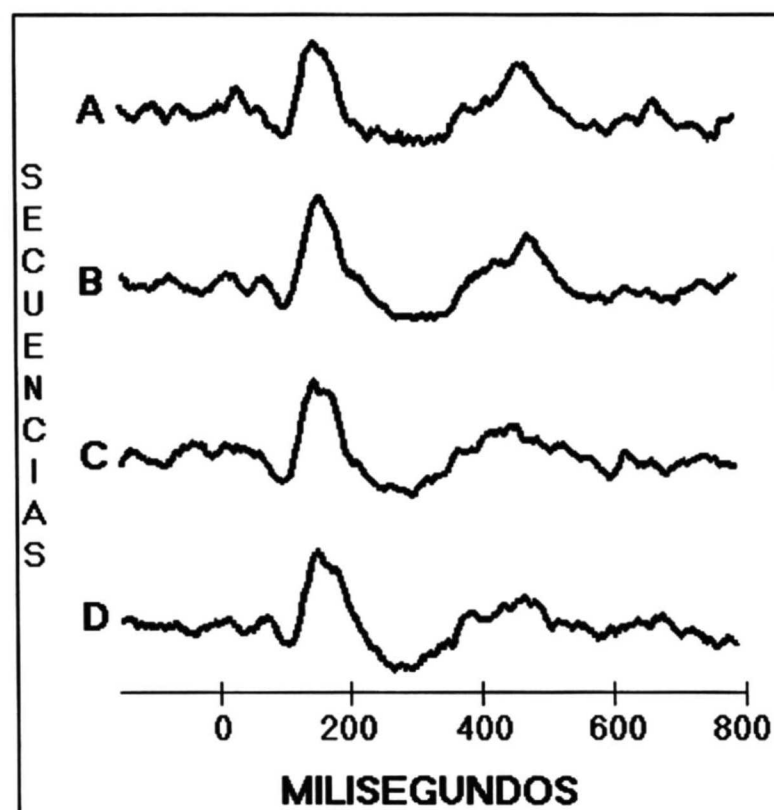


Figura 7. Potenciales obtenidos en dos sesiones experimentales consecutivas. A y B pertenecen a la primera sesión; C y D, a la segunda.

Con el objeto de observar con mayor claridad el efecto de la habituación, cada sesión experimental se dividió, para el análisis de los potenciales, en dos partes. En la Figura 7 se aprecia con claridad la forma en que los potenciales se modifican a lo largo del experimento. La secuencia A está constituida por los primeros 64 estímulos de la primera sesión; B, por la segunda parte (64 estímulos) de la primera sesión; C y D, respectivamente, por la primera y la segunda serie de 64 estímulos de la segunda sesión. Se ve que el componente P2 (500 ms) disminuye de amplitud en forma consistente hasta que, en la última secuencia de estímulos (D), prácticamente desaparece.

Para verificar que las observaciones anteriores son significativas según los procedimientos estadísticos usuales, procedimos a obtener en cada uno de los doce sujetos que participaron en el experimento las amplitudes y latencias de los componentes mencionados, de acuerdo con el siguiente arreglo:

N1: Máxima amplitud (en microvoltios) y latencia (en milisegundos) del componente negativo que en C3, C4 y F3 se presenta entre los 80 y los 120 ms.

P1: Máxima amplitud y latencia del componente positivo que en C3, C4 y F3 se presenta entre los 120 y los 180 ms.

N1-P1: Amplitud en microvoltios de N1 a P1.

N2: Máxima amplitud y latencia del componente negativo que en C3, C4 y F3 se presenta entre los 200 y los 400 ms.

P2: Máxima amplitud y latencia del componente positivo que en C3, C4 y F3 se presenta entre los 400 y los 600 ms.

N2-P2: Amplitud en microvoltios de N2 a P2.

Excluimos de este análisis los datos registrados en O1 (corteza visual), pues, además de que la morfología de los potenciales es diferente (inversión de fase), no se atribuye a esta localización cerebral la capacidad de desarrollar procesos cognoscitivos de orden superior, como los implicados en el lenguaje.

En el Apéndice de este experimento se presentan los promedios de amplitud (Tablas 1-6) y latencia (Tablas 7-10) obtenidos de los doce sujetos para cada uno de los componentes anteriores en las tres derivaciones. En cada caso se proporciona también el resultado del análisis estadístico con que se probó el efecto de la derivación y la serie.

Los resultados no demostraron efectos significativos de la serie sobre la latencia o la amplitud de los componentes. En este nivel de análisis se refuta, por lo tanto, la hipótesis relativa a la habituación a los estímulos lingüísticos.

4. PRIMER ESTIMULO: SUSTANTIVOS CONTRA VERBOS

Uno de los aspectos que interesa particularmente explorar con este experimento es el relativo al efecto que la categoría gramatical tiene sobre los potenciales. Como los análisis estadísticos no permitieron demostrar efecto alguno de la habituación, a pesar de que los potenciales sí revelan diferencias entre la primera y la segunda serie, decidimos probar de manera simultánea el efecto de la habituación y la categoría gramatical. La motivación de este

análisis es la siguiente. El hecho de que los verbos aparezcan con mayor frecuencia que los sustantivos en el experimento (proporción 2:1) podría provocar un diferente patrón de habituación para cada categoría gramatical. Si éste es el caso, al analizar de manera conjunta ambos tipos de palabras, los efectos de la habituación se perderían en el promedio.

Por lo anterior, realizamos análisis de la varianza de medidas repetidas para probar el efecto de tres factores: estímulo (categoría gramatical: sustantivos, verbos), serie (I, II) y derivación (C3, C4 y F3). En los casos en que alguna interacción de los factores resultó significativa, realizamos también el análisis de la varianza de los efectos simples⁷.

Los análisis estadísticos indican lo siguiente para la amplitud de cada uno de los componentes estudiados.

N1: Fue significativa la diferencia entre la primera y la segunda serie (mayor amplitud de la segunda).

P1: No hubo efectos significativos.

N1-P1: No hubo efectos significativos.

N2: No hubo efectos significativos, pero se manifestó una tendencia a que los sustantivos provoquen una mayor amplitud que los verbos en este componente.

P2: Hubo efectos significativos del estímulo y de la interacción entre el estímulo y la derivación. Los sustantivos produjeron componentes de mayor amplitud que los verbos. Con

⁷V. Apéndice del Primer Experimento: Tablas 11-16.

respecto a las interacciones, los resultados demuestran que la diferencia entre sustantivos y verbos fue significativa sólo en las derivaciones del hemisferio cerebral izquierdo. Estuvo cerca de alcanzar la significación estadística ($p=0.054$) la interacción entre el estímulo y la serie. El análisis de los efectos simples demostró diferencias entre sustantivos y verbos sólo en la segunda sesión experimental, consistentes en mayor amplitud para los sustantivos. Asimismo, estuvo también cerca de la significación estadística el efecto de la serie sobre los verbos. Cabe suponer que con una muestra mayor estos resultados habrían sido categóricos.

N2-P2: Se demostraron los mismos efectos que para el componente P2.

Con respecto a la latencia de los componentes, los promedios y los resultados de los análisis estadísticos aparecen en las Tablas 17-20 del Apéndice de este experimento. Estos últimos indican lo siguiente para la latencia de cada uno de los componentes.

N1: Hubo efectos significativos de la interacción entre estímulo y serie. El análisis de los efectos simples revela que en la segunda serie los sustantivos provocaron respuestas más rápidas que los verbos (80.77 contra 94.55 ms).

P1: No hubo efectos significativos.

N2: No hubo efectos significativos.

P2: Hubo efectos significativos de la derivación. Las respuestas más rápidas se registraron en F3 (lóbulo frontal

izquierdo) en casi todas las condiciones experimentales.

Los resultados anteriores indican que el efecto de la habituación sólo se hace evidente cuando en el análisis se distingue la categoría gramatical de los estímulos. Se demostraron diferencias, a través de los potenciales, entre la actividad cerebral desarrollada como respuesta al procesamiento de verbos o sustantivos. En la parte final de este capítulo discutiremos las explicaciones y las implicaciones de este hallazgo. Por lo pronto, el resultado más interesante es el que demuestra que las respuestas cerebrales ocurren con mayor rapidez ante los sustantivos.

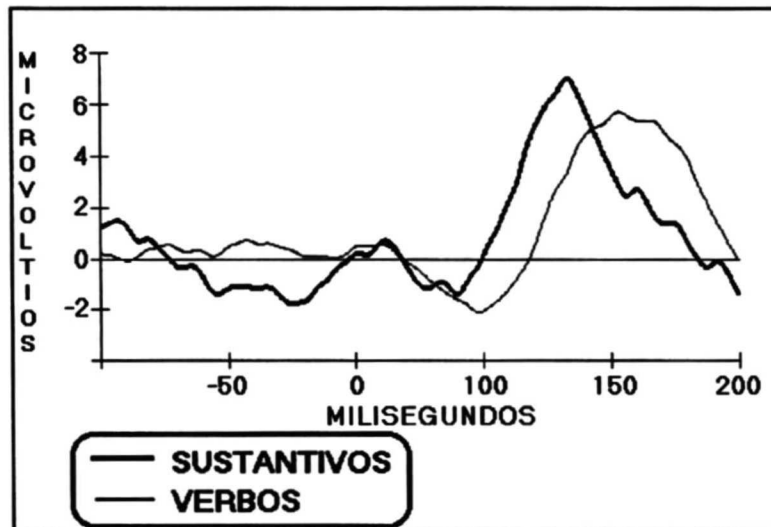


Figura 8. Componentes tempranos de los PREs asociados con verbos y sustantivos. El registro corresponde a C3 en la segunda sesión experimental.

En la Figura 8 se muestran los potenciales tempranos relacionados con verbos y con sustantivos en la segunda serie experimental. Se aprecia que los sustantivos provocan respuestas que anteceden entre 10 y 15 ms a las registradas ante los verbos.

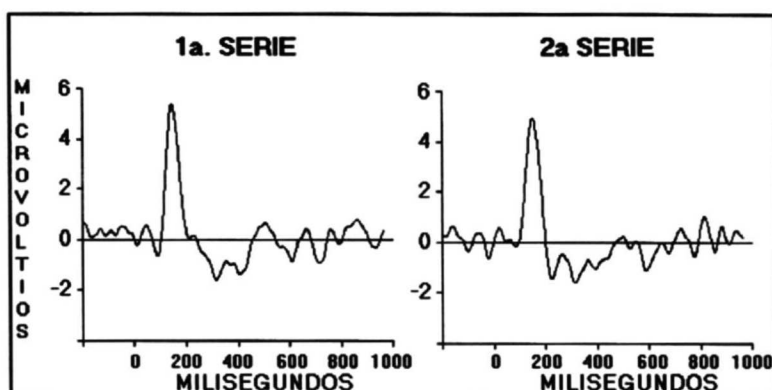


Figura 9. Potenciales cerebrales (C3) relacionados con el segundo estímulo en dos sesiones experimentales.

5. SEGUNDO ESTIMULO: HABITUACION Y CATEGORIA GRAMATICAL.

Los potenciales relacionados con el segundo estímulo en ambas sesiones experimentales están graficados en la Figura 9. Como antes se mencionó, la diferencia entre el primero y el segundo estímulo consiste en que en este último no se puede reconocer un componente positivo tardío en el rango de latencia 400-600 ms. Por eso mismo, los datos que se analizaron en las derivaciones anteriores (C3, C4, F3) no incluyen valores de amplitud o latencia de P2. Por las razones que se harán evidentes más adelante, tampoco se analizó el componente N2.

Los efectos de la habituación y de la categoría gramatical sobre la amplitud y la latencia de los componentes se probaron con un análisis de la varianza de medidas repetidas de tres factores: estímulo (sustantivos, verbos), habituación (serie 1, serie 2) y derivación (C3, C4, F3)⁸.

De acuerdo con los resultados estadísticos, en el segundo

⁸V. Apéndice del Primer Experimento: Tablas 21-25.

estímulo no hubo efectos de la serie ni de la categoría gramatical. El único resultado estadístico significativo es el que señala que la amplitud de N1 es mayor en las derivaciones del hemisferio izquierdo. Este resultado es difícil de interpretar, pero puede significar que la atención o la predisposición al análisis de los estímulos se lateralizó al hemisferio dominante para el lenguaje.

Como se comentó con respecto a la habituación demostrada frente al primer estímulo, ésta se manifestó principalmente en los componentes tardíos. El hecho de que en el segundo estímulo no aparezcan estos componentes, explica que en él no se demuestre la habituación. Además, como los voluntarios debían responder ante el segundo estímulo, la atención debía incrementarse y, probablemente, ser constante a lo largo del experimento.

La ausencia de correlatos al procesamiento diferencial de sustantivos y verbos no es fácil de interpretar. De acuerdo con el procedimiento experimental, el segundo estímulo debe compararse con el primero. Es posible que la tarea haga irrelevante el reconocimiento de otras propiedades que no sean pertinentes para la decisión.

6. SEGUNDO ESTIMULO: IGUALES CONTRA DIFERENTES

Sin que forme parte del protocolo de investigación, y con el objeto de contar con parámetros sobre las respuestas conductuales, realizamos el mismo experimento con diferentes sujetos, en quienes sólo medimos su tiempo de reacción. Los resultados aparecen en el Cuadro 1. Como era de esperarse, las respuestas más rápidas se

presentan ante los estímulos iguales. Esto es así porque el antecedente tiene un efecto facilitador (priming) que hace más eficiente el reconocimiento de los estímulos iguales.

Cuadro 1.

TIEMPO DE REACCION	
IGUALES	450 ms
DIFERENTES	550 MS

En la Figura 10 aparecen los potenciales asociados con el segundo estímulo en ambas sesiones experimentales. Se ve claramente que, dependiendo de que el estímulo haya sido igual o diferente de su antecesor, hay diferencias notables en los potenciales. La que más destaca se ubica entre los 200 y los 300 ms. Los estímulos diferentes provocan en esta latencia un componente negativo, los iguales, uno que tiende a la positividad. Este patrón de actividad se invierte en la latencia 300-400 ms. Pero como esto último puede ser efecto del retorno a la línea de base, en el análisis nos limitamos a obtener la amplitud de la máxima negatividad que se presenta entre los 200 y los 300 ms.

En las tablas 26-30 del Apéndice de este experimento se presentan los promedios de amplitud de los componentes analizados y los resultados de las pruebas estadísticas con que se evaluó el efecto de tres factores: derivación, serie y naturaleza del estímulo (igual o diferente de su antecedente).

Los resultados significativos de los análisis estadísticos para cada componente son los siguientes:

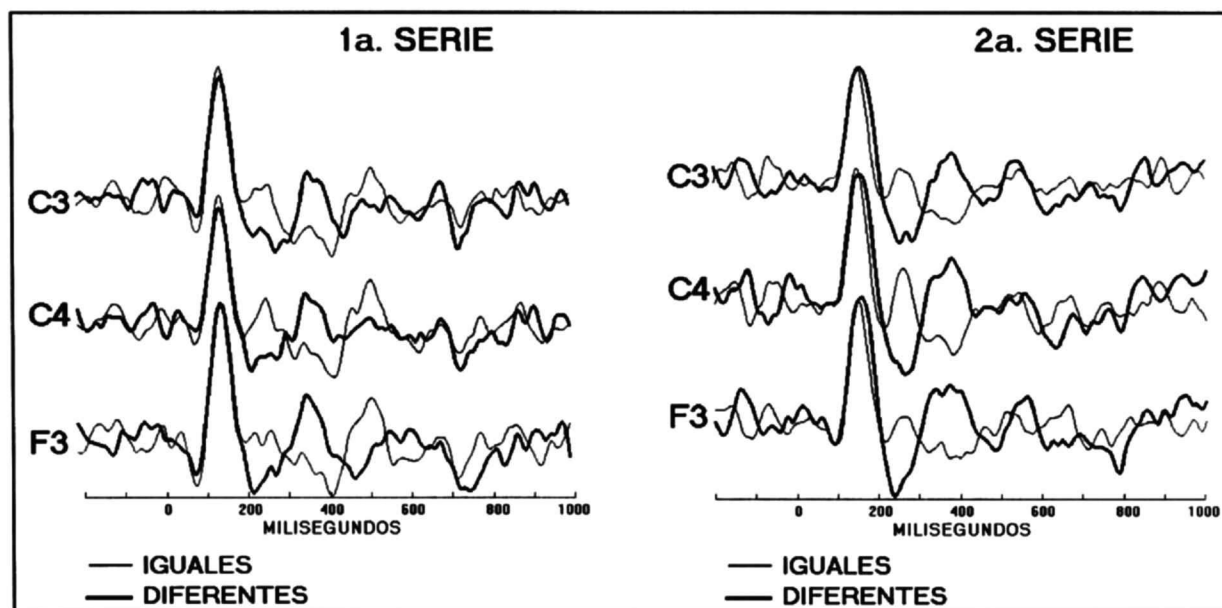


Figura 10. Potenciales relacionados con estímulos iguales y diferentes.

N1: Hubo efecto de la derivación: la mayor amplitud se registró en el hemisferio izquierdo. La interpretación es la misma que señalamos para N1 en el apartado relativo a la habituación del segundo estímulo.

P1: No hubo diferencias significativas.

N2: De acuerdo con lo observado gráficamente en los potenciales, se demostraron diferencias significativas atribuibles al tipo de estímulo. Los estímulos diferentes provocaron componentes negativos de mayor amplitud que los de los estímulos iguales. La interacción entre serie y derivación indica que la derivación F3 fue significativamente más negativa en la segunda serie. Este hecho parece correlacionarse con lo mencionado al analizar la diferencia entre sustantivos y verbos en el primer estímulo, según lo cual hay cierta tendencia a que esta derivación, localizada en el lóbulo frontal izquierdo, sea susceptible de

manera particular a la manipulación experimental.

N1-P1: Resultado significativo de la interacción entre serie y derivación. Puede proponerse la misma explicación de P1.

P1-N2: Efecto significativo del tipo de estímulo. Véase lo dicho en N2.

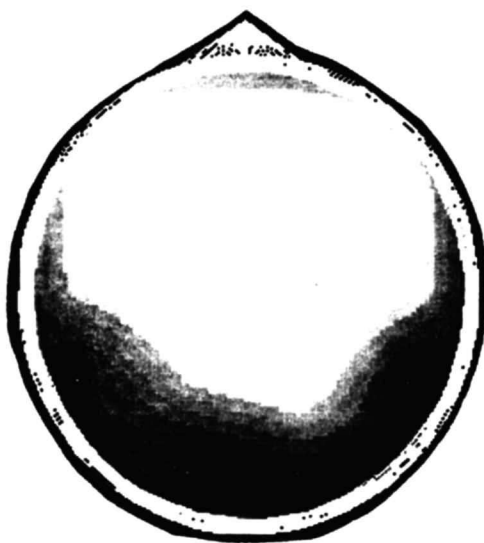
Los resultados anteriores demuestran que entre los 200 y los 300 ms la actividad cerebral es distinta para los casos en que un estímulo es igual o diferente del anterior. Este evento se registra por lo menos 200 ms antes que la respuesta motora, cuando se mide el tiempo de reacción⁹.

En la Figura 11 se muestra el mapeo eléctrico cerebral obtenido del promedio del segundo estímulo con un solo sujeto. La imagen corresponde al procesamiento del segundo estímulo en las condiciones en que éste fue igual o diferente de su antecesor. Se ve que a los 150 ms se presenta el patrón de actividad descrito anteriormente: inversión de fase entre zonas anteriores y posteriores. En este punto no hay diferencias entre el promedio de los estímulos iguales y los diferentes. A los 220 ms, en cambio, la mayor negatividad, en las áreas anteriores del cerebro, se ve claramente en los estímulos diferentes, que en la gráfica tienen una tonalidad más oscura. Asimismo, se aprecia que esta negatividad tiende a lateralizarse al hemisferio izquierdo.

En las Tablas 31-33 del Apéndice presentamos los resultados relativos a la latencia de estos componentes.

⁹Compárese este resultado con los tiempos de reacción del Cuadro 1.

ESTIMULOS IGUALES



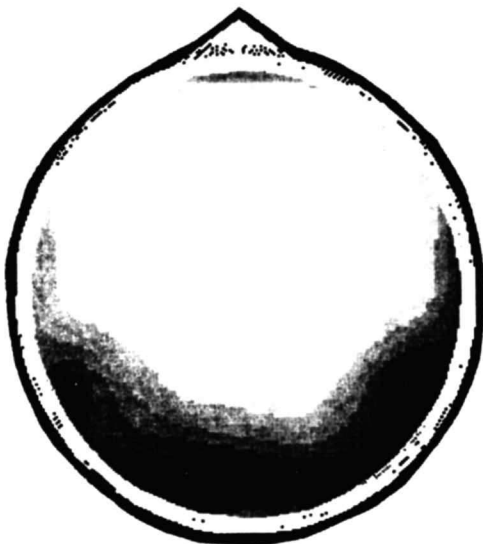
150 ms



220 ms



ESTIMULOS DIFERENTES



150 ms



220 ms



Figura 11. Mapeo cerebral de las respuestas ante estímulos iguales y diferentes.

Los análisis estadísticos indican que hay un efecto significativo del estímulo en la latencia de N2. Los estímulos que son iguales a su antecedente alcanzan su máxima negatividad antes que los estímulos diferentes. Esto corresponde con lo que se ha comentado anteriormente y se explica porque la negatividad de los estímulos diferentes en N2, al ser de mayor amplitud, se alcanza también después de una mayor latencia (Figura 10).

El resultado más interesante es el que se refiere a la latencia del componente P1. Los análisis estadísticos indican que en la segunda serie experimental este componente se presenta antes en los estímulos iguales. Este hecho coincide con las expectativas sugeridas por los experimentos en que se mide el tiempo de reacción, donde los estímulos iguales provocan respuestas más rápidas. En el contexto de nuestro experimento el hallazgo es relevante en otro sentido, pues proporciona una indicación sobre el momento en que un proceso cognoscitivo concluye.

En la Figura 12 se muestran amplificados los componentes tempranos del segundo estímulo en ambas condiciones experimentales. Se aprecia que la onda P1 es más rápida en los estímulos iguales y que la diferencia se manifiesta en la segunda serie a partir de los 150 ms.

Este resultado indica que antes de los 150 ms han concluido todos los procesos léxicos necesarios para reconocer un estímulo a través de la lectura. Más adelante comentaremos la relación que este descubrimiento tiene con el procesamiento diferencial temprano entre sustantivos y verbos.

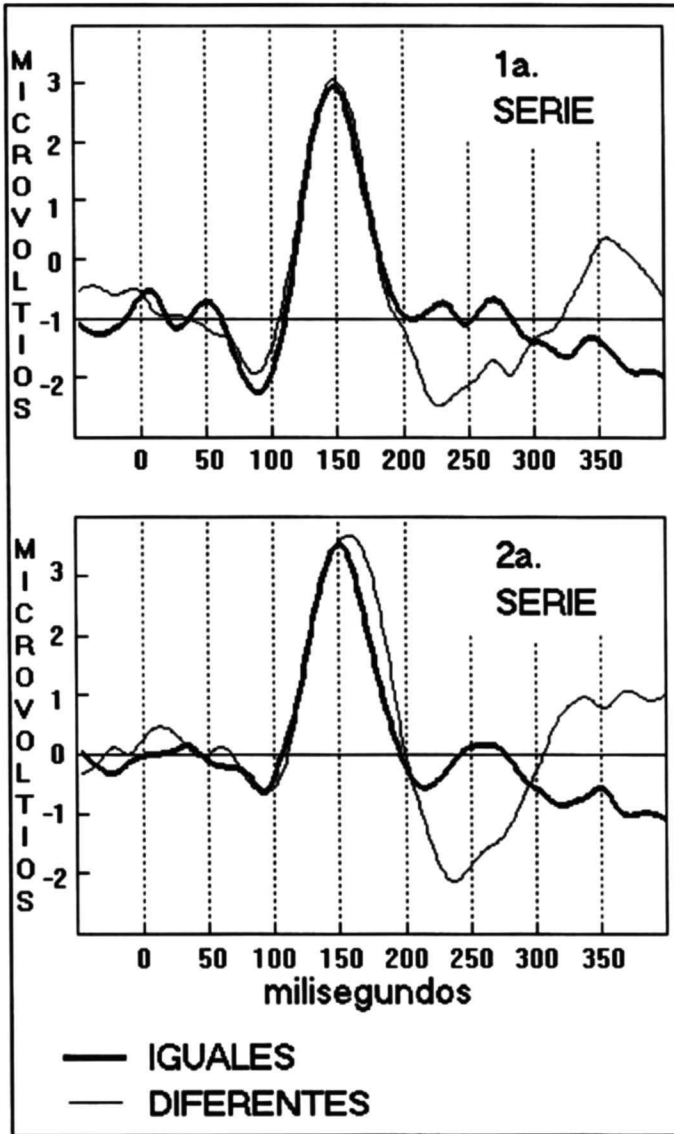


Figura 12. Componentes tempranos del segundo estímulo.

COMENTARIOS Y DISCUSION

Dejaré para el capítulo de Conclusiones Generales la discusión de los resultados en el contexto de la teoría que ha guiado mi investigación. En este apartado me limitaré a puntualizar los hallazgos empíricos relacionados con verbos y sustantivos.

Por lo pronto, a la luz de lo que hasta aquí he presentado, confío en que es posible discutir con argumentos más claros algunos aspectos epistemológicos relacionados con nuestro procedimiento de

investigación y con la manera en que verificamos las hipótesis.

Los potenciales relacionados a eventos permiten registrar la actividad eléctrica cerebral que ocurre como respuesta a un estímulo. Pero en un potencial, graficado en una escala de tiempo y amplitud, no es posible advertir propiedades intrínsecas que permitan interpretarlo. Si el experimento consistiera, por ejemplo,

en solicitar a los sujetos que simplemente vieran palabras en un monitor, probablemente podrían compararse los potenciales con los que se obtienen cuando escuchan sonidos o ven destellos luminosos, pero nada, o muy poco, podría inferirse sobre los procesos cognoscitivos que dependen de la naturaleza lingüística de los estímulos. De hecho, ni siquiera podría asegurarse que se han percibido como palabras y no como secuencias de letras carentes de significado. Es por eso que quienes participan como voluntarios deben someterse a la resolución de alguna tarea. Con ello se mantiene su atención y se ven forzados a percibir e interpretar los estímulos en la forma que más conviene según los objetivos del experimento, lingüísticos en este caso.

Por otra parte, y con base en lo que se conoce al respecto, no cabe suponer que sea posible demostrar diferencias entre sustantivos y verbos --lo que constituye un objetivo de esta investigación-- sin un diseño experimental más fino.

Finalmente, y con relación a otro de los objetivos de este experimento, tampoco podrían hacerse inferencias sobre la naturaleza y la secuencia de los procesos neurolingüísticos sin un diseño experimental especialmente orientado a este fin.

La consecuencia de todo lo anterior es que la evidencia se obtiene de manera indirecta y que, por más que los resultados sean empíricos, su interpretación es teórica. En cuanto a lo lingüístico, es obvio también que de la manera en que esta variable se manipule experimentalmente dependen los resultados y su interpretación.

Habida cuenta de lo anterior, ahora será más claro el porqué de las variables no propiamente lingüísticas que aparecen en este experimento, tales como la habituación, la distinción entre el primero y el segundo estímulo, la posibilidad de que el segundo estímulo sea igual o distinto al primero, y la diferente probabilidad de aparición de sustantivos y verbos (relación 2:1). Bajo el supuesto de que estas variables pueden tener efectos sobre la amplitud y la latencia de los potenciales, el objetivo consiste en observar la manera en que ellas actúan para establecer inferencias, según se verá más adelante, sobre la naturaleza y el momento en que se desarrollan ciertos procesos lingüísticos. Por otra parte, si las variables se manifestaran de manera distinta dependiendo de la categoría gramatical de los estímulos, ésta sería una forma de demostrar que tales categorías provocan respuestas electrofisiológicas diferentes.

Así, con respecto a la habituación, nuestros resultados indican que su efecto no se demuestra a menos que en el análisis se considere también la categoría gramatical de los estímulos. Cuando tal distinción se establece, se observa que los potenciales relacionados con sustantivos no se modifican ante la exposición reiterada a los estímulos, mientras que los relacionados con verbos experimentan cambios notables.

Las diferencias entre sustantivos y verbos se hicieron patentes en la segunda sesión experimental, y sólo en el primer estímulo. Se manifestaron de dos formas: menor amplitud de los componentes tardíos (P2) registrados ante los verbos, y menor

latencia de los componentes tempranos (N1) asociados con los sustantivos.

El hecho de que la habituación a sustantivos y verbos no haya sido la misma es, desde luego, una demostración de que en el cerebro se establece la distinción entre ambas categorías. Falta, sin embargo, interpretar las causas de las diferencias y proponer una explicación funcional de las mismas.

Ciertos trabajos (Polich, 1989) han demostrado que el P300 --onda positiva que en determinados paradigmas experimentales se presenta a los 300 ms-- es una variable con la que puede cuantificarse la habituación, ya que su amplitud disminuye por efecto de la aplicación reiterada de estímulos auditivos o visuales. Sin embargo, este fenómeno no se observa cuando el sujeto debe atender a diferentes clases de estímulos y se le solicita que identifique los estímulos infrecuentes. En estos casos, la habituación se demuestra sólo en los estímulos frecuentes (Polich, 1989).

De acuerdo con lo anterior, si se considera que el primer estímulo no se sometió a ningún proceso de discriminación, el efecto de la habituación debiera ser siempre apreciable, independientemente de la clase léxica a la que pertenezcan los estímulos.

Con nuestro experimento sólo pudimos demostrar la habituación en la clase frecuente (verbos). El hallazgo es compatible con el modelo de habituación, si se considera que cada clase corresponde a un estímulo distinto para el cerebro. La menor amplitud de P2 en

los verbos refleja la menor cantidad de información que estos estímulos proporcionan. La latencia más larga de N1 en los verbos sugiere un procesamiento de la información más lento.

Sin embargo, conviene puntualizar que los resultados que obtuvimos pueden significar dos cosas diferentes. En primer lugar, podrían sugerir que la habituación no es igual ante verbos y sustantivos, sino que es mayor con los primeros. En este caso, las respuestas cerebrales serían distintas ante verbos y sustantivos. Una explicación alternativa, que a nuestro parecer concuerda mejor con el diseño experimental, consiste en considerar que la habituación se presenta ante los estímulos frecuentes, que en este caso fueron los verbos. De acuerdo con esta segunda hipótesis, nuestros resultados son el correlato de la discriminación automática de los estímulos con base en su categoría gramatical.

Con lo anterior he intentado sugerir que este experimento no demostró diferencias entre las respuestas cerebrales ante verbos y sustantivos, sino que proporcionó evidencia de que la distinción entre ambas categorías se establece efectivamente en el cerebro. Los sujetos que participaron no estaban obligados a discriminar los estímulos a partir de su categoría gramatical, por lo que hasta ahora no tenemos argumentos para interpretar las diferencias de los potenciales en términos de las propiedades lingüísticas de verbos y sustantivos. Además, los resultados parecen ser el correlato de un proceso automático, no volitivo, de categorización léxica. Nuestra predicción es que si se invierte la probabilidad de aparición de los estímulos, la habituación se manifestará en los

sustantivos y no en los verbos.

Contribuyen a esta interpretación otros de los hallazgos en el mismo experimento. Además de que la diferencia entre verbos y sustantivos sólo se registró en la segunda sesión experimental, no hubo resultados semejantes en el segundo estímulo. Si con esta técnica fuera posible registrar diferentes respuestas ante sustantivos y verbos, las cuales dependieran de las propiedades lingüísticas de los estímulos, éstas deberían estar presentes ante cualquier modalidad de presentación. Como ése no ha sido el caso, debemos considerar que nuestros resultados fueron provocados en gran medida por la manipulación experimental y que sólo indican, como antes he dicho, que los sujetos reconocieron la diferencia entre sustantivos y verbos, y que para tal categorización existe un correlato cerebral.

Con lo anterior hemos propuesto una explicación fisiológica y cognoscitiva a las diferencias de los potenciales registrados ante verbos y sustantivos. Debemos ahora hacer algunas observaciones sobre la explicación lingüística. La motivación para considerar que ambas categorías constituyen clases la hemos desarrollado antes. En el capítulo final discutiremos nuestros resultados con relación a otros trabajos que también han establecido diferencias entre sustantivos y verbos con la técnica de potenciales relacionados a eventos, y propondremos explicaciones lingüísticas a las diferencias y coincidencias. En este momento intentaremos elucidar la causa de que tal distinción sea posible.

Aquí también es determinante el diseño experimental en la

dimensión lingüística. Como se recordará, los verbos que se emplearon en el experimento aparecieron en infinitivo. Este hecho sin duda provoca un sesgo y obliga a reconsiderar algunas cuestiones. Un verbo en infinitivo es, si se atiende a su función sintáctica, un sustantivo. Desde el punto de vista de su referencia, el verbo tiene típicamente como significado una acción; el sustantivo, en cambio, un objeto concreto. Pero estas premisas no siempre se cumplen y, en el corpus de nuestro experimento, el significado de los términos no fue una variable controlada. Si hubiéramos empleado formas conjugadas, la interpretación no sería más clara, pues los hallazgos podrían atribuirse tanto a la categoría gramatical como al hecho de que los verbos tendrían una morfología más compleja.

Hay, por supuesto, diferencias entre sustantivos y verbos en infinitivo. Por ejemplo, los primeros tienen como accidentes el género y el número; los verbos son susceptibles de conjugarse. En el nivel de la forma, las desinencias de los verbos son -ar, -er, -ir; los sustantivos con tales terminaciones son sumamente raros.

Lo anterior apunta hacia conclusiones vagas o negativas. No es posible, con nuestro procedimiento experimental, decidir cuál es la propiedad lingüística que hizo que los sujetos discriminaran entre sustantivos y verbos.

He comentado lo anterior para definir con mayor precisión el dominio de los resultados. Pero conviene notar que la pregunta quizá está mal plantada, porque los datos aportados por este experimento particular podrían no tener sino una relación indirecta

con las propiedades lingüísticas de las palabras. Los voluntarios fueron todos adultos y, como tales, han experimentado desde la infancia hasta la pubertad cambios plásticos en su cerebro; de modo que ahora registramos en él los efectos de procesos multifactoriales largos y complejos. También han adquirido su lengua materna después de un lapso de varios años. Algunas propiedades lingüísticas de sustantivos y verbos podrían haber sido relevantes sólo en ese periodo. De esta manera, la ontogenia de la interacción cerebro-lenguaje habría llevado a una especialización gradual del primero como respuesta a la interacción de múltiples causas.

En el capítulo final de la tesis volveré a tocar este tema e intentaré explicarlo con otra perspectiva. Ahora sólo deseo enfatizar que si el lenguaje se estudia con un punto de vista biológico, los datos habrán de ser complejos y difíciles de interpretar.

Los comentarios anteriores hacen ver con escepticismo la interpretación de los resultados, pero los datos empíricos permanecen. Hemos demostrado que el cerebro es sensible a la diferencia entre sustantivos y verbos y que la distinción concluye en un lapso menor de 100 ms. Al respecto, conviene repetir que, si bien los efectos de la categoría gramatical han interactuado con los de la habituación y se atribuyen a la mayor probabilidad de aparición de los verbos, para que este efecto se produzca es necesario que en latencias muy cortas el cerebro reconozca la diferencia entre sustantivos y verbos.

SEGUNDO EXPERIMENTO

INTRODUCCION

El experimento que presento en este capítulo constituye una continuación del anterior. Ambos experimentos representan etapas sucesivas para la verificación de las hipótesis y el cumplimiento de los objetivos de esta tesis.

Además de su integración en el contexto de la investigación general, este experimento pretende profundizar, como se verá más adelante, en la interpretación de los resultados que arrojó el experimento anterior. En este sentido, con la utilización de una metodología más compleja para el registro de potenciales relacionados a eventos que hace viable la extrapolación topográfica de la actividad eléctrica a toda la superficie del cerebro, será posible evaluar en un contexto más amplio los hallazgos neurofisiológicos del primer experimento.

Por otra parte, el protocolo de este experimento es también más elaborado en lo relativo a la dimensión lingüística de los procesos cognoscitivos estudiados. Con ello se pretende que los resultados de ambos experimentos puedan interpretarse en términos lingüísticos de manera más clara.

Sin contradecir lo anterior, y con el fin de hacer más ágil la exposición, puede considerarse que la investigación desarrollada con este experimento constituye un todo. Como tal la presento en este capítulo. La manera en que sus resultados y los del

experimento anterior se integran en un marco teórico más amplio será discutida en el capítulo final de la tesis. Ahora me limitaré a exponer la investigación como si se tratara de un trabajo independiente, aunque las alusiones al contexto teórico global y al primer experimento serán inevitables.

ANTECEDENTES

Con este experimento se estudian algunos de los procesos cognoscitivos relacionados con el léxico. Las hipótesis y los objetivos se exponen en las siguientes secciones. Antes de hacerlo, me ha parecido conveniente caracterizar los factores cuyos efectos habrán de ser investigados: lexicalidad, forma de las no-palabras, frecuencia, categoría gramatical y morfología. En los siguientes apartados se trata cada uno de estos temas y se establece, brevemente, su relación con procesos neurofisiológicos y cognoscitivos.

Los conceptos lingüísticos y neurolingüísticos que se mencionarán intervienen tanto en el diseño del experimento como en la interpretación de los resultados, a los cuales les proporcionan un contexto teórico y empírico.

LEXICALIDAD

Llamaremos lexicalidad a la propiedad que hace que las palabras de una lengua desencadenen procesos neurofisiológicos y cognoscitivos específicos cuando se perciben visual o auditivamente. Las

hipótesis para explicar este fenómeno se refieren no tanto a las palabras como a los procesos cognoscitivos mediante los cuales aquéllas se identifican, pues, de acuerdo con lo que más adelante comentaremos, es claro que no se trata de una propiedad estructural de las palabras.

La primera posibilidad es que las palabras se reconozcan por su forma. Es decir: una palabra que se lee o se escucha activa de manera automática su representación mental y neurofisiológica. Otra hipótesis, en cambio, niega tal automaticidad al postular que las unidades mínimas de percepción y representación son los morfemas, de modo que la lexicalidad no depende del reconocimiento de la forma total de una palabra, sino de la posibilidad de construir esta forma a partir de unidades de un nivel inferior; en este caso, morfemas. En este mismo sentido, una tercera posibilidad implica que los sonidos o grafías se perciben discretamente y se convierten en fonemas, con los cuales se construyen, bien morfemas, bien palabras. Lo que tienen en común estas tres hipótesis es que hacen depender la lexicalidad de la forma, visual o auditiva, de la palabra; sus diferencias se refieren a la manera en que esta forma se construye durante la percepción. Otras hipótesis, que comparten alguna de las explicaciones anteriores sobre los procesos por los cuales se construyen las formas como unidades perceptuales, explican la lexicalidad como la posibilidad de atribuir significado lingüístico a las palabras¹.

¹Más adelante volveré a la discusión de este punto.

La forma en que se investigan los procesos lingüísticos relacionados con la lexicalidad consiste en asignar a los sujetos que participan en los experimentos una tarea de decisión léxica, en la cual deben decidir si el estímulo visual o auditivo que se les presenta constituye una palabra de su lengua. Deben, por ejemplo, responder que 'casa' es una palabra y que 'cafa' no lo es. Estos experimentos constituyen un modelo eficaz para estudiar otros fenómenos lingüísticos, por lo que su paradigma se ha empleado en incontables investigaciones psicolingüísticas sobre el inglés². Lo que conviene destacar es el hallazgo consistente de que las palabras provocan respuestas conductuales más rápidas que las no-palabras. Es decir, se tarda menos en identificar una palabra que en rechazar una no-palabra, a menos que ésta no respete las pautas fonológicas y silábicas de la lengua, en cuyo caso las respuestas son más rápidas (Forster, 1992). Sin embargo, como los resultados se refieren a una respuesta conductual, las inferencias sobre los procesos cognoscitivos y neurofisiológicos subyacentes al reconocimiento de la lexicalidad sólo pueden hacerse con argumentos teóricos y no empíricos.

La cuestión pertinente en este trabajo es averiguar si al reconocimiento de la lexicalidad puede atribuírsele un sustrato neurofisiológico. Los resultados proporcionados por el estudio de las patologías del lenguaje apoyan la noción de que la lexicalidad es una propiedad de las palabras que no depende del significado de

²Para una reseña crítica, aunque no exhaustiva, véase Forster (1992).

éstas (Bub y Arguin, 1995; Warrington y Langdon, 1994). La conclusión se ha obtenido de los casos patológicos en que los enfermos no comprenden el significado de las palabras que leen o escuchan, pero son capaces de realizar eficientemente tareas de decisión léxica³ (Franklin, 1989; Lesser y Milroy, 1993).

Las investigaciones sobre la localización neuroanatómica de las áreas cerebrales donde se reconoce la lexicalidad demuestran una mayor participación del hemisferio izquierdo que del derecho (Faust et al., 1993; Iacoboni y Zaidel, 1996). De manera más precisa, algunos trabajos que emplean la tomografía por emisión de positrones ubican en la parte posterior del hemisferio izquierdo el lugar donde se reconocen las palabras que se leen (Petersen et al., 1988; 1989; 1990; Posner et al., 1989). Hay, asimismo, datos que sugieren que las palabras y las no-palabras provocan respuestas eléctricas cerebrales diferentes (Compton et al., 1991; Dehaene, 1995; Lutzenberger et al., 1994; Pratt et al., 1994; Pulvermüller et al., 1995; Samar y Berent, 1986).

De acuerdo con lo anterior, la lexicalidad parece ser una propiedad real de las palabras, la cual explica parte de las diferencias en las respuestas cerebrales provocadas por palabras y no-palabras. Por otra parte, en el caso de la lectura, que es la modalidad que se investiga en este experimento, algunos autores añaden que el reconocimiento de las palabras es automático; es

³Los trastornos de la comprensión de estos pacientes se manifiestan en su incapacidad para seleccionar, entre el grupo de objetos que se les muestra, aquél que corresponde con la palabra que leen o escuchan. La decisión léxica consiste en decidir si lo que leen o escuchan es o no una palabra de su lengua.

decir, que no se establece por medio de análisis alguno y que es independiente de la voluntad (Posner et al., 1989).

FORMA DE LAS NO-PALABRAS

Según lo señalado en el apartado anterior, algunas investigaciones sugieren que el reconocimiento de las palabras provoca en ciertas áreas del cerebro respuestas que no se presentan o son diferentes en el caso de las no-palabras; la latencia corta y la localización de las respuestas sugiere que éstas no se asocian con procesos cognoscitivos complejos. Esto no implica, sin embargo, que las no-palabras no provoquen respuesta alguna. Es evidente que algún proceso cognoscitivo se desarrolla para decidir que una no-palabra no pertenece a la lengua. El trabajo de Mohr y colaboradores (1994) en que investigan las respuestas cerebrales a diferentes clases de palabras y pseudopalabras, en tareas de decisión léxica ante la presentación visual derecha, izquierda y bilateral de los estímulos, sugiere que el reconocimiento de las pseudopalabras tiene su propio sustrato neurológico, si bien los resultados no permiten establecer su localización precisa. Aunque estos fenómenos se han investigado con menor atención, existen ciertos antecedentes al respecto. Las no-palabras que se construyen con afijos o morfemas flexivos de acuerdo con reglas gramaticales requieren más tiempo para rechazarse que las que no los poseen (Caramazza et al., 1988; Taft, 1986; Taft y Forster, 1976). Lo mismo ocurre con las no-palabras que se construyen a partir de palabras reales (Petocz y Oliphant, 1988). Otros hallazgos hacen suponer a algunos autores

que las no-palabras se reconocen detectando en ellas violaciones en la estructura morfológica (Iacoboni y Zaidel, 1996). Lo anterior habla de procesos no automáticos que hacen intervenir cierto conocimiento sobre la morfología de la lengua. Aunque en sí mismo el procesamiento cognoscitivo de las no-palabras parece un tema de estudio absurdo, por lo que tiene de artificial, sus resultados pueden integrarse en teorías que interpretan el papel que la morfología juega en el reconocimiento de las palabras. Por tal razón es uno de los temas investigados en este experimento.

FRECUENCIA

La frecuencia con que se emplean las palabras de la lengua es un tema que en raras ocasiones ocupa la atención de las teorías lingüísticas. El hecho mismo de que una palabra se use en forma frecuente o infrecuente no parece tener más manifestaciones que las que evidentemente se integran en procesos de cambios lingüísticos (diacrónicos). Algunas investigaciones, sin embargo, han demostrado que la frecuencia incide de manera importante en ciertos procesos fonéticos, fonológicos y semánticos (Fidelholtz, 1975).

En la investigación psicolingüística sobre el inglés muy pronto se reconoció la importancia de la frecuencia en los procesos léxicos (Rubenstein et al., 1970). De hecho, fue este descubrimiento el que prefiguró en buena medida el concepto de

'léxico mental'⁴. En las últimas dos décadas, diversas teorías psicolingüísticas sobre el procesamiento léxico se han servido del factor frecuencia para explicar la organización del léxico y los procesos relacionados con él (Forster, 1976).

Es un hecho bien demostrado que la frecuencia de las palabras tiene efectos sobre la rapidez y precisión de las respuestas conductuales en múltiples tareas de lectura (Forster y Davis, 1984; McCann et al., 1988; Monsell et al., 1989; Norris, 1984; Rubenstein et al., 1970; Scarborough et al., 1977; Whaley, 1978). Lo que aún se debate es la explicación del fenómeno. Algunos autores atribuyen el efecto de la frecuencia a su acción en los procesos por los que la identidad de una palabra se genera a partir de su representación visual (Forster, 1976). Otros, en cambio, sugieren que el efecto se manifiesta en los procesos de selección de las respuestas (Broadbent, 1967; Treisman, 1971). En cualquier caso, no parece haber dudas sobre las repercusiones de la frecuencia en los procesos cognoscitivos del nivel léxico. Sus manifestaciones en los casos patológicos son claras (Gerratt y Jones, 1987; Warrington, 1975); en general los trastornos asociados con las palabras infrecuentes son siempre más importantes.

Las investigaciones que emplean la técnica de registro de potenciales relacionados a eventos también han demostrado que la

⁴"El léxico mental corresponde a un hipotético 'diccionario interno', vale decir al sistema que representa los conocimientos que tiene un sujeto de las palabras de su lengua. En tal sistema cada palabra está caracterizada por un conjunto de informaciones de diferente naturaleza; fonológica, ortográfica, morfológica, sintáctica, semántica." (Grainger y Segui, 1990:24)

frecuencia incide en las respuestas cerebrales asociadas con el procesamiento de palabras (Polich y Donchin, 1988; Rugg, 1990; Young y Rugg, 1992), aunque sus resultados no siempre son interpretables en términos lingüísticos.

En síntesis, hay argumentos suficientes para sostener que, si bien las causas de que una palabra se emplee en forma frecuente o infrecuente son multifactoriales, la frecuencia es una propiedad que se manifiesta en múltiples procesos lingüísticos, no sólo léxicos. Casi no hay que decir que, en el caso de las investigaciones empíricas, experimentales, este factor no puede soslayarse.

CATEGORIA GRAMATICAL

La teoría lingüística sobre las categorías gramaticales y las clases de palabras es extensa y ha tratado exhaustivamente muchos de los aspectos relacionados con el tema. Este trabajo investiga lo relacionado con sólo dos de ellas: sustantivos y verbos. En particular, me concentro en el sustrato neurofisiológico que puede atribuirse a unos y otros.

Las diferencias entre sustantivos y verbos se han explorado con diferentes perspectivas lingüísticas (Hopper y Thompson, 1984; Lyons, 1966); algunas de ellas han aludido a factores tipológicos (Greenberg, 1968) y aun cognoscitivos (Benveniste, 1978; Langacker, 1987). La conclusión que se extrae de todos estos estudios es que, cualquiera que sea la naturaleza de la diferencia, ésta es importante y constituye una motivación fuerte para suponer que a la

diferencia en los procesos cognoscitivos asociados con ambas clases corresponde también un sustrato neural particular.

Los estudios sobre adquisición del lenguaje aportan al respecto un dato interesante, según el cual las primeras palabras que el niño adquiere corresponden a lo que en la lengua adulta son sustantivos (Dromi, 1987). Aunque esta observación admite múltiples interpretaciones y críticas, en el contexto de la maduración cerebral habla de una especialización que puede comenzar en etapas muy tempranas del desarrollo.

Hay pocas investigaciones psicolingüísticas sobre las diferencias en el procesamiento léxico de sustantivos y verbos, pero en algunas de ellas se demuestra que las respuestas conductuales que se registran ante sustantivos son más rápidas que las que provocan los verbos (Serenio y Jongman, 1990).

En relación con el sustrato neurológico de ambas clases de palabras, puede comentarse lo siguiente sobre la manera en que participan los dos hemisferios cerebrales. Además de las diferencias que se presentan en el hemisferio izquierdo, hay evidencia de que el hemisferio derecho, que no es el dominante para los procesos lingüísticos, posee ciertas capacidades para el reconocimiento de sustantivos, pero no de verbos (Gazzaniga, 1970; Goodall, 1984); situación que también se ha demostrado en el caso del español (Hernández *et al.*, 1992).

Los hallazgos de las investigaciones citadas hacen que tenga más fuerza la presunción de que sustantivos y verbos poseen un sustrato neural diferente. En este sentido, la evidencia más

interesante proviene también del estudio de las patologías del lenguaje ocasionadas por lesiones cerebrales. Hay pruebas de que sustantivos y verbos constituyen clases diferentes tanto en los procesos de comprensión como de expresión (Daniele, et al., 1994; Miceli et al., 1988). De manera más concreta, la evidencia proviene de los casos en que los trastornos se refieren exclusivamente a los procesos relacionados con sustantivos (Miceli et al., 1984; Zingeser y Berndt, 1988; 1990) o con verbos (McCarthy y Warrington, 1985; Myerson y Goodglass, 1972; Saffram et al., 1988; 1989). Algunos estudios señalan que la distinción puede ser más sutil y que, en el caso de los sustantivos, hay también diferencias claras entre nombres propios y comunes (Van Lancker y Klein, 1990).

La correlación entre las manifestaciones patológicas y la localización de las lesiones cerebrales permite que haya acuerdo al considerar que los procesos cognoscitivos relacionados con sustantivos y verbos poseen diferentes sustratos neuroanatómicos (Caramazza y Hillis, 1991; Damasio y Tranel, 1993; Damasio et al., 1990; Daniele et al., 1994; Zingeser y Berndt, 1990). De manera general, se puede decir que los procesos relacionados con sustantivos ocurren en el lóbulo temporal; los relacionados con verbos, en el frontal; ambos, en el hemisferio izquierdo. Sin embargo, es pertinente hacer notar que esta evidencia neurofisiológica sobre las diferencias entre sustantivos y verbos no proporciona indicaciones claras sobre los niveles de procesamiento en que tales diferencias acontecen. Volveré a este punto más adelante.

Por otra parte, el registro de potenciales evocados se utilizó muy pronto para investigar posibles diferencias asociadas con sustantivos y verbos. A pesar de ello, y probablemente por las limitaciones que el inglés, por su estructura gramatical, impone en el diseño de paradigmas experimentales, los estudios no son abundantes ni es posible interpretar sus resultados con claridad.

La primera referencia es el trabajo de Teyler y colaboradores (1973), quienes diseñaron un experimento para estudiar las diferencias en los potenciales evocados por sonidos(clicks) que se registraban cuando los sujetos pensaban en sustantivos o verbos. Pocos años después, hubo otros intentos para investigar las diferencias en los potenciales relacionados a eventos asociados con el procesamiento de verbos y sustantivos (Brown y Lehmann, 1979; Brown et al., 1980). Aunque este experimento era más fino en la dimensión lingüística, los estímulos consistían en palabras que tenían la misma forma para verbos y sustantivos, de modo que a los sujetos se les solicitaba que los interpretaran en un sentido o en otro. Todas las investigaciones anteriores demostraron diferencias entre sustantivos y verbos, pero es evidente que sus diseños hacen que para la interpretación de los resultados sea necesario aludir a múltiples y muy diferentes factores.

Posteriormente hubo otro intento con mayor control de las variables lingüísticas para estudiar las diferencias entre sustantivos y verbos (Samar y Berent, 1986). En este caso, las palabras aparecieron en contextos gramaticales, de modo que, aunque hubo diferencias entre ellos, también es difícil saber en qué

medida las diferencias son léxicas o sintácticas.

Sólo en fechas muy recientes --de hecho, posteriores a la realización de mi experimento-- han aparecido otros dos trabajos, sobre el alemán, que utilizan la técnica de registro de potenciales relacionados a eventos, y que demuestran diferencias entre sustantivos y verbos con paradigmas experimentales que permiten interpretaciones menos ambiguas (Koenig & Lehmann, 1996; Preissl et al., 1995). A ellos me referiré durante la discusión de mis resultados.

MORFOLOGIA

Con este experimento investigo algunos aspectos relacionados con la morfología flexiva en el nivel léxico del lenguaje. Al respecto, conviene mencionar que, desde ciertas perspectivas lingüísticas, todos los procesos morfológicos se localizan, justamente, en el lexicon (Scalise, 1980, 1984; Selkirk, 1982). Hay, asimismo, argumentos lingüísticos fuertes para sostener que los procesos flexivos son diferentes de los derivativos (Anderson, 1982; Aronoff, 1976; Scalise, 1984)⁵. Mi principal interés no es, sin embargo, la discusión teórica de estos temas, sino la evidencia empírica que existe o se puede proporcionar para justificar y

⁵En resumen, los argumentos para sostener que los procesos flexivos difieren de los derivativos son los siguientes: las flexiones nunca cambian la categoría sintáctica de la palabra, la derivación sí puede hacerlo; las reglas de flexión se aplican después de que cualquier regla de derivación se haya aplicado (beauty --> beautify --> beautified); las reglas de derivación y flexión afectan el lexema (root morpheme) de diferente manera, de tal modo que la derivación siempre cambia el significado del lexema; y, de modo general, "inflectional morphology is what is relevant to syntax" (Anderson, 1982:587).

especificar los postulados mencionados.

Las investigaciones psicolingüísticas sobre la intervención de los procesos morfológicos en el léxico tienen que ver con la manera en que las unidades de este nivel se representan cognoscitivamente. La cuestión es si las palabras con morfología flexiva o derivativa son, al momento de ser interpretadas, sometidas a un análisis para aislar los morfemas que las componen y sobre esta base establecer su significado. La misma interrogante se plantea para explicar los procesos de producción; es decir, si las palabras que se expresan son resultado de aplicar reglas morfológicas o morfofonológicas a los morfemas, o si aquéllas, por el contrario, están lexicalizadas y no se someten a proceso alguno.

Con respecto a la comprensión del léxico, modalidad que se estudia en esta tesis, hay opiniones encontradas. Algunas investigaciones sugieren que las palabras se descomponen en morfemas (Taft, 1981; Taft y Forster, 1975; MacKay, 1978). Otros autores interpretan sus resultados en el sentido de que las palabras se perciben y se representan cognoscitivamente como unidades totales que no se descomponen en unidades menores (Bradley, 1980; Kempley y Morton, 1982; Lukatela *et al.*, 1980). En parte, la controversia se ha dado por no reconocer que diferentes tipos de procesos morfológicos pueden tener diferentes consecuencias cognoscitivas. Así, por ejemplo, algunos autores proponen modelos mixtos en los que las palabras con morfología flexiva se analizan en morfemas, en tanto que las que tienen morfología derivativa se perciben como unidades totales (Stanners

et al., 1979). Otra razón que explica la falta de acuerdo en la interpretación de los resultados es no distinguir en los procesos léxicos de comprensión lo que corresponde al acceso a la representación y lo que corresponde a la representación misma (Marlsen-Wilson et al., 1994). Este es un aspecto importante al cual me referiré en el capítulo final. Por lo pronto, puede destacarse que, a pesar de la falta de acuerdo en las interpretaciones, la investigación psicolingüística en esta área ha demostrado que la morfología incide en los procesos relacionados con la comprensión del léxico y que hay evidencia para sostener la independencia de la flexión y la derivación.

El comportamiento lingüístico de los pacientes con trastornos del lenguaje ocasionados por lesiones cerebrales proporciona pruebas sobre la vulnerabilidad de los procesos morfológicos y, más importante aún, sobre su autonomía; esto último se desprende de los casos en que la morfología es el único nivel del lenguaje que se daña o se conserva intacto (Jarema y Kehayia, 1992).

El estudio de estas patologías demuestra claramente que los procesos de flexión y derivación son independientes (Miceli, 1994; Miceli y Caramazza, 1988) y que éstos se manifiestan tanto en la comprensión como en la expresión (Pulvermüller, 1994). Aunque algunas investigaciones se han orientado hacia la morfología derivativa, la mayoría se concentra en la morfología flexiva (Patterson, 1982). Lo que puede concluirse a partir de estas investigaciones es que la morfología flexiva incide de manera importante en los procesos léxicos, de modo que, durante la

comprensión y la expresión, el reconocimiento y la combinación de morfemas es un recurso productivo. Con esta perspectiva neurolingüística, algunas investigaciones sugieren que estos procesos se desarrollan tanto en sujetos sanos como en afásicos (Eling, 1986), y que los errores de estos últimos son semejantes a los que en determinadas ocasiones cometen las personas sanas (Blackwell y Bates, 1995).

La relación entre la topografía cerebral de las lesiones y los trastornos lingüísticos en el nivel de la morfología, proporciona ciertas indicaciones para ubicar la localización cerebral de los procesos morfológicos en la región postcentral de la corteza perisilviana izquierda (Nadeau y Gonzalez Rothi, 1992).

En resumen, la sugerencia neurolingüística de que los procesos flexivos y los derivativos son independientes, proviene de los estudios de pacientes afásicos que en su comprensión o expresión manifiestan disociaciones tales que los trastornos principales se refieren, bien a los procesos flexivos, bien a los derivativos. Estos se han documentado en inglés y, recientemente, en otras lenguas⁶. Hasta donde conozco, no hay estudios neurolingüísticos ni psicolingüísticos, similares a los citados, sobre la morfología del español, ni tampoco estudios con potenciales relacionados a

⁶Friederici y colaboradores (1992) estudiaron la capacidad que los pacientes alemanes con afasia de Broca tienen para procesar 'en línea' morfemas ligados (flexiones verbales) y concluyeron que el trastorno consiste en la imposibilidad de extraer la información sintáctica que estos morfemas proporcionan. Miceli y Caramazza describen el caso de un paciente italiano cuyos trastornos se referían exclusivamente a la flexión y no a la derivación. Y Jarema y Kehayia (1992) estudian los trastornos que en la expresión y la comprensión los pacientes afásicos franceses tienen en lo relativo a la flexión verbal de número y tiempo.

eventos, en cualquier lengua, que sirvan de antecedente al que ahora presento.

ESTUDIOS PSICOLINGÜÍSTICOS Y NEUROLINGÜÍSTICOS

SOBRE EL ESPAÑOL

Los estudios psicolingüísticos y neurolingüísticos sobre el español son escasos. Hasta donde conozco, no hay antecedentes sobre trabajos similares al que se desarrolla en esta investigación.

En este apartado presento los resultados de un estudio que yo mismo realicé con un protocolo similar al de la investigación que se desarrolla en este capítulo, pero que se concentró en analizar las respuestas conductuales (Marcos et al., 1994). La finalidad es proporcionar los correlatos conductuales de las respuestas cerebrales que más adelante se caracterizan.

En el cuadro 1 aparecen los tiempos de reacción obtenidos del promedio de 30 sujetos ante diferentes clases de estímulos visuales. La tarea consistió en decidir si tales estímulos eran, o no, palabras del español. Pude apreciarse de manera evidente la forma en que los factores investigados, que son los que antes se han descrito, inciden en las velocidades de respuesta.

Cuadro 1. Tiempos de reacción (en milisegundos) ante pseudopalabras y palabras del español en una tarea de decisión léxica (Marcos *et al.*, 1994).

CLASES DE ESTIMULOS	TIEMPO DE REACCION
PALABRAS	703.92
PALABRAS FRECUENTES	635.53
PALABRAS INFRECIENTES	722.30
SUSTANTIVOS	690.72
VERBOS	717.12
PALABRAS SIN MORFOLOGIA FLEXIVA (SUST. SING / VERB. INF)	691.86
PALABRAS CON MORFOLOGIA FLEXIVA (SUST. PLUR / VERB. CONJ)	715.98
PALABRAS FRECUENTES SIN MORFOLOGIA FLEXIVA	629.59
PALABRAS FRECUENTES CON MORFOLOGIA FLEXIVA	641.47
PALABRAS INFRECIENTES SIN MORFOLOGIA FLEXIVA	754.13
PALABRAS INFRECIENTES CON MORFOLOGIA FLEXIVA	790.48
SUSTANTIVOS FRECUENTES	626.77
SUSTANTIVOS INFRECIENTES	754.67
VERBOS FRECUENTES	644.30
VERBOS INFRECIENTES	789.94
SUSTANTIVOS EN SINGULAR	678.05
SUSTANTIVOS EN PLURAL	703.39
VERBOS EN INFINITIVO	705.67
VERBOS CONJUGADOS	728.56
SUSTANTIVOS FRECUENTES EN SINGULAR	616.69
SUSTANTIVOS FRECUENTES EN PLURAL	636.85
SUSTANTIVOS INFRECIENTES EN SINGULAR	739.40
SUSTANTIVOS INFRECIENTES EN PLURAL	769.93
VERBOS FRECUENTES EN INFINITIVO	642.49
VERBOS FRECUENTES CONJUGADOS	646.09
VERBOS INFRECIENTE EN INFINITIVO	768.85
VERBOS INFRECIENTES CONJUGADOS	811.03
PSEUDOPALABRAS	925.05
PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN VOCAL	898.47
PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN VOCAL + 'S'	925.52
PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN 'AR', 'ER' E 'IR'	951.17

OBJETIVOS

Este experimento constituye la segunda etapa de una investigación cuyas metas ya se han expuesto. Como tal, sus objetivos específicos contribuyen al cumplimiento de los objetivos generales, entre los cuales, como también se ha mencionado, el más importante consiste en caracterizar las respuestas cerebrales que se asocian con diferentes procesos cognoscitivos desarrollados durante el reconocimiento y la evaluación de estímulos lingüísticos visuales. Aunque al plantearlo de esta manera puede parecer que el énfasis está puesto más en los aspectos neurofisiológicos que en los lingüísticos, debe tomarse en consideración que, al ser ésta una investigación neurolingüística, multidisciplinaria, ambas dimensiones están estrechamente relacionadas, y que los resultados pueden integrarse en ambas disciplinas. Desde el punto de vista neurofisiológico, este tipo de investigaciones contribuye a esclarecer aspectos relacionados con la participación del cerebro en las funciones cognoscitivas. Desde una perspectiva lingüística, los resultados constituyen una forma de verificar hipótesis sobre la 'realidad' psicológica y el sustrato neurológico de ciertos fenómenos que se describen en el nivel léxico del lenguaje. También con un interés lingüístico, cabe esperar que los resultados permitan definir la naturaleza de los procesos que llevan a reconocer ciertas propiedades lingüísticas en las palabras. Finalmente, se pretende que, con la teoría proporcionada por la lingüística y la neurofisiología, los resultados se interpreten

haciendo alusión al esquema de procesamiento léxico esbozado en los primeros capítulos de esta tesis, y constituyan tanto una demostración de su funcionalidad, como un paso más en el intento por especificarlo más finamente.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo general de este experimento consiste en estudiar la manera en que la actividad eléctrica cerebral se asocia con procesos cognoscitivos relacionados con los factores definidos en los Antecedentes: lexicalidad, forma de las no-palabras, frecuencia, categoría gramatical y morfología flexiva. Se pretende, asimismo, caracterizar la manera en que estos factores interactúan en las dimensiones espacial y temporal de la actividad eléctrica cerebral.

Entre los objetivos específicos de este experimento que atañen en primer lugar a la neurofisiología, está el de obtener información más precisa sobre la manera en que las diferentes áreas del cerebro participan en procesos léxicos o son sensibles al efecto de factores lingüísticos. Para cumplir con él, se ha empleado una metodología más compleja que la del experimento anterior, la cual incluye la utilización de dieciséis electrodos, cuyos registros se extrapolan para obtener una imagen total de la actividad eléctrica cerebral.

Los objetivos que tienen que ver con la dimensión lingüística de este trabajo consisten en investigar la posibilidad de atribuir un correlato neurofisiológico a los fenómenos léxicos mencionados. Con la finalidad de que los resultados puedan interpretarse en términos que impliquen la menor ambigüedad posible, uno de los

objetivos específicos es que la actividad cognoscitiva registrada en forma de potenciales relacionados a eventos sea de naturaleza lingüística. Por ello, el modelo experimental utilizado es el de decisión léxica, en el cual el sujeto debe leer los estímulos que se le presentan y decidir lo más rápidamente posible si son, o no, palabras del español. Con ello se pretende garantizar, además de la atención de los participantes, el que se involucren en una tarea lingüística.

Este modelo de decisión léxica es probablemente el más utilizado en las investigaciones psicolingüísticas sobre el léxico y aun sobre otros niveles del lenguaje (Forster, 1992). Su empleo con técnicas electrofisiológicas tiene ventajas importantes sobre las medidas del tiempo de reacción, pues los resultados que se obtienen se refieren a la actividad cerebral y no es necesario establecer inferencias sobre la base de las respuestas conductuales. Algunas investigaciones con potenciales relacionados a eventos se han servido de este paradigma experimental para estudiar la actividad cerebral. Estas han sido citadas en el capítulo precedente, pero ahora conviene hacer algunos comentarios sobre los estímulos que se han utilizado. Además de las palabras, en ocasiones han empleado, como no-palabras, secuencias de consonantes, números o cadenas de letras imposibles de pronunciar. Es obvio que esta clase de estímulos dificulta la interpretación de los resultados, pues las diferentes respuestas cerebrales a palabras y no-palabras pueden ser el resultado tanto de procesos léxicos como de procesos de más bajo nivel, no necesariamente

lingüísticos. Con el objetivo de que en este experimento los sujetos deban discriminar palabras y no palabras con criterios lingüísticos, las no-palabras utilizadas tienen la forma que permite catalogarlas como pseudopalabras; es decir, palabras inexistentes cuya escritura respeta las reglas de estructura fonológica y silábica de las palabras del español. De esta manera, los sujetos deciden que los estímulos son palabras, bien porque las reconocen automáticamente --según el sentido en que hemos utilizado el término, de acuerdo con la propuesta de Posner et al. (1989) -- bien porque pueden atribuirles algún significado; igualmente, las pseudopalabras las rechazan no por la presencia de secuencias de letras impronunciables, sino por la imposibilidad de reconocerlas o atribuirles significado. Las palabras utilizadas en este experimento poseen tres tipos de terminaciones: -vocal, -vocal + 's', -'ar', 'er' e 'ir'; las pseudopalabras se han construido de modo que en ellas aparezcan con idéntica proporción las mismas terminaciones. Con ello será posible determinar el papel que el reconocimiento de morfemas ligados desempeña en la identificación de los estímulos.

Con este experimento se continúa la investigación de los efectos de la categoría gramatical en las respuestas eléctricas cerebrales. Con el objetivo de elucidar la naturaleza de los procesos cognoscitivos implicados, los sustantivos aparecen en singular y en plural; los verbos, en infinitivo y conjugados en tercera persona de singular en presente de indicativo. De acuerdo con este arreglo, sustantivos en plural y verbos conjugados no

pueden distinguirse sobre bases formales, situación que sí se presenta con las otras dos subclases. Esto permitirá establecer los principios sobre los cuales se establece la distinción entre sustantivos y verbos.

Otro de los objetivos lingüísticos de este experimento es investigar la manera en que la morfología flexiva opera en los procesos léxicos. Nos hemos concentrado en dos tipos de flexión, verbal y nominal, y el corpus se ha elaborado de modo que en los resultados pueda distinguirse el efecto del reconocimiento de formas y el que depende de procesos cognoscitivos de una jerarquía superior.

En síntesis, los objetivos específicos de este experimento consisten en caracterizar la manera en que ciertos fenómenos lingüísticos (categoría gramatical y morfología flexiva) se manifiestan en la actividad cerebral desarrollada durante la lectura de estímulos léxicos. El paradigma experimental permitirá establecer inferencias sobre la naturaleza y la secuencia de los procesos cognoscitivos implicados en el reconocimiento de las propiedades lingüísticas de los ítems. También se pretende averiguar si la frecuencia de empleo de las palabras incide en los procesos lingüísticos y, dependiendo de los resultados, formular hipótesis sobre la forma en que actúa en diferentes etapas o niveles del procesamiento léxico. La utilización de pseudopalabras como parámetro de comparación con las palabras persigue el objetivo de especificar los patrones de actividad cerebral que pueden asociarse exclusivamente con procesos lingüísticos y, con ello,

definir la lexicalidad como una propiedad lingüística. La manipulación de la forma de las pseudopalabras intenta determinar la función que tienen las marcas formales en la evaluación de los estímulos léxicos.

Es claro que los resultados pertinentes para la lingüística se obtendrán del análisis de las respuestas cerebrales, y que los que sean relevantes para la neurofisiología serán descritos haciendo alusión a conceptos lingüísticos. De ahí que la distinción entre lo lingüístico y lo neurofisiológico se haga, en este trabajo, sólo para sistematizar y organizar la presentación de la información. Es igualmente obvio que el cumplimiento de estos objetivos exige una metodología en cuyo diseño intervienen consideraciones tanto lingüísticas como neurofisiológicas; metodología que se expondrá posteriormente. La interpretación final de los resultados sólo puede hacerse con un marco teórico, neurolingüístico, sobre el procesamiento léxico, el cual se ha bosquejado en los primeros capítulos y, nuevamente, en los antecedentes de este experimento.

HIPOTESIS

PROCESOS LEXICOS

La hipótesis principal de esta investigación establece que existen ciertos procesos cognoscitivos relacionados con la comprensión del nivel léxico del lenguaje, a los cuales se les puede atribuir un sustrato neurofisiológico. Aunque considero que lo cognoscitivo y lo neurofisiológico constituyen una unidad, quizá convenga adoptar

en este momento una perspectiva dualista para especificar lo que tiene de original la aproximación neurolingüística al estudio del lenguaje.

Diferentes disciplinas lingüísticas han descrito y caracterizado exhaustivamente el léxico. Lo han hecho abstrayendo el lenguaje de su contexto biológico y, generalmente, fuera del marco de una teoría cognoscitiva.

La psicolingüística sí tiene como objetivo describir la expresión y la comprensión del lenguaje en términos de procesos cognoscitivos. Aunque sus resultados son empíricos y se enuncian como hipótesis que pueden falsearse, queda fuera de su campo el estudio de las bases neurofisiológicas del lenguaje.

Los fundamentos teóricos y empíricos de la perspectiva neurolingüística ya se han expuesto. En ese contexto, la existencia y la naturaleza de los procesos cognoscitivos que intervienen en la comprensión del léxico se establecen, independientemente de la evidencia patológica, al interpretar la actividad cerebral asociada con las propiedades lingüísticas de los estímulos en el marco del esquema de procesamiento léxico que hemos presentado.

Ahora bien, esta hipótesis sobre los fundamentos cognoscitivos y neurofisiológicos de la comprensión del léxico implica la noción de temporalidad. En efecto, si las propiedades lingüísticas de una palabra se reconocen por medio de procesos cognoscitivos, éstos ocurren a través del tiempo, no importa qué tan rápidamente sucedan. La hipótesis concreta es que tales procesos cognoscitivos pueden ubicarse temporalmente de acuerdo con el momento en que se

presentan las respuestas cerebrales asociadas con ellos. Otra forma de exponer esta hipótesis es decir que las diferentes propiedades lingüísticas de una palabra se reconocen en etapas sucesivas, y que de los diferentes procesos cognoscitivos, algunos se suceden y otros interactúan simultáneamente. Esta hipótesis se verificará si las variables de los estímulos utilizados en el experimento producen efectos en las respuestas cerebrales en diferentes momentos, o bien si se demuestra interacción entre ellos. La hipótesis se falseará si no es posible atribuir un correlato electrofisiológico a ninguna de las variables, o si todas se manifiestan simultáneamente. En este caso, podría concluirse que las diferencias son léxicas y que no ha intervenido proceso alguno especializado en la gramática o en la morfología.

Además de lo relativo a la dimensión temporal de la forma de actividad cerebral, contribuirá a la demostración de la existencia de diferentes procesos cognoscitivos el que a ellos pueda atribuirse la participación de distintas regiones cerebrales.

En síntesis, la hipótesis sobre la existencia de diferentes procesos cognoscitivos y neurofisiológicos se demostrará si las propiedades de los estímulos (lexicalidad, frecuencia, categoría gramatical, morfología flexiva) modifican las respuestas cerebrales en diferentes latencias y localizaciones.

LEXICALIDAD

La hipótesis general es que el cerebro reacciona de manera diferente ante estímulos lingüísticos y no-lingüísticos. Quizá

convenga aclarar que éste no es un hecho trivial, ya que lo que se somete a prueba es la existencia de un proceso cognoscitivo y neurofisiológico mediante el cual las palabras de una lengua se reconocen como tales.

Aunque esta hipótesis la han demostrado trabajos como los citados en los antecedentes, los resultados obtenidos por quienes han empleado como técnica de investigación el registro de potenciales relacionados a eventos no son extrapolables, sin más, al caso del español. La lectura de diferentes sistemas de escritura hace que participen de modo distinto ambos hemisferios cerebrales. Así, por ejemplo, la lectura de caracteres ideográficos hace intervenir el hemisferio derecho en mayor medida que la lectura de caracteres logográficos. La mayoría de las investigaciones en este campo se refiere al inglés, cuyas convenciones en la escritura difieren de las del español en múltiples aspectos. Estas diferencias se manifiestan en los procesos cognoscitivos desarrollados durante la lectura y, probablemente, en la actividad cerebral. Además, algunos investigadores han obtenido sus resultados comparando las respuestas cerebrales provocadas por palabras y por cadenas de consonantes o secuencias de letras impronunciables. Es obvio que en estos casos los resultados podrían interpretarse, sin aludir a la lexicalidad, en términos de procesos lingüísticos de muy bajo nivel, ortográficos o fonológicos. De esta manera, si bien hay motivaciones suficientes para suponer que los patrones de actividad cerebral son diferentes ante palabras y no-palabras, no cabe esperar, por las razones mencionadas, que éstas

sean idénticas en los hablantes de todas las lenguas.

Por otra parte, el diseño de este experimento permite someter a prueba hipótesis sobre la clase de procesos que llevan a identificar las palabras. En el apartado dedicado a exponer los antecedentes se mencionó que existen dos teorías al respecto. Según la primera, las palabras se identifican durante la lectura de manera automática, al reconocer su forma que, de alguna manera, activa la representación mental que le corresponde. De acuerdo con la segunda teoría, la lexicalidad depende de la posibilidad de atribuir significado a las formas que se leen. Los resultados de este experimento referentes a la lexicalidad apoyarán alguna de las dos hipótesis cuando en la interpretación se consideren también los resultados sobre los efectos de otras variables, inclusive la latencia. Como se ha mencionado reiteradamente, esta técnica de investigación proporciona mediciones muy finas en la dimensión temporal. Las latencias en que se manifiesten los efectos de la lexicalidad, la categoría gramatical, la morfología flexiva, etc., se integrarán en un esquema secuencial en el que los procesos relacionados con diferentes propiedades de los estímulos se suceden temporalmente. Dependiendo de la ubicación temporal de la lexicalidad, relativa a la de las otras variables, podrá inferirse la naturaleza de los procesos registrados. Si ocurre como un fenómeno tardío, en latencias correlacionadas con procesos semánticos, podrá suponerse que su naturaleza es semántica y que ocurre durante la asignación de significados a las formas. Si es el primer fenómeno registrado, o es sólo posterior a los que tienen

que ver con el efecto de formas o morfemas, apoyará la noción de que refleja un proceso automático en el que no interviene el significado. La localización topográfica de los efectos de la lexicalidad, interpretada en el marco anatomofisiológico, contribuirá también a definir la naturaleza del proceso.

Así, si bien el experimento no se concentra particularmente en contrastar hipótesis sobre los principios que guían la identificación de las palabras, el protocolo seguido permitirá interpretar los resultados en el contexto de esta discusión.

FORMA DE LAS PSEUDOPALABRAS

Las pseudopalabras utilizadas en este experimento poseen tres distintas terminaciones: -Vocal (vgr. 'cafa'); -Vocal + 's' (vgr. 'tanes'), que las hace parecer sustantivos en plural o verbos conjugados; -'ar', 'er', 'ir' (vgr. 'lirir'), que las asemeja a verbos en infinitivo. La hipótesis general es que habrá diferencias en las respuestas cerebrales que dependerán de las terminaciones. El efecto de la forma ya se ha descrito en experimentos conductuales, los cuales demuestran mayores tiempos de reacción a las pseudopalabras que contienen morfemas flexivos o derivativos. La temporalidad y la espacialidad de los efectos de la forma, registrados en este caso con la técnica de potenciales relacionados a eventos, permitirá probar hipótesis sobre los procesos cognoscitivos que se manifiestan conductualmente cuando se leen pseudopalabras y, a la vez, hipótesis sobre los procesos de reconocimiento de morfemas en las palabras.

Si las diferencias se manifiestan tardíamente, o de manera simultánea con los efectos de la morfología flexiva de las palabras, indicarán la existencia de un proceso cognoscitivo mediante el cual se intenta atribuir significado a las pseudopalabras a partir del análisis que reconoce morfemas que, o bien son flexivos, o bien marcan una clase de palabras. Si, por lo contrario, los efectos se manifiestan en latencias tempranas, cercanas a las de la lexicalidad, indicarán que el reconocimiento de morfemas ocurre de manera automática y constituye una de las primeras etapas en el procesamiento léxico. De manera indirecta, ambos resultados apoyarían la hipótesis de que las palabras se descomponen en morfemas en alguna etapa de su análisis.

En el caso de que no se demuestren efectos de la forma, habrá que ser muy cautos en la interpretación de los resultados --y lo mismo vale para todas las hipótesis comentadas en esta sección. En primer lugar, hay que considerar que la técnica no es infalible, y que el no demostrar diferencias provocadas por la forma de las pseudopalabras en las respuestas cerebrales no garantiza que éstas no existan. En esta clase de experimentos la evidencia contundente casi siempre es positiva. Sin embargo, otorgando credibilidad a los resultados, la ausencia de efectos de la forma podría ser un argumento que apoyara las teorías de que las palabras no se analizan en unidades menores.

FRECUENCIA

Los hechos citados en los antecedentes indican que la frecuencia de las palabras tiene efectos indiscutibles en los procesos léxicos. La evidencia proporcionada por la patología sugiere que debe manifestarse en los procesos automáticos y relacionarse con fenómenos de aprendizaje. Esta es la hipótesis más general que se demostrará en esta investigación si los efectos de la frecuencia se registran en latencias tempranas.

Las hipótesis particulares tienen que ver con la forma en que se espera que la frecuencia interactúe con otras variables lingüísticas. Aunque no hay razones para suponer que afecta de diferente manera el procesamiento de verbos y sustantivos, si cabe esperar que, como a ambas clases se les atribuye distinto sustrato neuroanatómico, los efectos de la frecuencia se registren en diferentes áreas cerebrales. Las hipótesis sobre su interacción con la morfología flexiva se expondrán más adelante.

Además de los efectos de la frecuencia sobre las primeras etapas de reconocimiento de las palabras, cuyos procesos se consideran automáticos, se podrá averiguar si incide en los procesos de categorización gramatical y análisis morfológico, en caso de que la existencia de estos últimos también se demuestre. En este sentido, cabe esperar que la frecuencia sea un factor que continúe registrándose en las mismas latencias y localizaciones cerebrales en que se detecten los efectos de tales variables.

CATEGORIA GRAMATICAL

La hipótesis general es que el cerebro reacciona de manera diferente ante la lectura de verbos y sustantivos. Las evidencias al respecto son abundantes y ya se han comentado. Hay, sin embargo, aspectos que aún se desconocen sobre los principios que guían la categorización y que serán investigados en este trabajo.

Los resultados del experimento anterior demuestran diferencias en la actividad eléctrica cerebral asociadas con la categoría gramatical que se manifiestan en latencias muy cortas, lo que favorece la hipótesis de que la categorización es automática y no depende del significado léxico de las palabras. Sin embargo, el paradigma experimental obliga a aceptar tales conclusiones con ciertas reservas. Como se recordará, la tarea que los voluntarios realizaron en aquel experimento consistió en decidir si dos estímulos que se presentaban en secuencia eran iguales o diferentes, de modo que para seleccionar la respuesta no se requería atender al significado ni, en principio, a proceso léxico alguno. Con excepción, por supuesto, de aquéllos que se desarrollan de manera automática. Ha sido, justamente, la evidencia de que las palabras al leerse activan automáticamente cierta forma de representación mental lo que ha permitido argumentar que los resultados son válidos y reflejan procesos lingüísticos. El único aspecto realmente problemático se refiere a la forma en que se elaboró el corpus, el cual sólo contenía verbos en infinitivo y sustantivos en singular. Esto hace que los resultados admitan diferentes explicaciones, las cuales ya se han discutido. Las

investigaciones realizadas por otros autores, citadas anteriormente, tampoco son concluyentes al explicar el porqué de la diferente actividad cerebral provocada por sustantivos y verbos.

El protocolo de este experimento se ha refinado, con respecto al primero, tanto en lo relativo a la tarea como en lo referente a la elaboración del corpus. El paradigma de decisión léxica obliga a los sujetos a identificar los estímulos como palabras de su lengua, lo que garantiza la participación de procesos cognoscitivos que se fundan en principios lingüísticos. La lista de palabras contiene, además de sustantivos en singular y verbos en infinitivo, que pueden distinguirse por su terminación, sustantivos en plural y verbos conjugados en tercera persona de singular y presente de indicativo, cuyas terminaciones son idénticas. Como antes se dijo, las palabras y las pseudopalabras tampoco son identificables por la forma de sus terminaciones.

La tarea asignada y la constitución del corpus permiten probar las siguientes hipótesis.

En primer lugar, los sujetos deben decidir si los estímulos son palabras del español y responder lo más rápidamente posible. No se les solicitó que clasificaran los ítems por su categoría gramatical ni por su significado. De esta manera, si hubiera diferencias en las respuestas cerebrales ante verbos y sustantivos, se demostraría la hipótesis de que la categorización es automática. --en el sentido de que no depende de la tarea asignada ni de una actividad orientada conscientemente a tal fin. La ubicación temporal de las diferencias indicará si este proceso automático se

desarrolla durante la identificación léxica de las palabras, durante los procesos de asignación de significado, o en ambos.

En relación con la frecuencia de las palabras, la hipótesis sobre una organización del léxico con bases gramaticales, semánticas y de frecuencia, predice que las diferencias más notables ocurrirán en las palabras frecuentes, ya que podría esperarse que en ellas los procesos se automaticen con mayor eficiencia.

Finalmente, las variables morfológicas permiten contrastar hipótesis sobre los principios que orientan la categorización gramatical. Si la distinción entre verbos y sustantivos se establece a partir de la forma del gramema, la diferencia en las respuestas cerebrales se registrará sólo cuando se comparen sustantivos en singular y verbos en infinitivo; en tal caso, la diferencia se atribuirá al reconocimiento de la terminación de estos últimos. Si, por lo contrario, la distinción se funda en la representación léxica, la diferencia entre unos y otros se demostrará en cualquier comparación⁷. Ahora bien, si la diferencia depende del significado que se asocia a las palabras a partir del análisis de sus morfemas, ésta se registrará en latencias simultáneas o posteriores a aquéllas en que aparezca el efecto de la morfología. Si en la categorización interviene el reconocimiento de morfemas que distinguen una clase, las diferencias más notables

⁷De acuerdo con Tanenhaus y Carlson (1992), es parte de la representación léxica la información lingüística que no es predecible a partir de reglas generales, como las fundadas en la forma.

ocurrirán cuando se comparen sustantivos en singular y verbos en infinitivo.

MORFOLOGIA FLEXIVA

De acuerdo con lo apuntado en los antecedentes, la hipótesis lexicalista sostiene que los procesos morfológicos pertenecen al nivel léxico del lenguaje. La técnica de potenciales relacionados a eventos constituye una herramienta idónea para estudiar los efectos que las variaciones morfológicas tienen en el procesamiento léxico y verificar hipótesis lingüísticas y psicolingüísticas concretas.

Las palabras utilizadas son: sustantivos en singular, verbos en infinitivo, sustantivos en plural y verbos conjugados. Las dos primeras clases constituyen formas de cita (Matthews, 1972), las dos últimas poseen flexión. La primera cuestión por resolver es si, en efecto, la evidencia neurofisiológica sostiene esta clasificación lingüística; es decir, si la relación entre sustantivos en singular y en plural, y la relación entre verbos en infinitivo y conjugados, son de la misma naturaleza. Esta hipótesis se demostrará sólo en el caso de que las respuestas cerebrales a las cuatro clases de estímulos puedan agruparse de acuerdo con las predicciones que la clasificación lingüística hace.

En forma paralela, hay otra hipótesis que se somete a prueba, según la cual las palabras con y sin flexión provocan diferentes respuestas cerebrales. De acuerdo con ella, las palabras se someten a un análisis morfológico; la hipótesis contraria establece que

todas las palabras están lexicalizadas y que en los procesos léxicos no interviene el reconocimiento de morfemas, por lo que no hay unidades de representación cognoscitiva inferiores a la palabra. Estas teorías ya se han comentado en el apartado correspondiente. Con este experimento se contrastan también hipótesis mixtas. Si los resultados sólo demuestran efectos de la flexión en los verbos, apoyarán la idea de que los sustantivos en plural están lexicalizados; y, aunque hay menos razones para esperarlo, el resultado contrario indicaría que sólo los verbos conjugados se lexicalizan. Además de su interacción con la categoría gramatical, puede suponerse que la intervención del análisis morfológico depende de la frecuencia de las palabras. Las hipótesis son que la flexión tiene efectos exclusivos sobre las palabras infrecuentes, o bien que en ellas su efecto es mayor que en las frecuentes.

La temporalidad relativa de los efectos de la morfología flexiva permitirá contrastar hipótesis sobre los procesos cognoscitivos de construcción de palabras como unidades de representación con base en los morfemas que las componen, o de descomposición de las mismas en morfemas durante su interpretación. Si los efectos de la morfología se manifiestan tardíamente, en relación con los de la categoría gramatical o la frecuencia, el resultado apoyará la hipótesis de que las palabras, una vez identificadas y categorizadas gramaticalmente, se interpretan reconociendo los morfemas que poseen. En cambio, si la morfología afecta las respuestas cerebrales antes de que lo haga la categoría

gramatical, podrá inferirse que la representación léxica se ha construido después de la identificación de los morfemas como unidades discretas. En el análisis de los resultados expondremos con mayor precisión estos argumentos.

Finalmente, además de las hipótesis sobre la morfología flexiva, las respuestas cerebrales ante verbos en infinitivo, frecuentes e infrecuentes, y las que provoquen las pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e 'ir', permitirán evaluar el papel y la temporalidad de los procesos cognoscitivos asociados con el reconocimiento de morfemas que marcan una clase.

LOCALIZACION CEREBRAL

DE LOS PROCESOS LEXICOS

Las hipótesis relativas a la temporalidad de los efectos de las variables en las respuestas cerebrales ya se han comentado. En este apartado se exponen las hipótesis sobre la localización cerebral de tales efectos. Estas son, hasta cierto punto, triviales, pues se fundan en evidencias casi incuestionables.

En primer lugar, se espera que la mayor parte de los efectos se registre en el hemisferio izquierdo, que es, en el caso de los diestros, el dominante para el lenguaje. Hay, sin embargo, evidencia de que el hemisferio derecho participa en algunos procesos lingüísticos y posee la capacidad de identificar sustantivos. Por lo anterior, puede proponerse que la categoría gramatical tendrá efectos en ambos hemisferios.

Intimamente ligada con la temporalidad, está la

especialización de las áreas anteriores y posteriores del cerebro para funciones motoras y sensoriales, respectivamente. En la dimensión cognoscitiva, las áreas anteriores participan en múltiples procesos, algunos de los cuales pueden caracterizarse, grosso modo, por su naturaleza activa; las posteriores, en cambio, pueden asociarse con procesos relacionados con la percepción y la representación. La hipótesis, de acuerdo con lo anterior, es que los efectos más tempranos se registrarán en las áreas posteriores del hemisferio izquierdo, sobre todo aquellos que tengan que ver con procesos automáticos. Los procesos controlados, o sea aquellos que pueden describirse en términos de estrategias cognoscitivas, tenderán a manifestarse en regiones más anteriores. Así, si la lexicalidad de las palabras es una propiedad que el cerebro reconoce automáticamente, los efectos se registrarán en latencias cortas y localizaciones posteriores. Si, por lo contrario, la lexicalidad depende de la posibilidad de asignar significado a las palabras, será un efecto tardío cuya localización topográfica probablemente estará en las áreas anteriores del cerebro.

En relación con la categoría gramatical, antes se ha anotado que a sustantivos y verbos se les atribuye distinto sustrato anatómico: la región frontal izquierda interviene en el procesamiento de verbos; la temporal izquierda, en el de sustantivos. Cabe esperar que los resultados puedan interpretarse en el contexto de este marco. Pero, además, debe considerarse que los procesos específicamente léxicos se desarrollan en la región parieto-témporo-occipital izquierda, y que a los procesos

gramaticales se les atribuye una localización frontal. De acuerdo con esto, la localización de los efectos de la categoría gramatical puede apoyar hipótesis sobre la naturaleza de la diferencia entre sustantivos y verbos: léxica o gramatical.

En síntesis, en relación con la hipótesis principal de este experimento sobre la existencia de distintos procesos cognoscitivos léxicos, se espera que éstos se demuestren en diferentes regiones cerebrales, cuya localización sea consistente con la evidencia proporcionada por otros tipos de investigaciones. Con respecto al objetivo general de caracterizar las respuestas cerebrales que se asocian con estímulos léxicos, la hipótesis es, por supuesto, que la actividad cerebral se modifica en la dimensión temporal y que habrá formas de actividad específicas asociadas con diferentes regiones cerebrales.

METODO

SUJETOS

En el experimento participaron como voluntarios doce estudiantes de licenciatura, clínicamente sanos, de sexo femenino, diestros, con visión normal o corregida. Ninguno de ellos había participado en experimentos de esta naturaleza, ni conocía los detalles metodológicos del estudio.

ESTIMULOS

Los criterios para elaborar el corpus que se empleó en el experimento dependen de las hipótesis y los objetivos ya mencionados. Este quedó constituido por cuatrocientos ocho estímulos: doscientos cuarenta palabras y ciento sesenta y ocho pseudopalabras (*i.e.* secuencias de grafemas que respetan las pautas fonológicas y silábicas del español, pero que carecen de significado, *vgr.* 'cafa').

Los criterios que se consideraron para seleccionar las palabras fueron los siguientes: frecuencia, longitud, categoría gramatical y morfología.

Para determinar la frecuencia se consultó la lista en orden descendente de las cinco mil palabras más frecuentes del español de México, la cual proviene de la investigación lexicográfica realizada para la elaboración del Diccionario del español de México (Lara *et al.*, 1979). Se catalogaron como frecuentes las que ocupan las primeras posiciones; como infrecuentes, las que no están en la lista.

En cuanto a la longitud, se incluyeron palabras de dos y de tres sílabas.

Las categorías gramaticales representadas en el corpus son dos: sustantivos y verbos.

Con respecto a la morfología, se consideró que la forma neutra es igual a la forma de cita (Matthews, 1972) por lo que se incluyeron, como formas no marcadas, sustantivos en singular terminados en vocal y verbos en infinitivo con terminación -ar, -er

e -ir. Como formas marcadas se seleccionaron: sustantivos en plural cuyo singular termine en vocal (con el objeto de que la diferencia entre singular y plural no pueda atribuirse al número de sílabas de las palabras) y verbos conjugados en segunda persona de singular del presente de indicativo, cuya terminación en vocal + 's' coincide con la de los sustantivos en plural, para que la diferencia entre sustantivos y verbos con morfología flexiva no pueda interpretarse como dependiente del reconocimiento de los morfemas flexivos.

De acuerdo con lo anterior, la lista de palabras se construyó con sesenta sustantivos en singular y sesenta en plural; sesenta verbos en infinitivo y sesenta verbos conjugados. La mitad de cada una de estas clases estuvo constituida por palabras frecuentes y la otra mitad por palabras infrecuentes. En cada caso, la mitad tuvo palabras de dos sílabas y la otra mitad, palabras de tres sílabas. Todas las palabras del corpus son graves, con excepción de los verbos en infinitivo, que son palabras agudas. Ninguna de ellas debía acentuarse gráficamente. En la lista no aparecen palabras que puedan percibirse a la vez como verbos y sustantivos (vgr. 'poder').

La lista de las pseudopalabras se elaboró tomando en consideración la longitud y la terminación. Se construyeron ochenta y cuatro pseudopalabras de dos sílabas y ochenta y cuatro de tres, que respetaran la estructura fonológica y silábica del español. Con respecto a la terminación, el corpus quedó constituido por tres grupos con igual número de ítems: terminación en vocal (similar a la de los sustantivos en singular, vgr. 'pisento'), terminación en

-s (similar a sustantivos en plural o bien verbos conjugados, vgr. 'tanes') y terminación en -ar, -er o -ir (como verbos en infinitivo, vgr. 'miser').

SUSTANTIVOS FRECUENTES

SINGULAR (2 SILABAS)	PLURAL (2 SILABAS)	SINGULAR (3 SILABAS)	PLURAL (3 SILABAS)
agua	años	cabeza	acuerdos
casa	casas	dinero	amores
ciudad	finés	ejemplo	cabezas
grupo	grupos	escuela	ciudades
hombre	hombres	familia	ejemplos
lado	lados	historia	escuelas
libro	libros	maestro	gobiernos
mano	manos	manera	lugares
mesa	mesas	momento	maneras
mujer	mundos	objeto	momentos
mundo	noches	persona	mujeres
noche	ojos	problema	problemas
ojo	tiempos	realidad	señoras
tiempo	veces	señora	señores
vida	vidas	sistema	sistemas

SUSTANTIVOS INFRECUENTES

SINGULAR (2 SILABAS)	PLURAL (2 SILABAS)	SINGULAR (3 SILABAS)	PLURAL (3 SILABAS)
bruma	cardos	absceso	abscesos
cardo	chascos	alforja	alforjas
chasco	corvas	bromuro	butacas
cima	dunas	butaca	calesas
corva	galgos	calesa	candelas
galgo	hordas	candela	chirridos
hule	hules	carisma	colgajos
loma	legos	chirrido	decanos
loto	lotos	colgajo	falsetes
mentor	lustros	coloide	hojaldras
morgue	morgues	decano	jaranas
naípe	naipes	elipsis	nodrizas
ninfa	ninfas	hojaldra	polainas
pampa	pampas	morfina	querellas
sayal	tramos	tinglado	tinglados

VERBOS FRECUENTES

INFINITIVO (2 SILABAS)	CONJUGADO (2 SILABAS)	INFINITIVO (3 SILABAS)	CONJUGADO (3 SILABAS)
decir	dejas	conocer	conoces
dejar	dices	empezar	empiezas
estar	hablas	encontrar	encuentras
haber	haces	esperar	esperas
hablar	llegas	estudiar	estudias
hacer	llevas	existir	existes
llegar	miras	obtener	obtienes
llevar	pones	permitir	pareces
mirar	quedas	presentar	permities
pasar	quieres	producir	presentas
querer	sabes	realizar	produces
salir	tienes	recibir	realizas
tener	tomas	señalar	recibes
venir	vienes	terminar	terminas
vivir	vives	trabajar	trabajas

VERBOS INFRECUENTES

INFINITIVO (2 SILABAS)	CONJUGADO (2 SILABAS)	INFINITIVO (3 SILABAS)	CONJUGADO (3 SILABAS)
balar	cloras	abarcas	atisbas
chasquear	cromas	abatir	cabalgas
chulear	cuajas	atisbar	chuleas
clorar	dotas	cabalgar	coadyuvas
cromar	finjes	cabriolar	depilas
fincar	fisgas	calumniar	devanas
fluir	fluyes	coadyuvar	dimites
glosar	linchas	decaer	elides
jadear	manas	depilar	embalas
linchar	mermas	depredar	empotras
mermar	mofas	devanar	feneces
mofar	optas	fenecer	fulminas
optar	privas	fulminar	jadeas
plagiar	rasgas	obturar	maceras
verdear	sueles	trascender	mancillas

NO-PALABRAS

NOMBRES SINGULAR (2 SILABAS)	NOMBRES PLURAL (2 SILABAS)	NOMBRES SINGULAR (3 SILABAS)	NOMBRES PLURAL (3 SILABAS)	VERBOS (2 SILABAS)	VERBOS (3 SILABAS)
cando	candos	ablido	almiras	beler	abermar
cato	catos	abreso	banestas	cader	abinear
chasfo	chisfos	almonja	bugaros	chatir	cumitar
daya	dayas	brofiro	busacas	chumear	denanar
ducra	dermas	cabinla	cafeos	crimir	dinitir
fesi	drumas	canrelo	catesas	dijir	eladir
fespe	esmis	cerasta	chinsillas	fatar	enfimar
ganco	fesis	corfada	chitidos	finir	mapiofar
garto	fespes	cotuma	colmajes	fisdar	mirigir
girde	galnos	defanos	colsides	lemar	nigirir
grepo	gancos	densina	derbiosas	lirir	obnurar
lirra	girdes	esfrafo	elinsis	mibar	proneder
ludi	grepos	esgora	esleros	mider	remudir
lumo	lirras	guarana	fatreles	misir	remudir
meldo	ludis	jamana	hojandros	necer	seglecer
mesi	lunros	marroca	lesargos	neler	selifir
mogue	meldos	medefa	loprenas	prempir	senecer
nala	mesis	menindre	mojiras	purir	setaner
nomp	moigues	merena	molfinas	racar	soladir
paspo	nalas	miderva	natupes	reser	tabaner
pirta	nirfas	osiva	nobrizas	roner	tagachar
ploca	nompos	pafrana	perujes	seber	tefeler
pruma	paspas	pisento	pobeines	simar	tercatar
refa	plocas	prelura	preteas	sisir	tobear
sula	refas	quemella	renudos	terer	traspindir
tiefa	tiefas	sabitre	videros	vamar	vempear
trafa	trafas	usina	viresas	vidir	venegar
vinga	vinges	vijira	zunelas	vimer	viligir

PROCEDIMIENTO

Antes de comenzar, se explicó a cada sujeto las condiciones generales del experimento y se les instruyó sobre la tarea que debían realizar. Posteriormente, se hizo un ensayo para verificar que las instrucciones fueron comprendidas.

Los sujetos permanecieron en penumbra, cómodamente sentados en el interior de un cuarto sonoamortiguado y aislado eléctricamente. El contacto con ellos se estableció a través de un interfono y un circuito cerrado de televisión.

Los estímulos se les presentaron en un monitor controlado por

una microcomputadora, colocado a una distancia no mayor de ochenta centímetros. Aparecieron escritos con letras minúsculas blancas sobre fondo negro. Las dimensiones de las letras y la distancia a la que se colocó el monitor permitieron que los estímulos aparecieran en ángulos visuales, horizontal y vertical, inferiores a los tres grados.

La tarea consistió en decidir si los estímulos eran o no palabras del español (decisión léxica). Obedeciendo las instrucciones, lo hicieron oprimiendo lo más rápidamente posible una tecla. La mitad de los sujetos respondió con el dedo medio a las palabras y con el índice a las pseudopalabras; la otra mitad lo hizo con la opción inversa. Todos emplearon los dedos de la mano derecha.

El experimento comenzó con la pantalla vacía. La aparición del signo '+++' en el centro de la pantalla fue la señal para fijar la atención. Después de un lapso aleatorio entre ochocientos y mil milisegundos, el signo '+++' fue reemplazado por el estímulo, el cual permaneció en la pantalla hasta que el sujeto decidió, oprimiendo la tecla correspondiente, si era o no una palabra. Entonces apareció nuevamente el signo '+++' y se repitió el proceso. El intervalo entre los estímulos osciló entre quinientos y ochocientos milisegundos. Los estímulos se presentaron aleatoriamente con la misma secuencia para todos los sujetos. Las sesiones con cada sujeto duraron aproximadamente quince minutos.

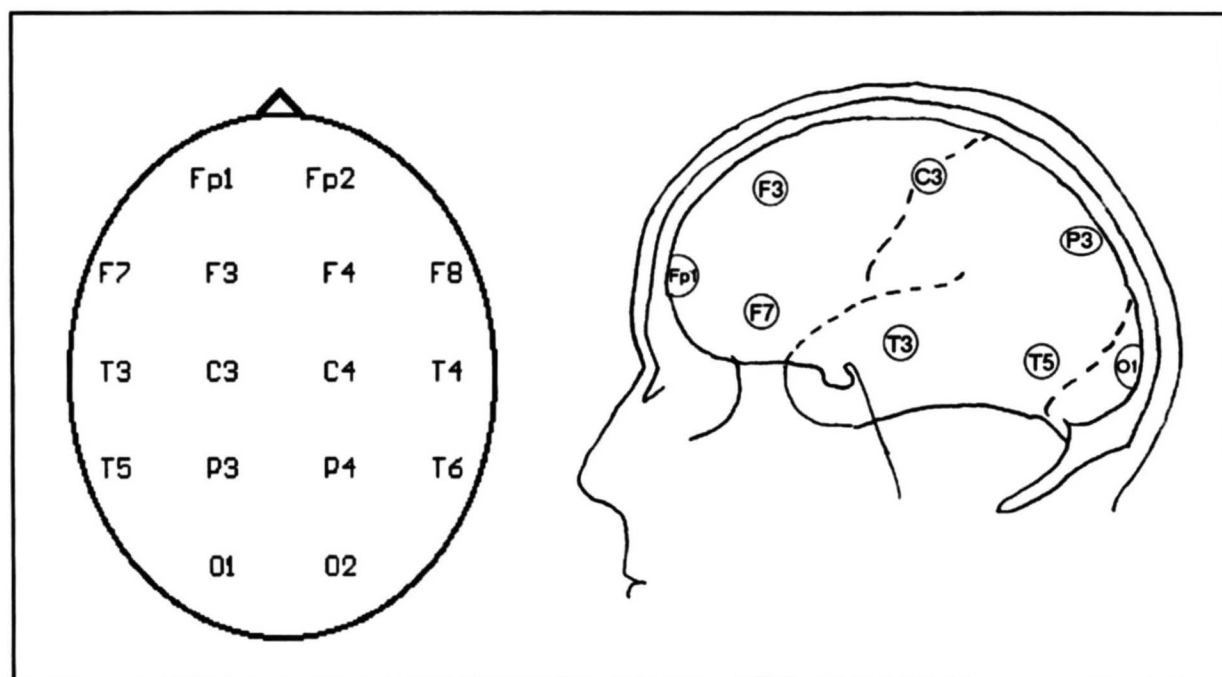


Figura 1. Localización de los electrodos de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20.

REGISTRO ELECTROENCEFALOGRAFICO

La actividad electroencefalográfica (EEG) se obtuvo de 16 localizaciones (Fp1, F3, C3, P3, O1, F7, T3, T5, Fp2, F4, C4, P4, O2, F8, T4, T6), definidas de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958). La ubicación de los lugares de registro en el cráneo puede consultarse en la figura 1. El registro fue monopolar con referencia a ambas mastoides en corto-circuito. Se utilizaron electrodos Grass de oro, fijados a la piel con gasa y colodión. La señal se amplificó con un polígrafo Grass, estableciendo un filtro pasa-bandas de 3 a 30 Hz.

ADQUISICION DE LA SEÑAL

ELECTROENCEFALOGRAFICA (EEG)

Para la realización del experimento se utilizaron dos computadoras personales intercomunicadas. Una de ellas (Computadora A) es la que, en el interior de la cámara sonoamortiguada, mostró los estímulos; la otra (Computadora B) que se mantuvo, además, conectada a los amplificadores del polígrafo, se utilizó para adquirir y almacenar la señal EEG digitalizada.

Las funciones realizadas por cada computadora fueron las siguientes:

COMPUTADORA A

1. Mostrar los estímulos del ensayo con el mismo protocolo que posteriormente se siguió durante el experimento (Programa #1).

2. Desarrollo del proceso de estimulación durante el experimento (Programa #2).

a) Iniciar con la pantalla vacía y esperar que el sujeto oprimiera una tecla para comenzar la sesión experimental.

b) Repetir el siguiente ciclo 408 veces:

b1) Colocar el signo '+++' en el centro de la pantalla durante un lapso aleatorio entre ochocientos y mil milisegundos.

b2) Reemplazar el signo '+++' por el estímulo experimental (palabra o pseudopalabra) y mantenerlo en la pantalla hasta que el sujeto respondió, oprimiendo la tecla correspondiente para indicar si se trató de una palabra o de una pseudopalabra.

b3) Doscientos milisegundos antes de presentar el estímulo,

cuando aún estaba en pantalla el signo '+++', la computadora envió un pulso TTL de cinco voltios que debió ser detectado por la Computadora B.

b4) Calcular el tiempo de reacción del sujeto ante el estímulo; es decir, el tiempo que tardó en oprimir la tecla correspondiente, medido a partir del momento en que la palabra o pseudopalabra apareció en la pantalla.

b5) Calificar la respuesta como acertada o equivocada y almacenar este dato en la memoria.

b6) Inmediatamente después de que el sujeto respondió, reemplazar el estímulo por el signo '+++' para repetir el ciclo.

c) Al concluir la sesión experimental con cada sujeto, la computadora almacenó en un archivo el tiempo de reacción para cada uno de los estímulos y la información sobre si la respuesta fue acertada o equivocada.

COMPUTADORA B

Esta computadora estuvo conectada con la salida de dieciséis amplificadores del polígrafo, los cuales enviaron la señal EEG a un convertidor analógico-digital integrado a la computadora y controlado por ella.

En esta computadora se ejecutó el programa ON-LINE:

1. Durante el ensayo, en el monitor de esta computadora se observó la señal electroencefalográfica (EEG) con el fin de verificar la comunicación entre las computadoras y el polígrafo, y comprobar que la señal registrada por los dieciséis electrodos

estuviera 'limpia de ruido' y libre de interferencias.

2. Durante el experimento, la función de esta computadora consistió en adquirir y almacenar la señal EEG asociada con el procesamiento de cada estímulo.

a) La señal para comenzar la adquisición del EEG fue el pulso TTL enviado por la Computadora A doscientos milisegundos antes de presentar el estímulo. A partir de este momento se adquirió con una tasa de 16,384 conversiones por segundo, que equivale a una muestra cada 61.035 millonésimas de segundo. Se formaron barridos de doscientos cincuenta y seis puntos para cada canal durante un segundo de adquisición; de tal modo que la tasa real de muestreo para cada canal es de un punto cada 3.908 milisegundos.

b) Al concluir la sesión experimental con cada sujeto, la computadora almacenó en 408 archivos la señal EEG digitalizada asociada con cada estímulo.

3. Al finalizar el experimento, se adquirieron, también con el programa ON-LINE, 10 pulsos de 50 microvoltios generados por el polígrafo en cada uno de los 16 canales, los cuales se digitalizaron y almacenaron en sendos archivos. Posteriormente, esta información se utilizó para convertir el registro EEG de cada sujeto a una escala de microvoltios.

De esta manera, al concluir el experimento con cada sujeto, la información se almacenó en:

1. 10 archivos con pulsos de calibración de 50 microvoltios en cada uno de los 16 canales.

2. 408 archivos con la señal EEG, digitalizada, asociada con cada estímulo. Cada archivo contiene 1 segundo de señal EEG en cada uno de los 16 canales. El tiempo de registro comprende los 200 milisegundos previos a la aparición del estímulo y los 800 posteriores: 256 puntos para cada ubicación de los electrodos.

3. Un archivo con los tiempos de reacción a cada uno de los 408 estímulos, y con la calificación de las respuestas como acertadas o equivocadas.

OBTENCION DE LOS POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS (PREs) ASOCIADOS CON CADA CLASE DE ESTIMULOS

De acuerdo con las hipótesis de esta investigación y con los consecuentes criterios seguidos para la elaboración del corpus, los estímulos utilizados en este experimento se agrupan en las clases que se presentan en el Cuadro 2.

El procedimiento para obtener los PREs asociados con cada clase fue el siguiente.

El primer paso consistió en detectar los registros EEG contaminados por artefactos. Para tal fin, con el Programa #3 se graficaron las 16 derivaciones de cada uno de los 408 registros a partir de los datos generados por el programa ON-LINE, se examinaron visualmente, y aquéllos que mostraron artefactos o ruido fueron marcados para su exclusión. Después de mostrar los registros EEG asociados con todos los estímulos, el programa generó un archivo con la información sobre aquéllos que no debían incluirse

en el promedio. Este procedimiento se realizó con los datos de cada sujeto.

Cuadro 2. Clases y subclases de estímulos empleados en el experimento.

CLASES DE ESTIMULOS
PALABRAS PALABRAS FRECUENTES PALABRAS INFRECIENTES SUSTANTIVOS VERBOS PALABRAS SIN MORFOLOGIA FLEXIVA (SUST. SING / VERB. INF) PALABRAS CON MORFOLOGIA FLEXIVA (SUST. PLUR / VERB. CONJ) PALABRAS FRECUENTES SIN MORFOLOGIA FLEXIVA PALABRAS FRECUENTES CON MORFOLOGIA FLEXIVA PALABRAS INFRECIENTES SIN MORFOLOGIA FLEXIVA PALABRAS INFRECIENTES CON MORFOLOGIA FLEXIVA SUSTANTIVOS FRECUENTES SUSTANTIVOS INFRECIENTES VERBOS FRECUENTES VERBOS INFRECIENTES SUSTANTIVOS EN SINGULAR SUSTANTIVOS EN PLURAL VERBOS EN INFINITIVO VERBOS CONJUGADOS SUSTANTIVOS FRECUENTES EN SINGULAR SUSTANTIVOS FRECUENTES EN PLURAL SUSTANTIVOS INFRECIENTES EN SINGULAR SUSTANTIVOS INFRECIENTES EN PLURAL VERBOS FRECUENTES EN INFINITIVO VERBOS FRECUENTES CONJUGADOS VERBOS INFRECIENTE EN INFINITIVO VERBOS INFRECIENTES CONJUGADOS PSEUDOPALABRAS PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN VOCAL PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN VOCAL + 'S' PSEUDOPALABRAS TERMINADAS EN 'AR', 'ER' E 'IR'

El Programa #4 analizó el archivo que el Programa #2 generó para cada sujeto, el cual contiene el tiempo de reacción a los estímulos y la calificación de las respuestas. Con estos datos, el

programa produjo, a su vez, 2 archivos. Uno de ellos proporciona el tiempo de reacción y el número de aciertos para cada clase de estímulos. El segundo archivo indica cuáles registros deben excluirse porque las respuestas conductuales a ellos fueron equivocadas⁸, o porque se presentaron en tiempos inferiores a los 200 milisegundos (lo que indica una anticipación) o superiores a los 2 segundos (lo que indica una distracción).

El Programa #5 utilizó los archivos que contienen los pulsos de calibración, y los archivos generados por los Programas #3 y #4, que señalan los registros que no deben incluirse en el promedio. Con estos datos, y con los contenidos en los 408 archivos generados por el programa ON-LINE, que contienen digitalizadas las respuestas EEG a cada estímulo, el programa calculó los promedios de todas las clases de estímulos y los convirtió a una escala de microvoltios. El output de este programa para cada sujeto consistió en 31 archivos, cada uno de los cuales contiene digitalizados los PREs asociados con las diferentes clases de estímulos, sin incluir aquéllos que, por las razones mencionadas, debían eliminarse.

Con lo anterior, se obtuvieron los PREs de cada sujeto asociados con las 31 clases de estímulos. El siguiente paso consistió en promediar las respuestas de los 12 sujetos en cada clase. Con esta finalidad, el Programa #6 leyó los 372 archivos generados por el Programa #5 y proporcionó, a su vez, 31 archivos,

⁸Si alguna palabra no fuera identificada como tal porque el sujeto no la conoce, ésta actuaría como una no-palabra. Es por eso que la actividad cerebral asociada con respuestas equivocadas se excluye del análisis.

cada uno de los cuales contiene el promedio de los 12 sujetos para las clases de estímulos anotadas en el Cuadro 2.

En síntesis, el procedimiento anterior arrojó como resultados los PREs asociados con cada clase de estímulos para cada uno de los 12 sujetos que participaron en el experimento. También los PREs de cada clase obtenidos con el promedio de todos los sujetos. Esta información se almacenó en archivos que contienen digitalizada la actividad eléctrica cerebral de las 16 derivaciones durante 1 segundo de registro. Una vez alcanzada esta etapa, el paso siguiente consistió en convertir esta información en una representación gráfica que permitiera analizar visualmente los potenciales para establecer comparaciones entre los obtenidos en diferentes derivaciones y en diferentes clases de estímulos, y para apreciar objetivamente los cambios que suceden en la dimensión temporal.

El Programa #7 se diseñó para cumplir el objetivo anterior. Con él se elaboraron todas las gráficas de los potenciales que más adelante se presentan y se obtuvieron los datos, individuales y globales, relacionados con la amplitud y la latencia de los componentes de los PREs en todas las derivaciones y todas las clases y subclases de estímulos. Para proporcionar los datos relacionados con la amplitud y la polaridad de los componentes, es decir, establecer la amplitud en microvoltios con la indicación de si se trata de una onda positiva o negativa, el programa estableció la línea de base (isoeléctrica) para cada canal a partir del promedio de las amplitudes registradas durante los 200 milisegundos

previos a la presentación de los estímulos.

MAPEO ELECTRICO CEREBRAL

La extrapolación topográfica de la actividad eléctrica cerebral se realizó con el programa R-BEAM. Con los archivos proporcionados por los Programas #5 y #6, que contienen digitalizada la actividad eléctrica registrada en las 16 derivaciones, convertida a una escala de microvoltios y con la polaridad establecida con el método antes mencionado, el programa realiza los cálculos necesarios para mostrar en un plano bidimensional, con una escala de colores, la actividad eléctrica que se presenta en las áreas cerebrales localizadas entre los puntos de registro. Con esta representación en forma de mapeo eléctrico cerebral es posible apreciar fenómenos que muy difícilmente podrían notarse en la graficación de los potenciales. Los mapeos eléctricos que más adelante se presentan y se comentan fueron elaborados con este programa.

ANALISIS DE LOS PREs

Los potenciales obtenidos con los métodos antes expuestos tuvieron una morfología particular que varía en las dimensiones espacial y temporal; es decir, la actividad eléctrica es diferente en cada una de las 16 derivaciones y cambia a lo largo de los 800 milisegundos registrados a partir del momento de la presentación del estímulo. En el apartado donde se exponen los resultados comentaré en forma detallada estas variaciones. Por el momento, sólo establezco que la morfología de los potenciales permitió distinguir cuatro

componentes u ondas, cuyas latencias, medidas a partir del momento en que se presentó el estímulo, son las siguientes:

1er. Componente: 70-100 milisegundos.

2do. Componente: 100-200 milisegundos.

3er. Componente: 200-250 milisegundos.

4to. Componente: 250-300 milisegundos.

Para probar los efectos de los factores investigados en este experimento, inclusive el relativo a la dimensión temporal, se analizaron las respuestas que los diferentes tipos de estímulos provocan en cada una de las cuatro ventanas de latencia que se acaban de mencionar.

El Programa #8 leyó los 372 archivos generados por el Programa #5, los cuales contienen digitalizados los PREs asociados con cada una de las 31 clases de estímulos en los 12 sujetos que participaron en el experimento. Con los datos allí contenidos, el Programa #8 calculó el promedio de la amplitud en microvoltios en cada una de las cuatro ventanas, para cada una de las clases de estímulos y para cada sujeto. El programa almacenó esta información en 124 archivos (31 clases de estímulos X 4 ventanas de latencia), cada uno de los cuales contiene la información relativa a los 12 sujetos. También generó los archivos con que se alimentó el programa R-BEAM para elaborar los mapas eléctricos cerebrales que grafican ventanas de latencia.

PROCEDIMIENTOS ESTADISTICOS

Las hipótesis de este experimento se probaron estadísticamente con diseños de 2, 3 y cuatro factores. El modelo empleado fue el del análisis de la varianza de medidas repetidas. El Programa #9 leyó los archivos generados por el Programa #8 y realizó los cálculos matemáticos correspondientes. Proporcionó también, a partir de los datos individuales, los promedios de amplitud y las medidas de dispersión de cada clase de estímulos, en cada ventana y cada derivación, con los cuales se elaboraron las tablas que se presentan en los resultados.

También con un modelo de análisis de la varianza de medidas repetidas, con el Programa #10 se analizaron los efectos simples de las interacciones estadísticas significativas.

SOFTWARE

Los programas ON-LINE y R-BEAM fueron elaborados por Rodrigo Fernández Mas, investigador del Instituto Mexicano de Psiquiatría. Los Programas #1 a #10, así como algunos otros utilizados para analizar los potenciales, y para dar formatos específicos a los datos contenidos en los archivos y hacerlos compatibles con los diferentes programas, los escribí yo mismo en Turbo Pascal 5.0.

RESULTADOS

La investigación desarrollada con este experimento es compleja en su diseño y en su metodología. Sus resultados y la forma de

analizarlos también lo son. En este capítulo me concentraré en presentar los resultados empíricos y dejaré para más adelante toda interpretación que vaya más allá de lo relacionado con la demostración de las hipótesis concretas que han guiado el diseño de la metodología.

La organización de esta sección es como sigue. En el primer apartado se analiza la manera en que las respuestas se registran en diferentes regiones cerebrales y se modifican en las escalas de tiempo, polaridad y voltaje. En el segundo apartado se presentan los potenciales asociados con las diferentes clases y subclases de estímulos, y se establecen las comparaciones pertinentes; se proporcionan también los valores de amplitud y polaridad de los potenciales en todas las derivaciones, ventanas y clases de estímulos. En el tercer apartado se comentan los resultados significativos de los análisis estadísticos con que se someten a prueba las hipótesis de este experimento. En el cuarto apartado se muestran los resultados que se obtienen con la extrapolación topográfica de los potenciales en forma de mapeo eléctrico cerebral; esta sección también se restringe a los resultados significativos.

En general, los principios que se han seguido para la exposición de los resultados apuntan a presentar toda la evidencia que permite confirmar o refutar las hipótesis planteadas. Las observaciones que sobre ellos se hacen tienen que ver con el cumplimiento de los objetivos propuestos y con su integración en el contexto neurofisiológico proporcionado en los antecedentes. Como

antes dije, su interpretación en el marco de un esquema de procesamiento léxico se hará posteriormente.

1. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL

En este apartado haré algunas observaciones generales sobre la manera en que la forma de los potenciales varía en relación con dos dimensiones: localización cerebral y tiempo. Las diferencias en los potenciales que dependen del tipo de estímulo serán analizadas en los apartados subsecuentes, pero podemos anticipar que éstas consistieron en variaciones en la amplitud y no en la forma ni en la polaridad⁹.

Los comentarios siguientes se hacen con referencia a los potenciales registrados ante las palabras, pero, según lo dicho anteriormente, pueden generalizarse a los obtenidos con todas las clases de estímulos de este experimento.

Los potenciales obtenidos ante las palabras se muestran en la Figura 2. La localización topográfica de las dieciséis derivaciones puede consultarse en la Figura 1.

De acuerdo con lo anotado en el capítulo donde se expuso el método, el registro se inició 200 ms antes de la presentación del estímulo. El punto cero en la escala temporal, localizada en la

⁹Como se recordará, en el primer experimento sí hubo cambios en la forma de los potenciales atribuibles al tipo de estímulo: hacia los 250 ms se registró una onda positiva ante los estímulos iguales, y una onda negativa ante los estímulos diferentes. El único caso en que en este experimento se obtuvo un resultado similar ocurrió entre los 70 y los 100 ms y se registró en P3, donde las palabras provocaron una onda negativa y las pseudopalabras una positiva.

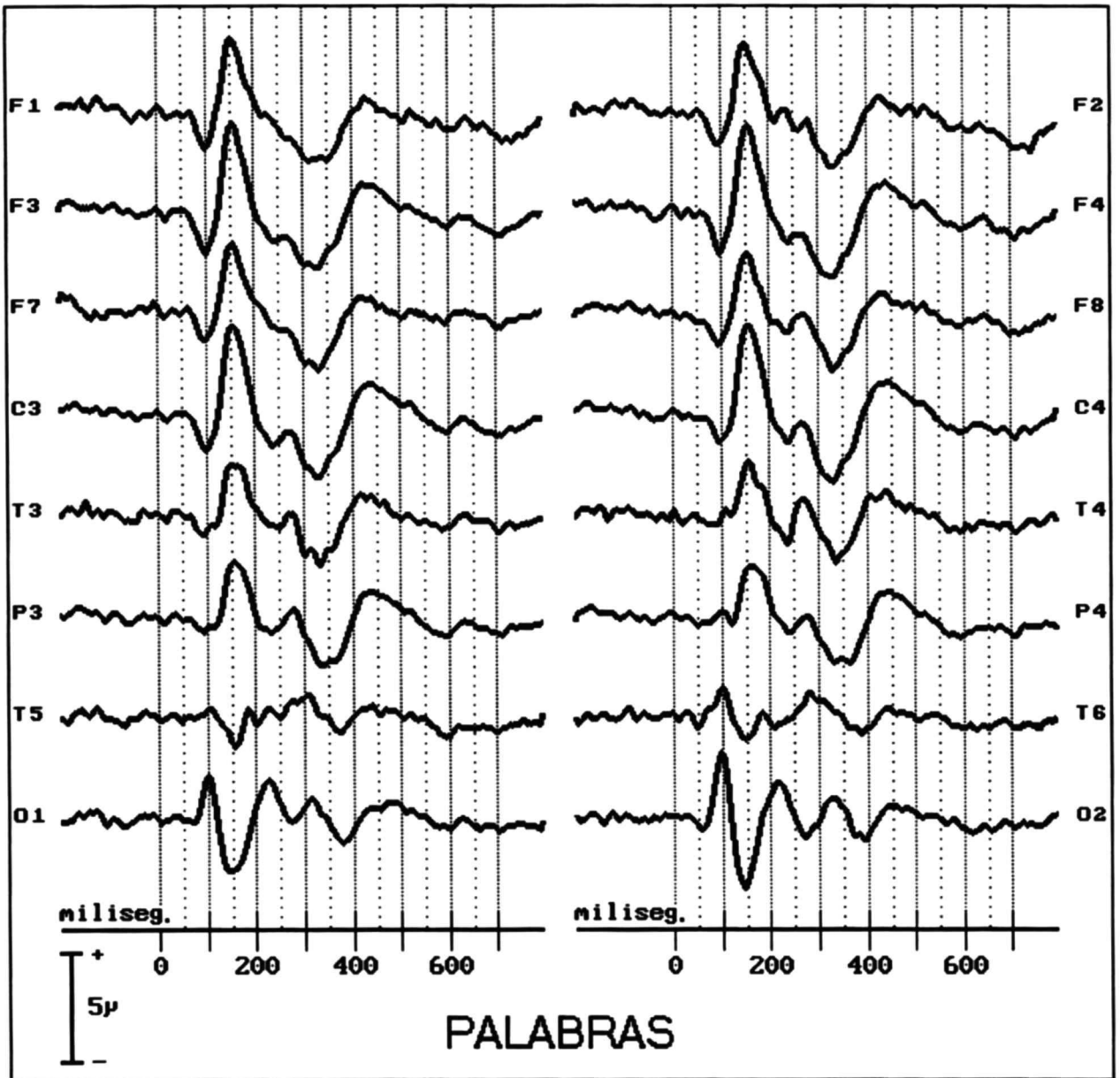


Figura 2. Potenciales relacionados a eventos obtenidos del promedio de las respuestas cerebrales de doce sujetos ante palabras del español.

parte inferior de la gráfica, indica el momento en que el estímulo apareció en la pantalla. Se aprecia que la primera respuesta acontece hacia los 70 ms, cuando se inicia una deflexión cuya polaridad depende de la localización: en las derivaciones anteriores (F1, F2, F3, F4, F7, F8, C3, C4) la onda se dirige hacia abajo (polaridad negativa), en las posteriores (T5, T6, O1, O2) la onda es positiva. La máxima amplitud de este componente se alcanza a los 100 ms, punto en el que se observa con claridad, además de la inversión de polaridad mencionada, mayor amplitud en la derivación occipital derecha (O2) que en la izquierda (O1). De esta manera, los cambios en los potenciales dependen de la localización de los electrodos: hay diferencias entre áreas anteriores y posteriores, y entre localizaciones derechas e izquierdas.

Además de esta variación topográfica, los potenciales modifican su amplitud y su polaridad en una escala temporal. Si se atiende a la forma del potencial en O1, se puede distinguir los siguientes componentes:

- a) Una onda positiva entre los 70 y los 120 ms.
- b) Una onda negativa entre los 120 y los 200 ms.
- c) Una segunda onda positiva entre los 200 y los 250 ms.
- d) Una segunda onda negativa, de muy escasa amplitud, entre los 250 y los 300 ms.

Si se observa la forma del potencial en P3, se distinguen los mismos componentes, pero en inversión de fase. En esta derivación, así como en todas las derivaciones anteriores, se aprecia otro

componente:

e) Una onda negativa entre los 300 y los 400 ms.

En la figura 3 se presenta la extrapolación topográfica de los potenciales en una secuencia temporal que va desde los 16 hasta los 121 ms posteriores a la presentación del estímulo y que incluye el primer componente positivo definido en O1. En esta forma de representación, la polaridad y la amplitud se han convertido a una escala de color, en la cual las ondas positivas de mayor amplitud son rojas (o blancas, en la impresión con tonos de grises), las de mayor amplitud negativa, azules (u oscuras). De manera convencional, la representación gráfica corresponde con una vista desde arriba del cráneo, donde la parte superior de cada mapeo reproduce la actividad eléctrica de las áreas anteriores del cráneo; la parte inferior, las posteriores; los lados izquierdo y derecho del mapa están en correspondencia con los hemisferios izquierdo y derecho, respectivamente.

En cada mapa se representa con estas convenciones de color y topografía el patrón de actividad eléctrica cerebral en diferentes latencias medidas a partir del momento en que se presentó el estímulo. Con esta técnica de representación, cuyas especificaciones se desarrollaron en el capítulo relativo al método, es posible apreciar de una manera más obvia lo que ya hemos comentado en relación con la polaridad de las ondas de los potenciales y sus variaciones topográficas y temporales, pero también se hacen evidentes ciertos fenómenos cuya existencia muy difícilmente se apreciaría con la sola graficación de los

PALABRAS 16-121 ms

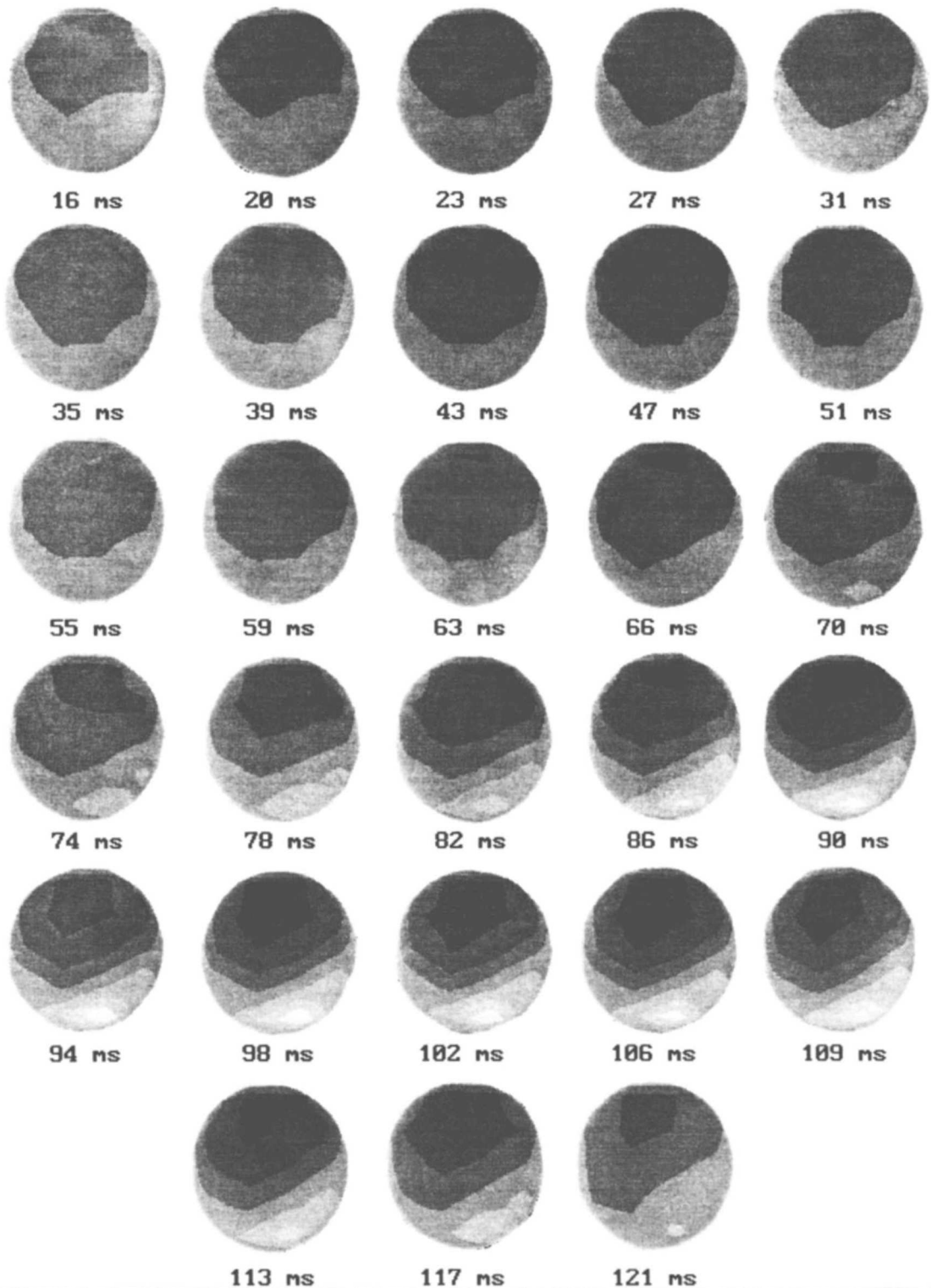


Figura 3. Actividad eléctrica cerebral provocada por palabras de los 16 a los 121 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo visual.

potenciales.

En la figura 3 observamos que hasta los 70 ms no hay actividad eléctrica cerebral relacionada con el estímulo; lo que se registra es una actividad isoeléctrica (ni positiva ni negativa) con cierta tendencia a la polaridad negativa en las áreas frontales y que probablemente se relaciona con un proceso de atención. Las respuestas cerebrales comienzan a registrarse a los 74 ms, cuando el área occipital derecha manifiesta una actividad eléctrica positiva y las áreas anteriores tienden hacia la actividad negativa. Estas tendencias se mantienen hasta los 102 ms, punto en el que se alcanza la máxima amplitud en O1 y la inversión de polaridad entre las áreas anteriores y posteriores que antes mencionamos. En esta latencia también es clara la mayor amplitud positiva de las áreas posteriores derechas, y la mayor amplitud de la actividad negativa en las áreas anteriores y medias del hemisferio izquierdo. Entre los 106 y los 121 ms se registra la resolución del componente positivo en O1 en la primera fase de su transición hacia una polaridad negativa. En esta última latencia, la actividad en O1 carece de polaridad y sólo persiste la actividad eléctrica negativa en las áreas anteriores del hemisferio izquierdo.

En la figura 4 se muestra la extrapolación topográfica de los potenciales en la latencia 125-199 ms, la cual corresponde con la onda negativa definida en O1 y, en general, con la onda positiva de las áreas anteriores del cráneo. La máxima amplitud se registra a los 156 ms. La evolución de la onda negativa en las áreas

PALABRAS 125-199 ms

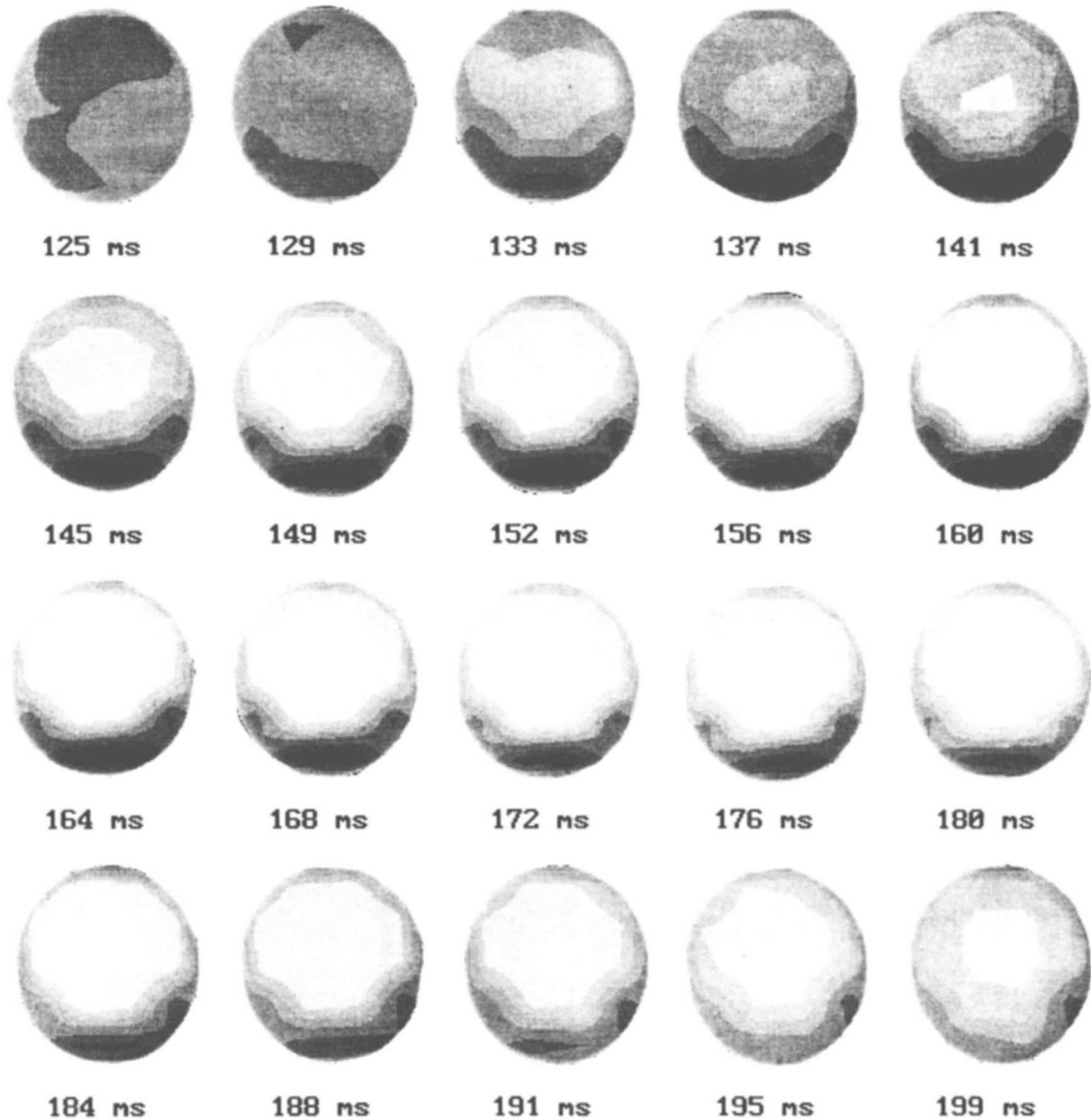


Figura 4. Actividad eléctrica cerebral provocada por palabras de los 125 a los 199 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo visual.

posteriores se desarrolla sin asimetría derecha-izquierda. En las áreas anteriores, en cambio, se aprecia que la difusión de la positividad parece iniciarse en el vértex (áreas centrales del cráneo) a los 137 ms, localización donde también se registra la mayor amplitud a los 160 ms.

En la figura 5 aparecen los mapas de la actividad eléctrica que se presenta entre los 203 y los 250 ms, la cual corresponde a la evolución del segundo componente positivo registrado en O1. Durante este lapso, que comienza con actividad eléctrica de escasa amplitud, ocurre la transición hacia una nueva inversión de polaridad entre áreas anteriores y posteriores: las primeras hacia la negatividad, que se inicia y es de mayor amplitud en el área frontal izquierda; las segundas, hacia la positividad.

Los mapas de la figura 6 representan el patrón de actividad eléctrica registrada entre los 254 y los 305 ms, el cual se caracteriza por la difusión de la actividad de polaridad negativa en todas las áreas anteriores y medias del cráneo.

En la figura 7 se muestran los mapas obtenidos de la extrapolación topográfica de la actividad registrada entre los 309 y los 403 ms, la cual corresponde con la onda negativa que en este lapso aparece en la mayor parte de las localizaciones cerebrales. Se observa que, en efecto, esta actividad negativa se generaliza en todas las áreas del cráneo, aunque siempre es de menor amplitud en las derivaciones occipitales. Es interesante observar que a los 403 ms se está en una etapa tardía del procesamiento cognoscitivo. Aunque las primeras respuestas conductuales se registraron 150 ms

PALABRAS 203-250 ms

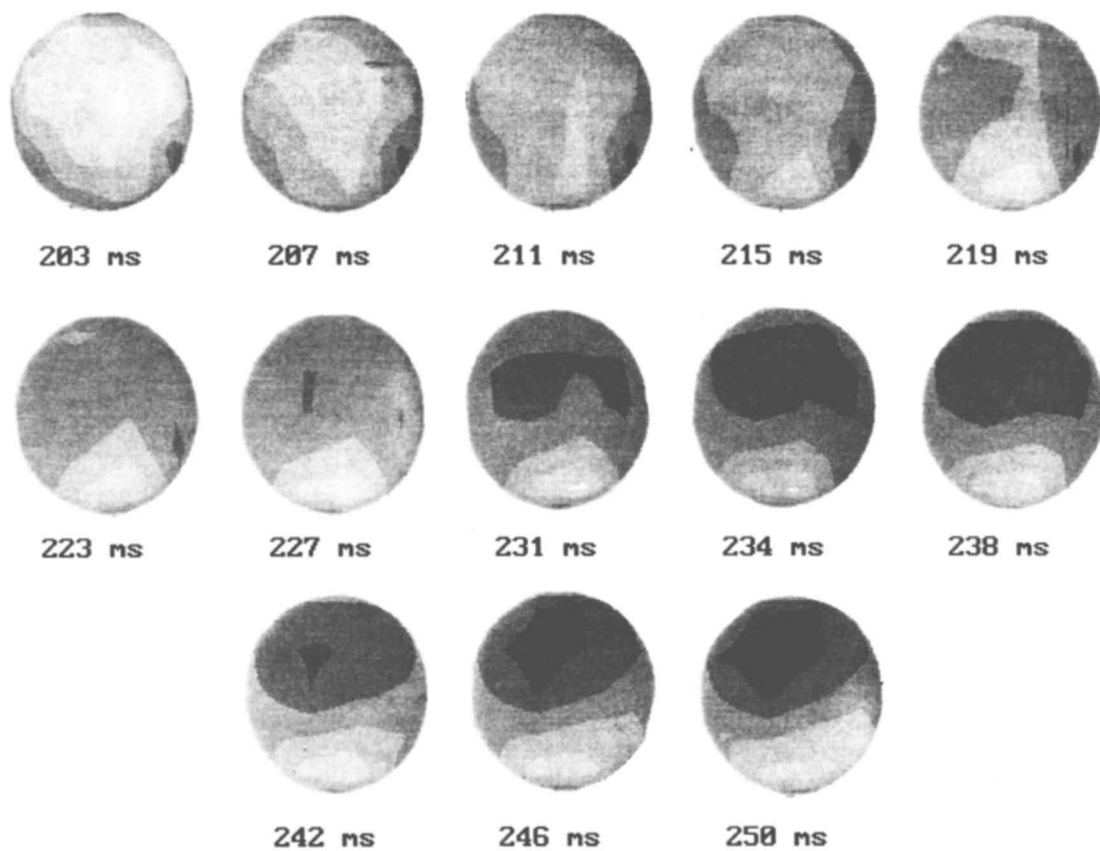


Figura 5. Actividad eléctrica cerebral provocada por palabras entre los 203 y los 250 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo visual.

PALABRAS 254-305 ms

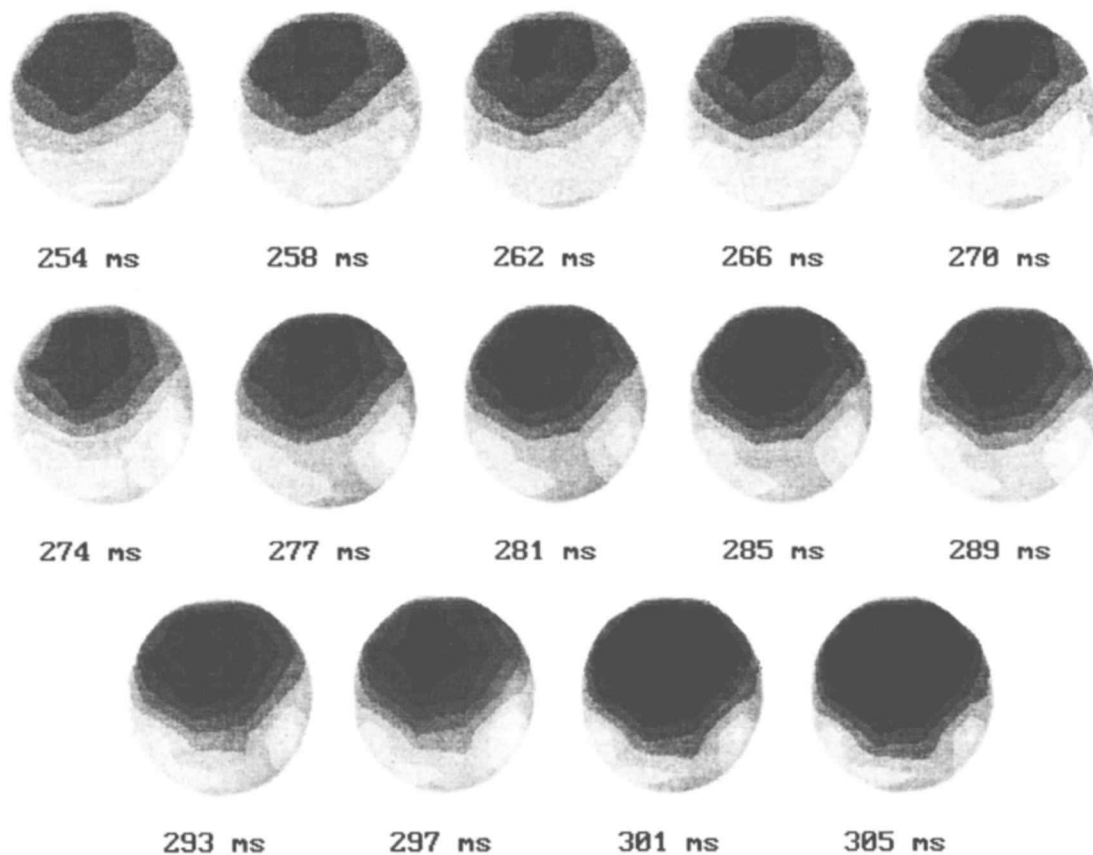


Figura 6. Actividad eléctrica cerebral provocada por palabras entre los 254 y los 305 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo visual.

PALABRAS

309-403 ms

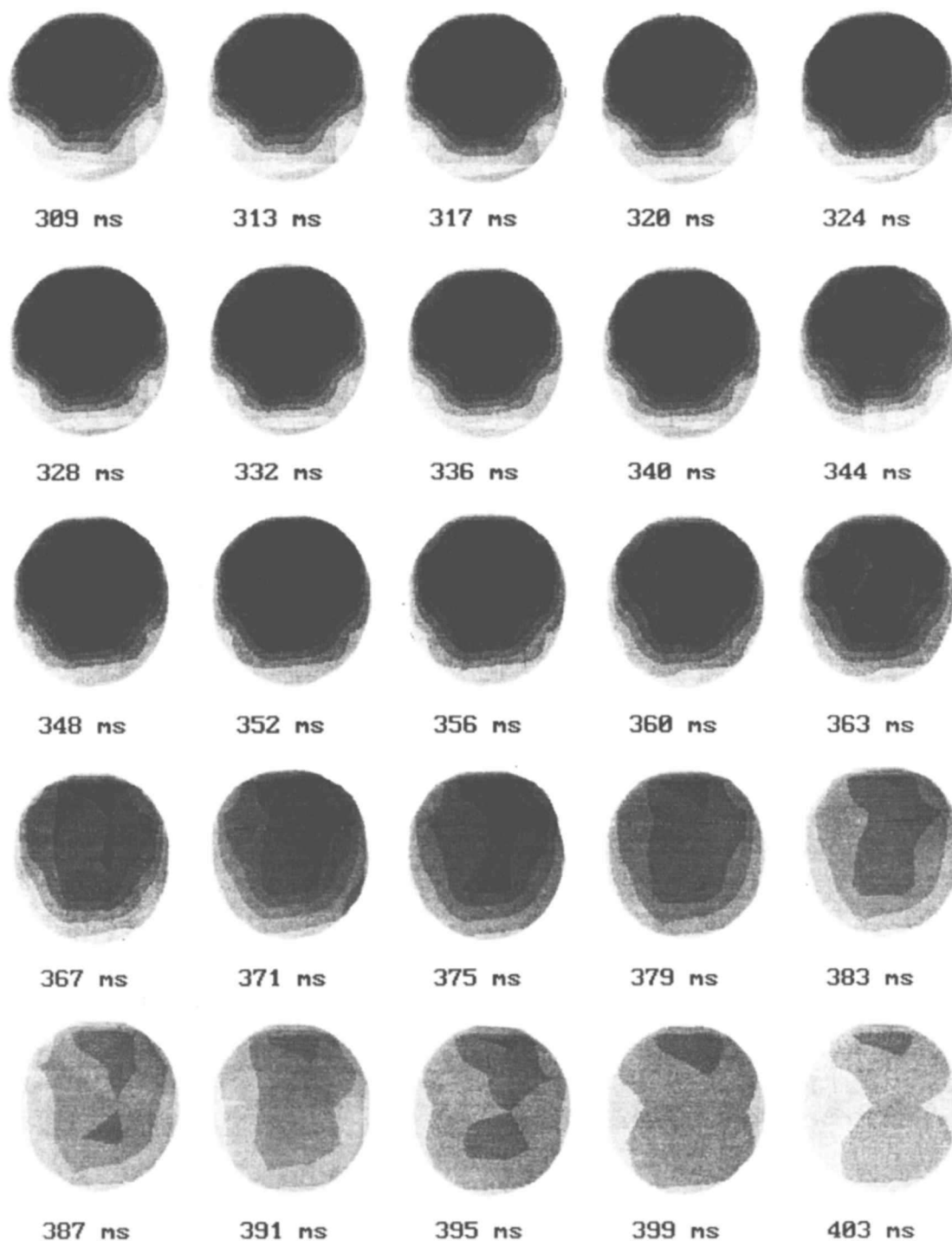


Figura 7. Actividad eléctrica cerebral provocada por palabras entre los 309 y los 403 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo visual.

después, hay razones para suponer, si se considera el tipo de tarea asignada a los sujetos, que en este momento ha concluido la mayor parte de la actividad cognoscitiva relacionada con el reconocimiento y la evaluación del estímulo. El patrón de actividad eléctrica a partir de los 395 ms es muy semejante al que se registró antes de obtener las primeras respuestas cerebrales, entre los 51 y los 70 ms posteriores a la presentación del estímulo.

Como se dijo al principio de este apartado, el patrón de actividad eléctrica que hemos caracterizado en las dimensiones temporal y topográfica fue prácticamente el mismo ante todas las clases de estímulos. Las diferencias que dependen de la clase de los estímulos serán descritas en lo subsecuente.

2. POTENCIALES CEREBRALES REGISTRADOS

ANTE LAS DIFERENTES CLASES DE ESTIMULOS

De acuerdo con el método seguido en esta investigación, las hipótesis se verifican y los objetivos se cumplen analizando la actividad cerebral asociada con la evaluación de los estímulos visuales presentados a los sujetos participantes.

Como antes he dicho, la forma de los potenciales varía por el efecto de dos factores: localización cerebral y tiempo. Los cambios se manifiestan en la amplitud y en la polaridad (positividad o negatividad) de las ondas que aparecen sucesivamente a lo largo del tiempo de registro. En el apartado anterior he caracterizado con suficiente detalle este fenómeno. Ahora conviene repetir que la forma de los potenciales permite reconocer cuatro componentes u

ondas cuya polaridad y amplitud depende de la localización cerebral; definidos en O1, estos componentes son:

- a) Inicio de la actividad a los 70 ms en forma de un componente positivo que alcanza su máxima amplitud a los 100 ms.
- b) Una onda de polaridad negativa entre los 100 y los 200 ms.
- c) Una onda positiva entre los 200 y los 250 ms.
- d) Una segunda onda de escasa amplitud y de polaridad negativa entre los 250 y los 300 ms.

La manera en que se prueban las hipótesis de esta investigación consiste en demostrar cambios en la polaridad y la amplitud de estos componentes que puedan atribuirse al efecto de la clase a la que los estímulos pertenecen.

Como se recordará, las hipótesis lingüísticas que se prueban en este experimento tienen que ver con: lexicalidad, forma de las pseudopalabras, frecuencia, categoría gramatical y morfología flexiva. En los siguientes apartados se trata cada uno de estos factores.

2.1. LEXICALIDAD

En la figura 8 se muestran superpuestos los PREs asociados con palabras y pseudopalabras, los cuales se obtuvieron, al igual que en los casos que posteriormente se comentan, del promedio de los 12 sujetos. Las convenciones para esta forma de representación ya se han expuesto: la localización cerebral de las derivaciones se presenta en la figura 1; las derivaciones de los lados izquierdo y derecho de la gráfica corresponden, respectivamente, con los

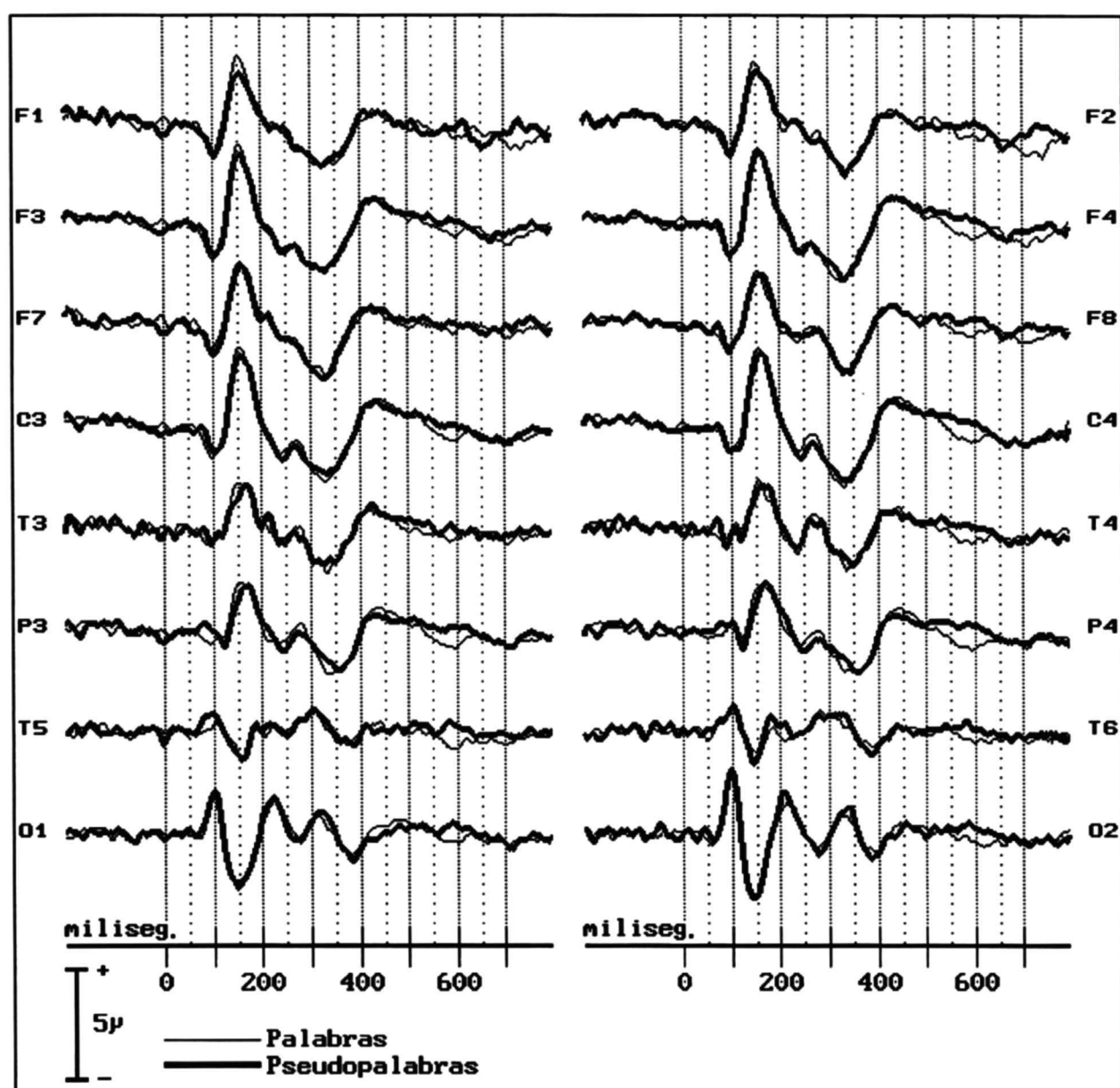


Figura 8. Palabras y pseudopalabras. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

hemisferios cerebrales izquierdo y derecho; el punto cero en la escala temporal (en milisegundos) que aparece en la parte inferior de la gráfica señala la aparición del estímulo en la pantalla; la escala de amplitud aparece en la parte inferior izquierda y, de acuerdo con ella, se reconoce la polaridad positiva en los trazos hacia arriba, la negativa, en los trazos hacia abajo; las líneas punteadas permiten establecer con cierta aproximación la latencia de los componentes.

La diferencia más temprana entre palabras y pseudopalabras se aprecia en la primera ventana (70-100 ms), en las derivaciones parietal (P3) y temporal posterior (T5), ambas en el hemisferio izquierdo. En esta latencia y en estas derivaciones, las pseudopalabras provocan respuestas de polaridad positiva de mayor amplitud que las palabras.

La siguiente diferencia se presenta en la segunda ventana (100-200 ms) en la derivación fronto-polar izquierda (F1), donde las palabras provocan un componente positivo de mayor amplitud que el de las pseudopalabras.

Hay, por supuesto, otras diferencias, pero en este nivel de análisis me limitaré a señalar las más evidentes.

En la tabla 1¹⁰ se presentan los promedios (AVG) de amplitud de ambas clases de estímulos en las cuatro ventanas y en las 16 derivaciones. En cada caso se proporciona también, como medida de dispersión, el error estándar (E.E). En ella se confirma que la

¹⁰Las tablas a las que se hará referencia en lo subsecuente aparecen en el Apéndice de este experimento.

amplitud promedio de la primera ventana en P3 y T5 tiene polaridad positiva y es de mayor amplitud en el caso de las pseudopalabras; de hecho, en P3, la polaridad para las palabras es negativa. Asimismo, se demuestra que la amplitud de F1 en la segunda ventana es de mayor amplitud para las palabras.

Es importante notar que, como se adelantó en el apartado anterior, la forma de los PREs asociados con las pseudopalabras es, en términos generales, similar a la de las palabras. En aquéllas se presentan los mismos fenómenos relacionados con la lateralidad, la localización y la secuencia temporal de los componentes positivos y negativos.

2.2. FORMA DE LAS PSEUDOPALABRAS

De acuerdo con lo expuesto en el método, las pseudopalabras tuvieron tres tipos de terminación: vocal, vocal + 's', y -ar, -er o -ir.

En la figura 9 se presentan superpuestos los potenciales asociados con las tres clases de pseudopalabras. Los promedios de amplitud en las cuatro ventanas aparecen, de acuerdo con las convenciones ya mencionadas, en la tabla 2.

Como en el caso anterior, me limitaré a comentar los efectos más evidentes de este factor.

Hay diferencias en los potenciales que se manifiestan en la primera ventana en P3 y O1.

Entre los 100 y los 200 ms (segunda ventana) no hay diferencias notables entre los tres tipos de estímulos.

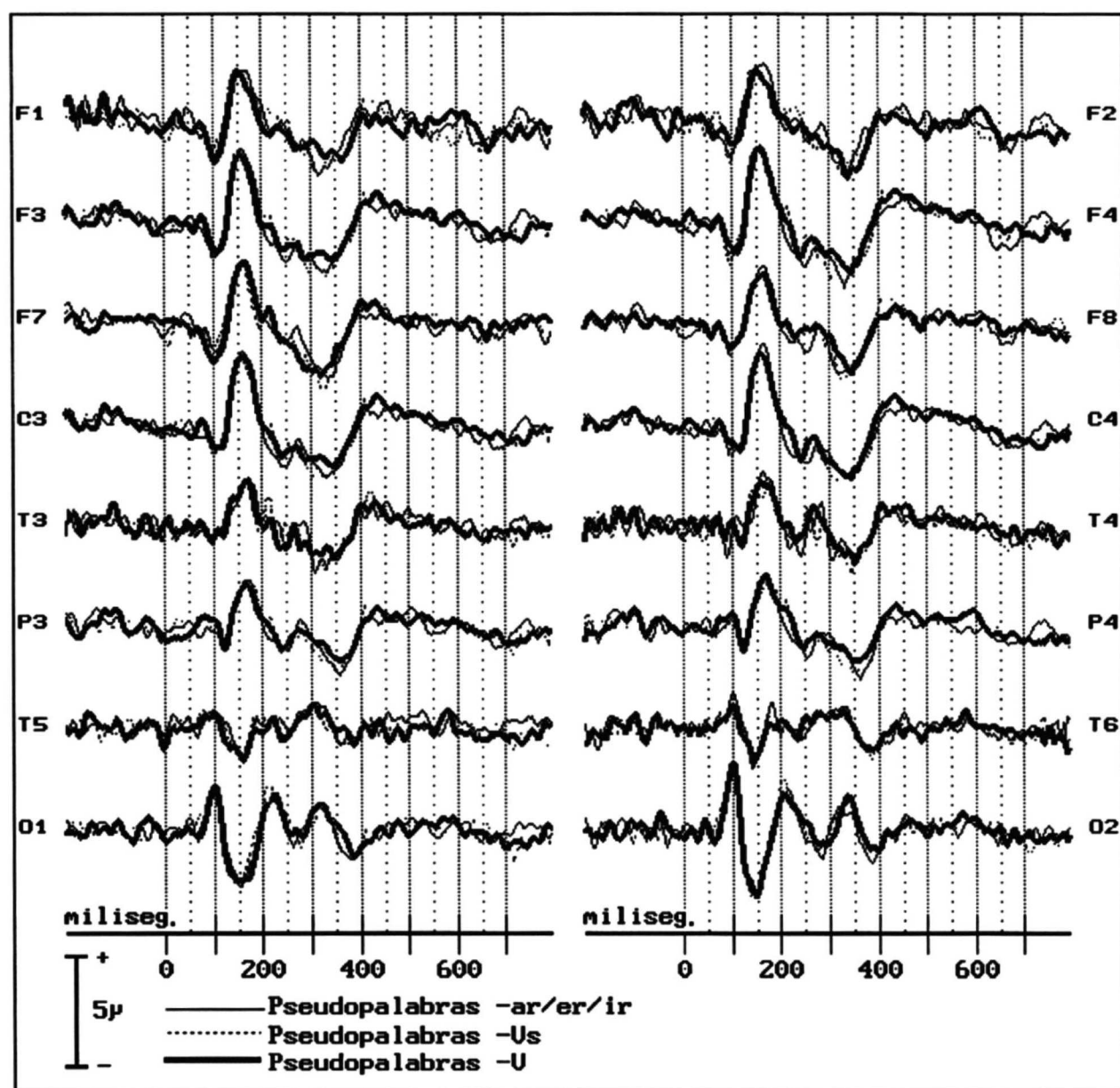


Figura 9. Pseudopalabras terminadas en -ar,er,ir; -Vocal; -Vocal + 's'. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

Entre los los 200 y los 300 ms (tercera y cuarta ventanas) hay diferencias en muchas derivaciones, pero éstas no se presentan con un patrón regular y no es posible proporcionar para ellas una descripción sistemática. Al respecto, cabe mencionar que, en este nivel de análisis de los efectos de los estímulos sobre los potenciales, me limito a señalar lo que puede apreciarse con la inspección visual de estos últimos y con la consulta de las medidas de amplitud de las ventanas definidas. Esta es una etapa importante e ineludible en el tratamiento de los resultados. Es así como establecí los criterios para definir las cuatro ventanas, y sólo de esta manera resulta posible hacer observaciones sobre las similitudes y diferencias entre los potenciales; conclusiones prácticamente imposibles de obtener con el mero tratamiento numérico de la señal EEG digitalizada. Sin embargo, conviene enfatizar que las conclusiones definitivas sobre los efectos de todos los factores investigados se establecerán con procedimientos estadísticos.

2.3. FRECUENCIA

El análisis del efecto de la frecuencia en los PRES asociados con palabras da lugar a las siguientes comparaciones:

- a) Palabras frecuentes - palabras infrecuentes (Figura 10; Tabla 3).
- b) Sustantivos frecuentes - sustantivos infrecuentes (Fig. 11; Tabla 4).
- c) Verbos frecuentes - verbos infrecuentes (Fig. 12; Tabla 5).

- d) Palabras frecuentes sin morfología flexiva - palabras infrecuentes sin morfología flexiva (Fig. 13; Tabla 6).
- e) Palabras frecuentes con morfología flexiva - palabras infrecuentes con morfología flexiva (Fig. 14; Tabla 7).
- f) Sustantivos frecuentes en singular - sustantivos infrecuentes en singular (Fig. 15; Tabla 8).
- g) Sustantivos frecuentes en plural - sustantivos infrecuentes en plural (Fig. 16; Tabla 9).
- h) Verbos frecuentes en infinitivo - verbos infrecuentes en infinitivo (Fig. 17; Tabla 10).
- i) Verbos frecuentes conjugados - verbos infrecuentes conjugados (Fig. 18; Tabla 11).

Como en los casos anteriores, me limitaré a señalar los efectos que se hacen evidentes durante la inspección visual de los potenciales. El análisis estadístico proporcionará resultados que permitirán profundizar en la interpretación de las gráficas y las tablas que ahora se comentan.

De manera semejante a lo que ocurrió con el efecto de la lexicalidad, el factor frecuencia parece manifestarse entre los 70 y los 100 ms en las localizaciones posteriores del hemisferio izquierdo: P3, T5 y O1 (Fig. 10). En O1, las palabras infrecuentes provocan un componente positivo de mayor amplitud que el de las frecuentes. En P3, las palabras frecuentes se asocian con ondas negativas de mayor amplitud que las de las infrecuentes. En T5 hay inversión de polaridad: las palabras frecuentes provocan actividad negativa, las infrecuentes, positiva (Tabla 3). Aunque esta

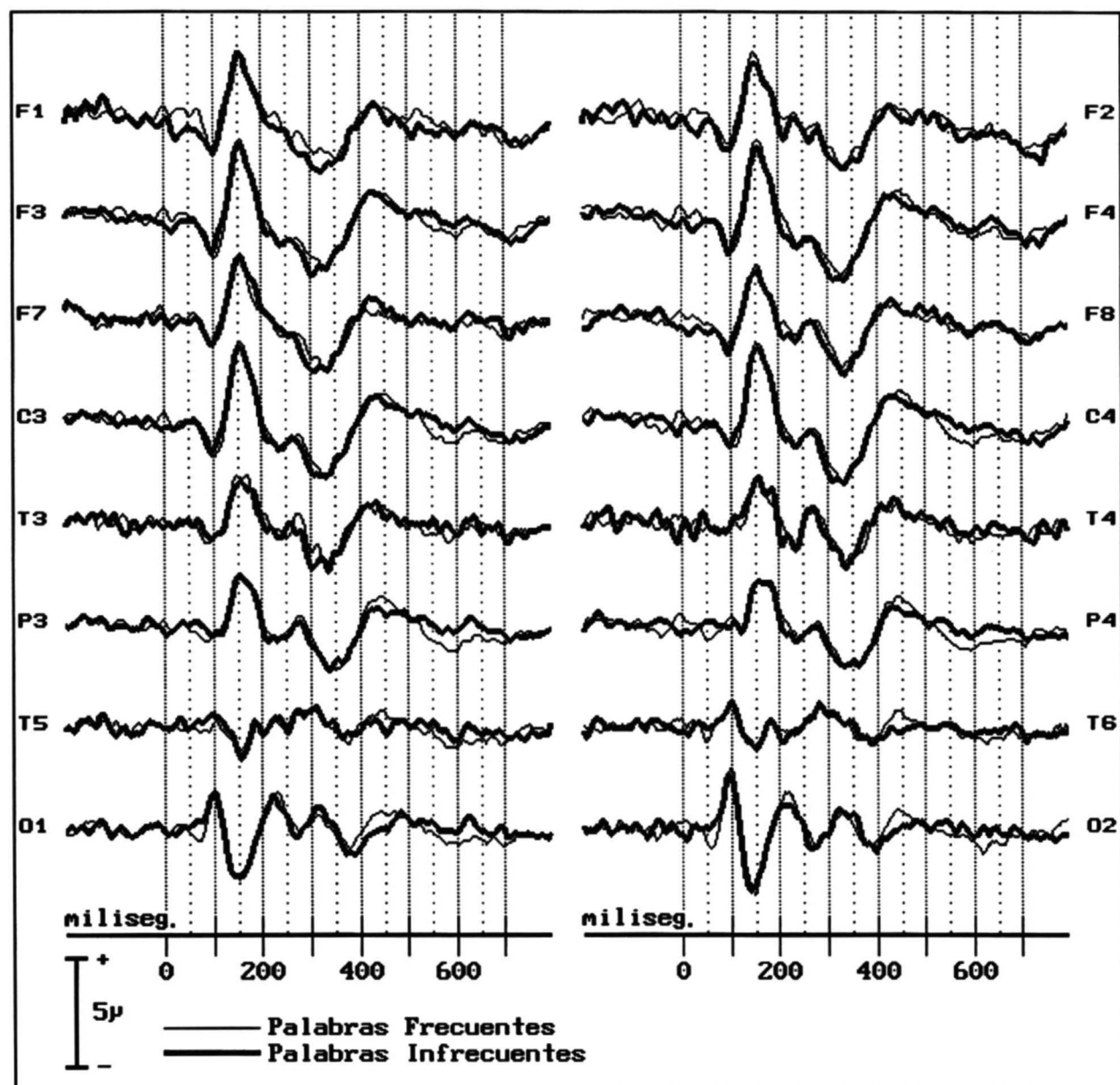


Figura 10. Palabras frecuentes y palabras infrecuentes. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

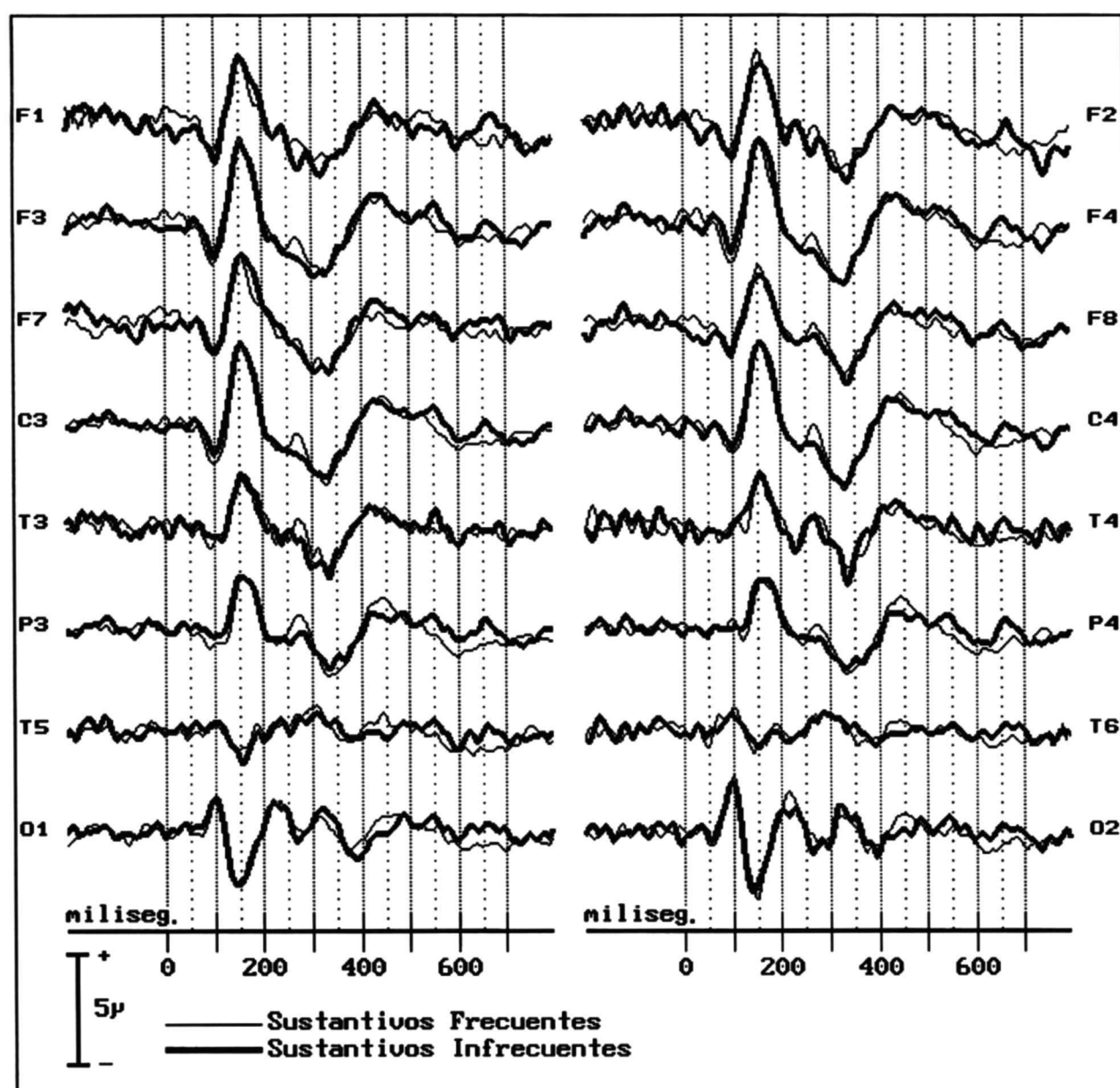


Figura 11. Sustantivos frecuentes y sustantivos infrecuentes. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

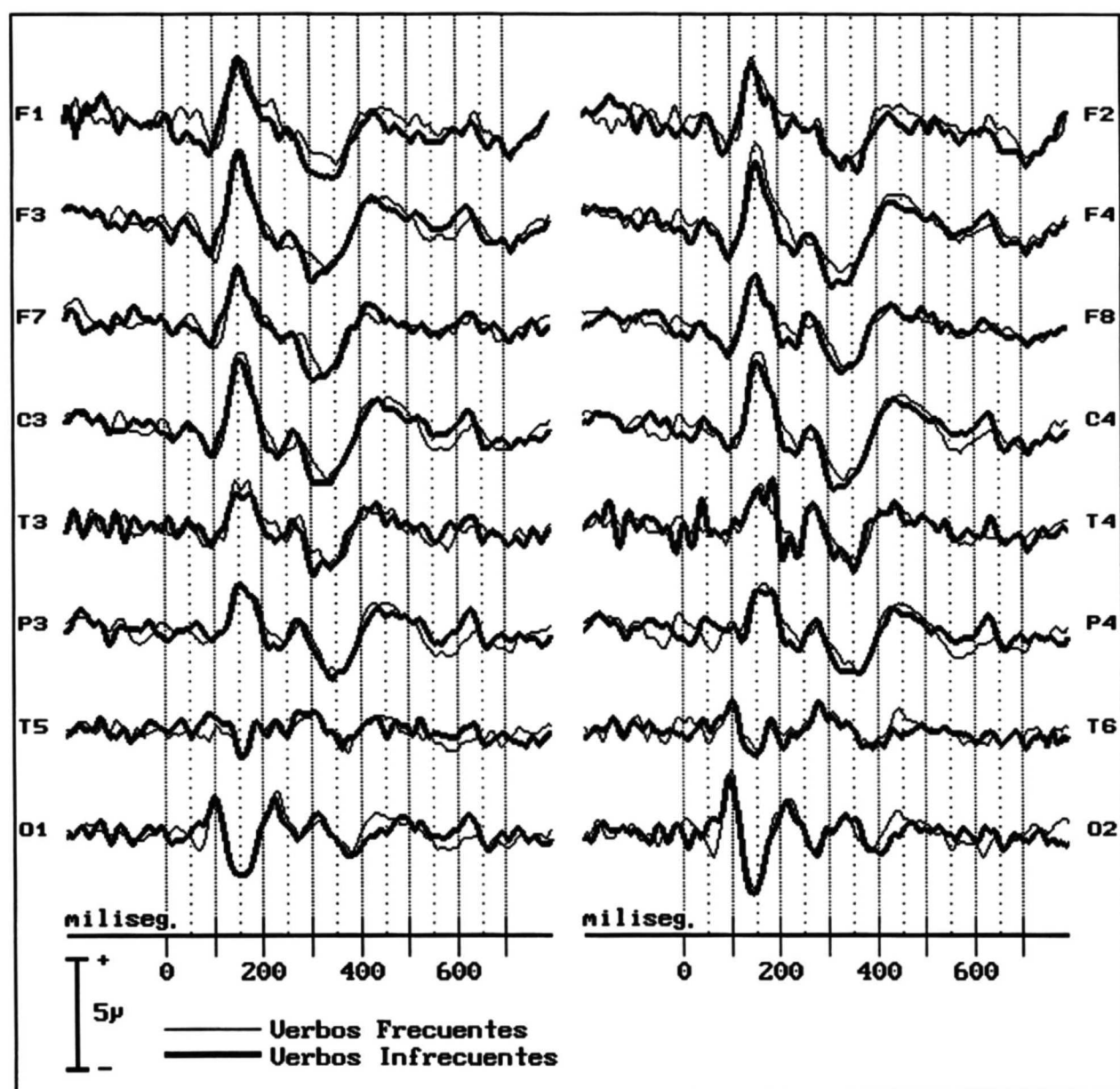


Figura 12. Verbos frecuentes y verbos infrecuentes. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

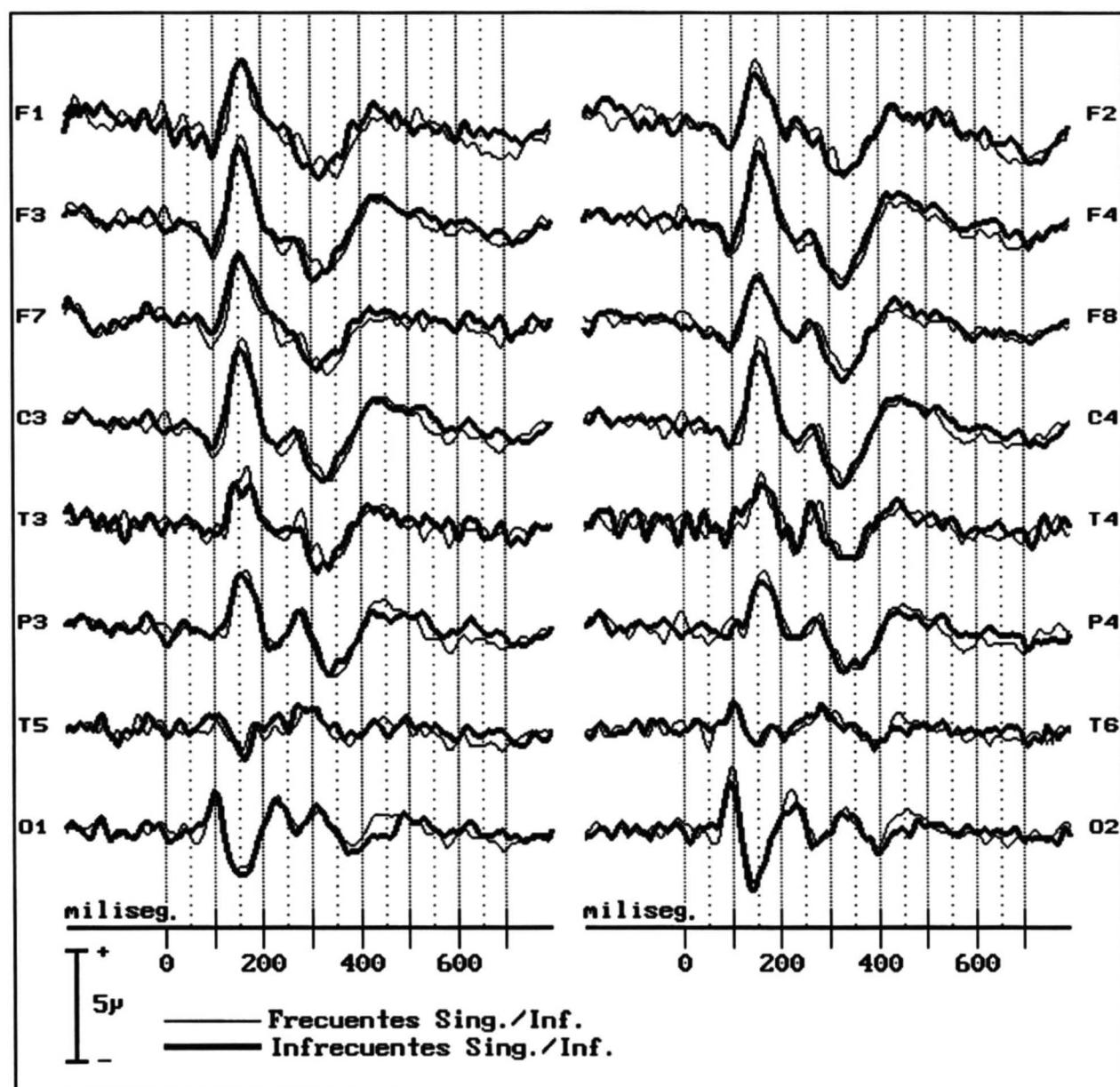


Figura 13. Palabras frecuentes sin morfología flexiva y palabras infrecuentes sin morfología flexiva. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

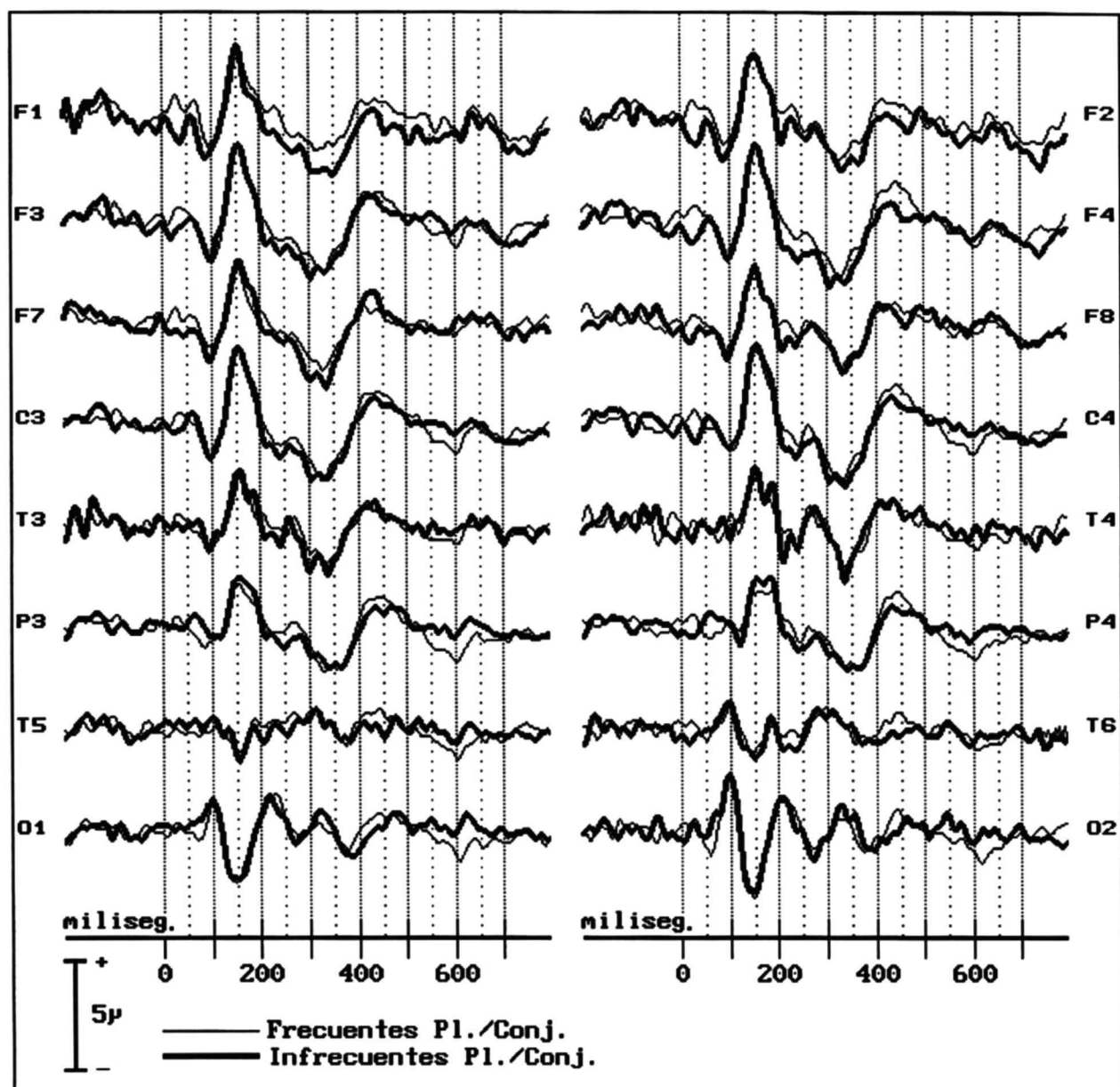


Figura 14. Palabras frecuentes con morfología flexiva y palabras infrecuentes con morfología flexiva. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

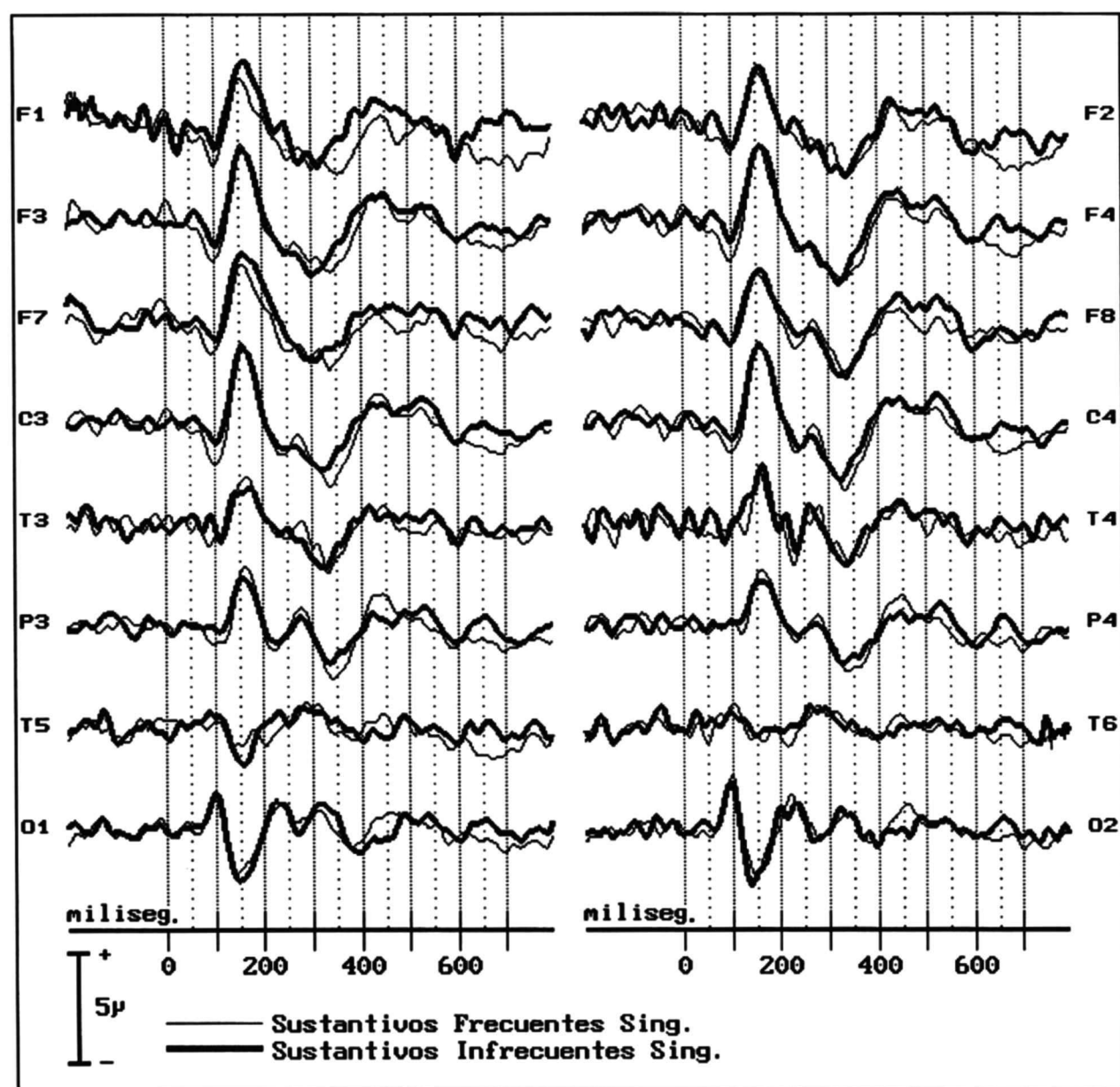


Figura 15. Sustantivos frecuentes en singular y sustantivos infrecuentes en singular. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

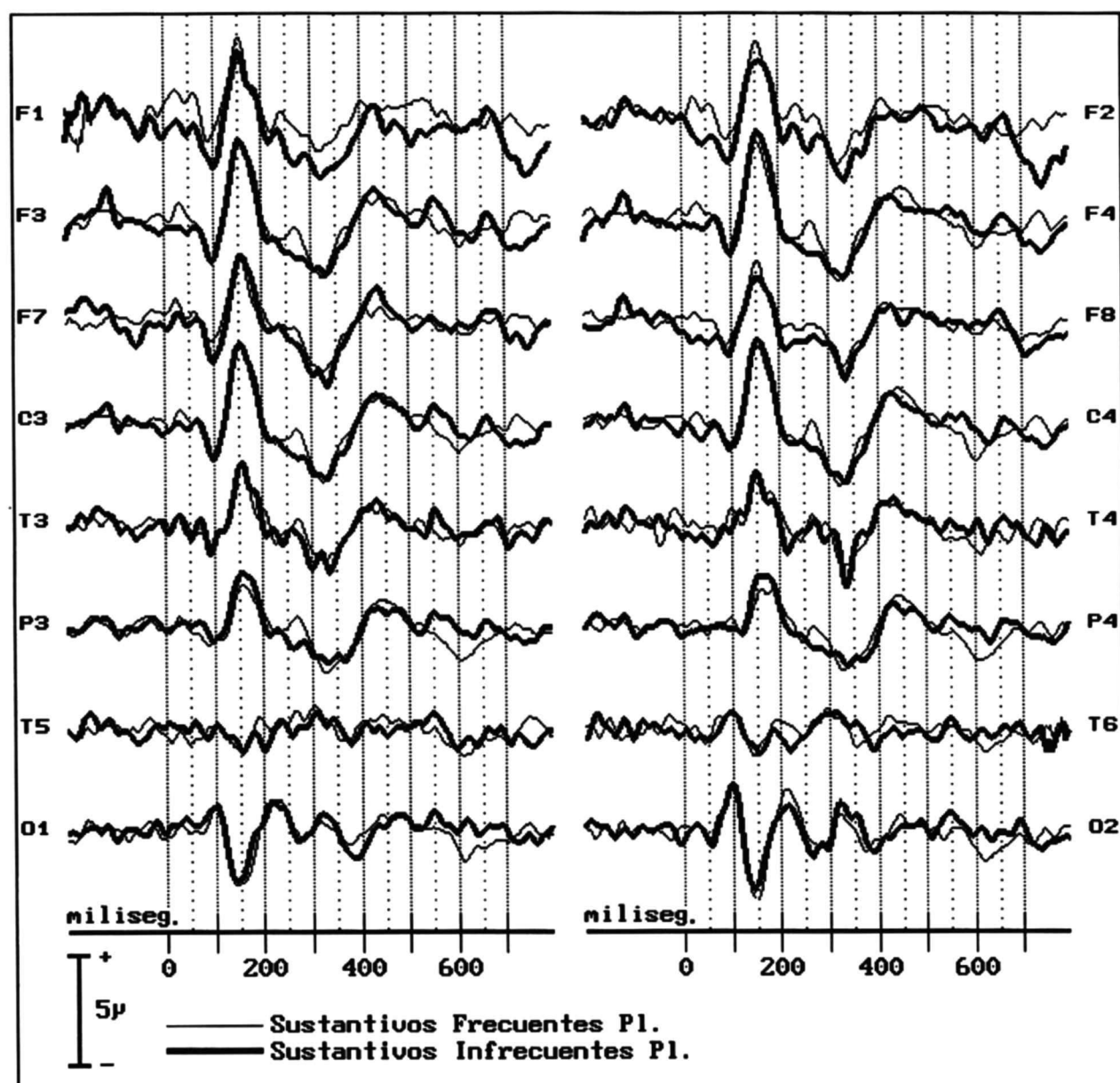


Figura 16. Sustantivos frecuentes en plural y sustantivos infrecuentes en plural. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

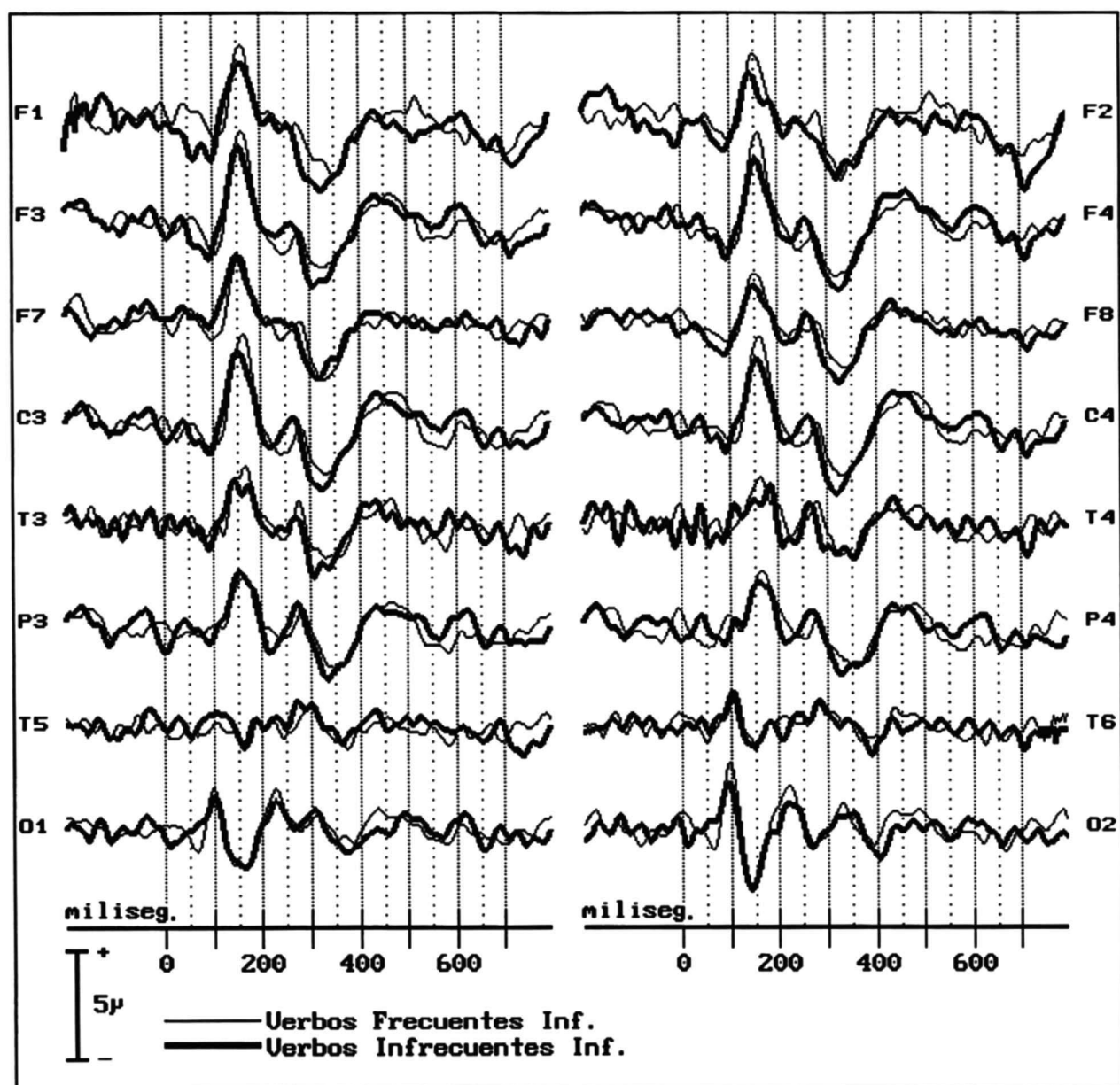


Figura 17. Verbos frecuentes en infinitivo y verbos infrecuentes en infinitivo. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

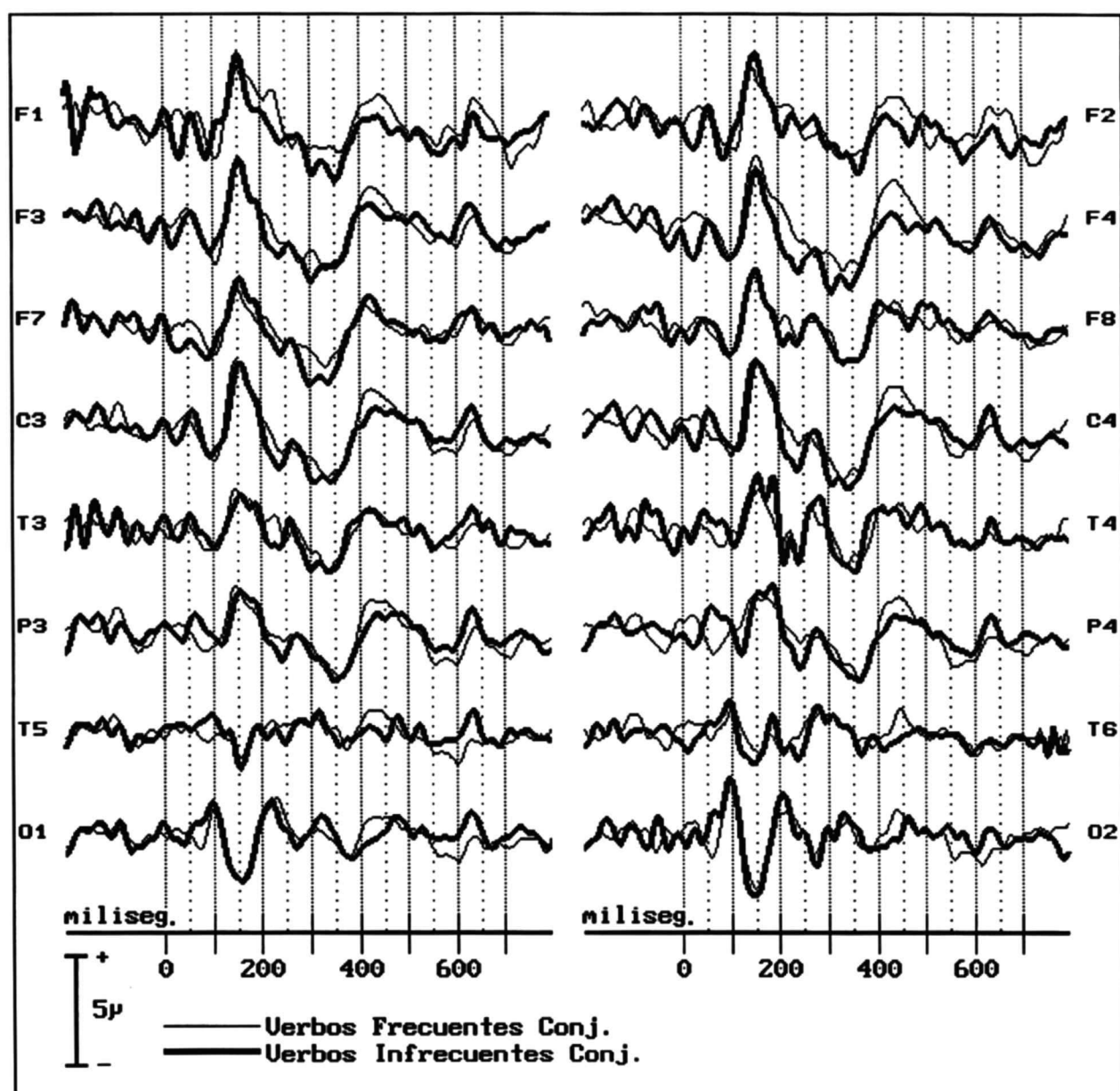


Figura 18. Verbos frecuentes conjugados y verbos infrecuentes conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

situación se cumple en casi todas las comparaciones (Figuras 11-18; Tablas 4-11), es más evidente en los verbos que en los sustantivos (Figs. 11 y 12; Tablas 4 y 5), y, sobre todo en P3, más en las palabras con morfología flexiva que en aquéllas sin flexión (Figs. 13 y 14; Tablas 6 y 7). La coalescencia de estas dos propiedades hace que las diferencias más notables atribuidas a la frecuencia se registren en P3, T5 y O1, en la primera ventana, cuando se comparan verbos conjugados frecuentes e infrecuentes (Fig. 18; Tabla 11).

En la segunda ventana (100-200 ms) no hay efectos notables de la frecuencia, pero en la tercera (200-250 ms) y la cuarta (250-300 ms) este factor vuelve a manifestarse. Sin embargo, aunque en estas últimas dos ventanas de latencia hay diferencias entre todas las clases frecuentes e infrecuentes, sobre todo en las localizaciones anteriores e izquierdas, no hay un patrón de actividad que pueda atribuirse inequívocamente a unas u otras, ni que parezca interactuar significativamente con la morfología o la categoría gramatical.

2.4. CATEGORIA GRAMATICAL

La categoría gramatical de las palabras permite establecer en los potenciales las siguientes comparaciones.

- a) Sustantivos - verbos (Fig. 19; Tabla 12).
- b) Sustantivos frecuentes - verbos frecuentes (Figura 20; Tabla 13).
- c) Sustantivos infrecuentes - verbos infrecuentes (Fig. 21; Tabla 14).

- d) Sustantivos en singular - verbos en infinitivo (Fig. 22; Tabla 15).
- e) Sustantivos en plural - verbos conjugados (Fig. 23; Tabla 16).
- f) Sustantivos frecuentes en singular - verbos frecuentes en infinitivo (Fig. 24; Tabla 17).
- g) Sustantivos frecuentes en plural - verbos frecuentes conjugados (Fig. 25; Tabla 18).
- h) Sustantivos infrecuentes en singular - verbos infrecuentes en infinitivo (Fig. 26; Tabla 19).
- i) Sustantivos infrecuentes en plural - verbos infrecuentes conjugados (Fig. 27; Tabla 20).

Los potenciales asociados con todas las clases de sustantivos y verbos se muestran en la figura 19. Llama la atención que en la primera ventana (70-100 ms) ambos tipos de estímulos provocan respuestas eléctricas cerebrales similares. En la tabla 12 se confirma que las amplitudes registradas en esta ventana son semejantes para sustantivos y verbos en lo relativo a amplitud y polaridad en todas las derivaciones.

Las diferencias más notables entre sustantivos y verbos se registran en la segunda ventana (100-200 ms), en las derivaciones anteriores, frontales y centrales; más claras en el hemisferio izquierdo. La tendencia parece consistir en una mayor amplitud positiva de estas derivaciones en los PREs asociados con sustantivos (Figuras 19-27; Tablas 12-20).

Aunque este efecto se manifiesta sistemáticamente en todas las

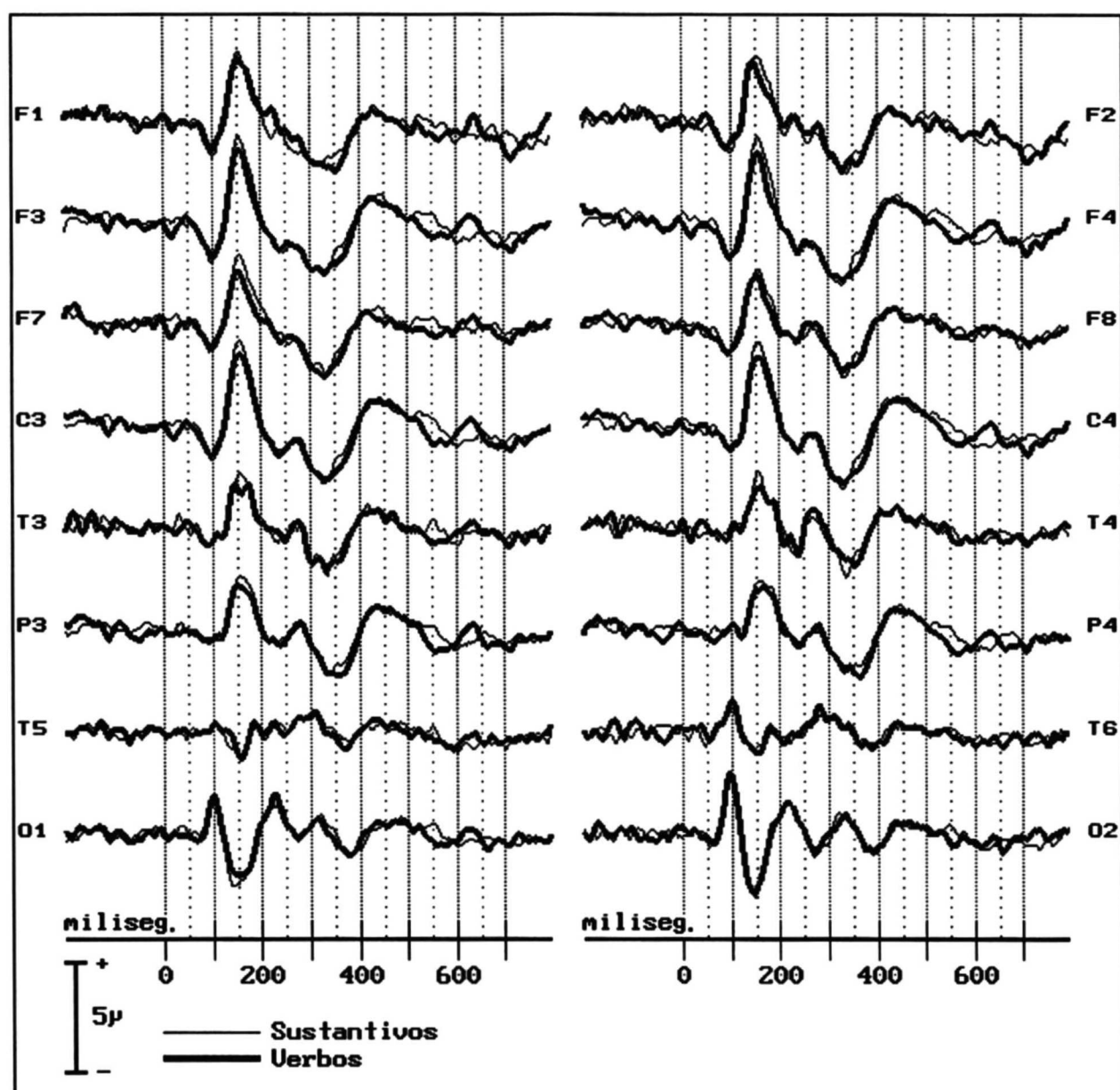


Figura 19. Sustantivos y verbos. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

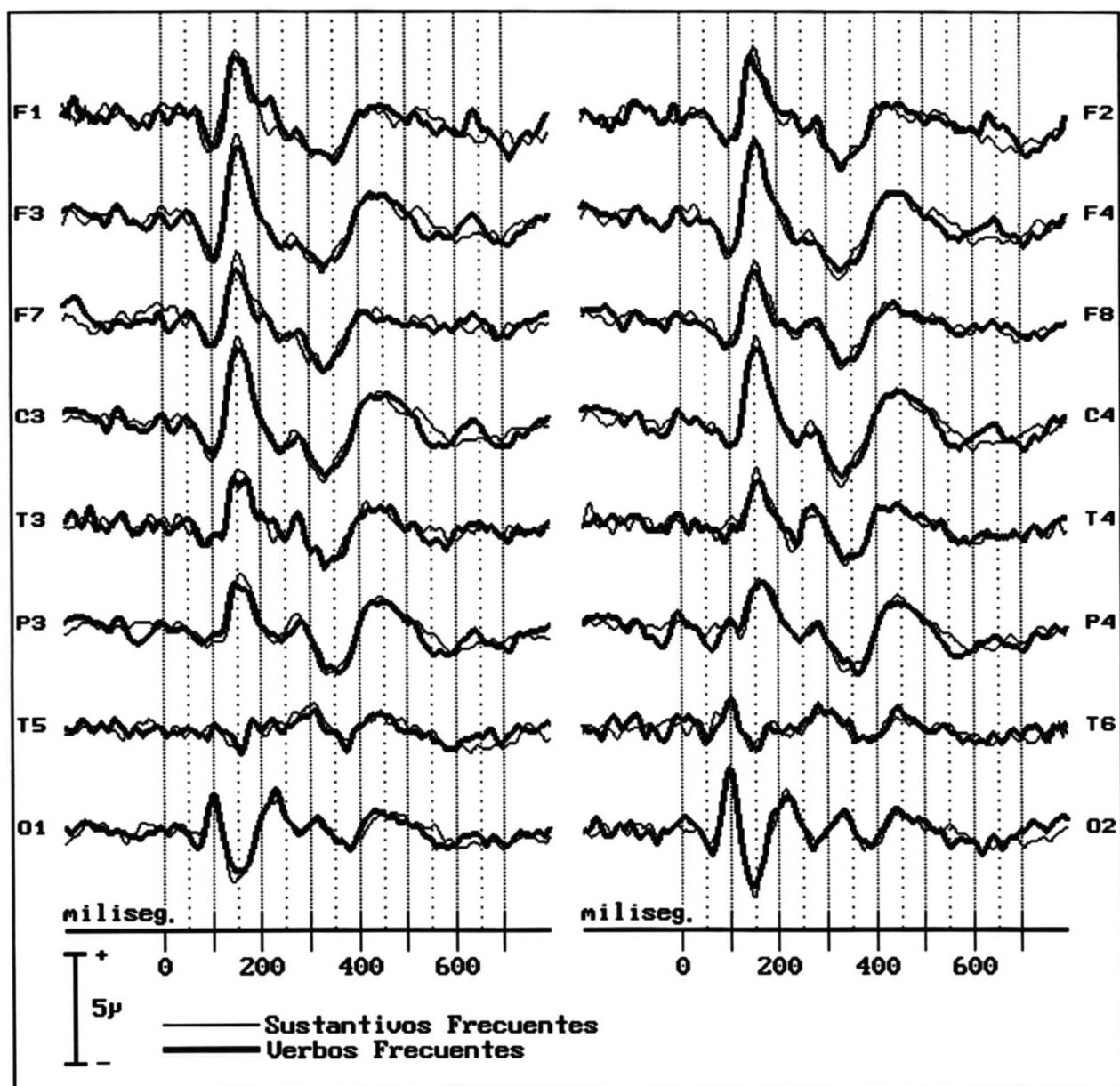


Figura 20. Sustantivos frecuentes y verbos frecuentes. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

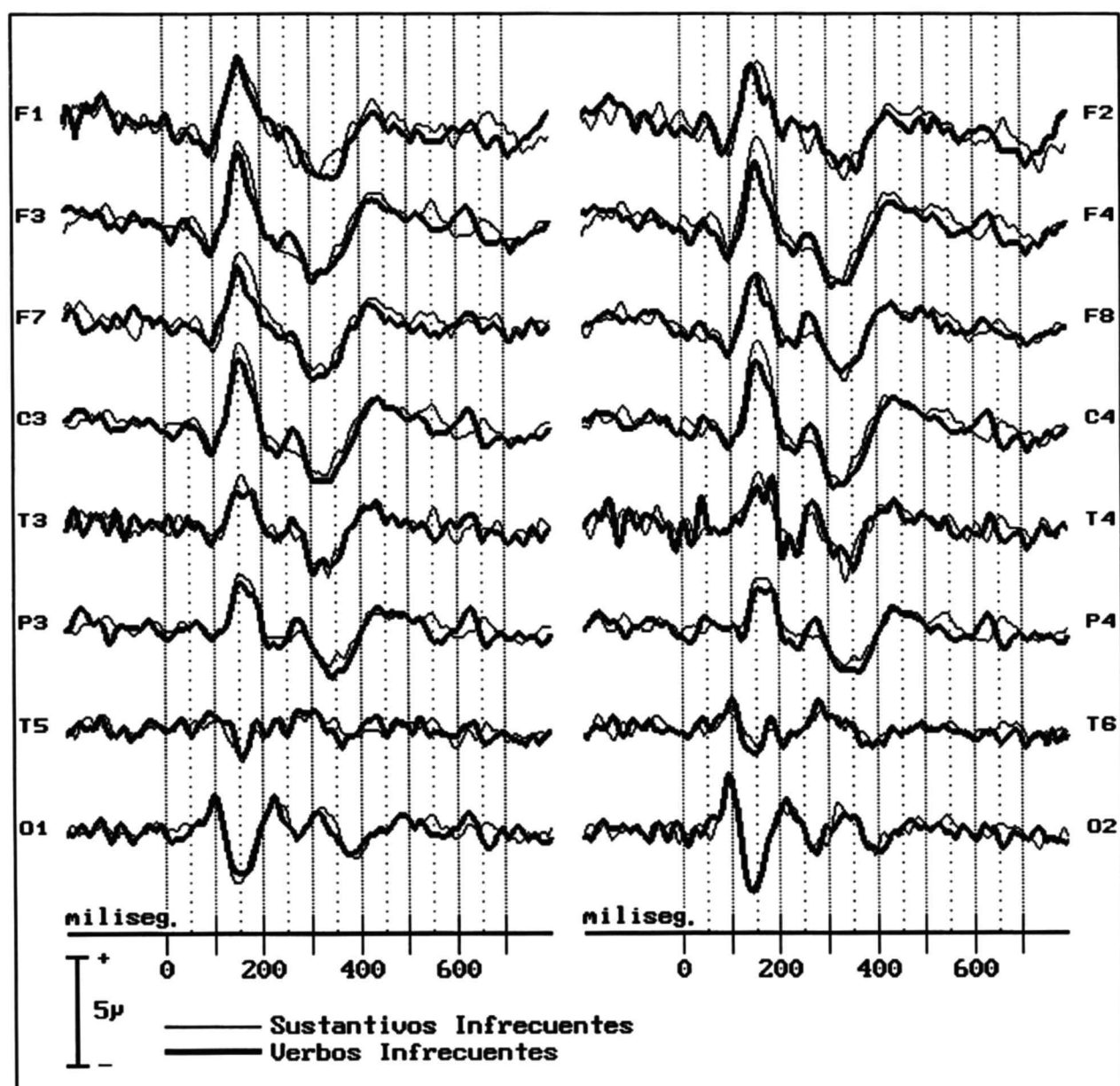


Figura 21. Sustantivos infrecuentes y verbos infrecuentes. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

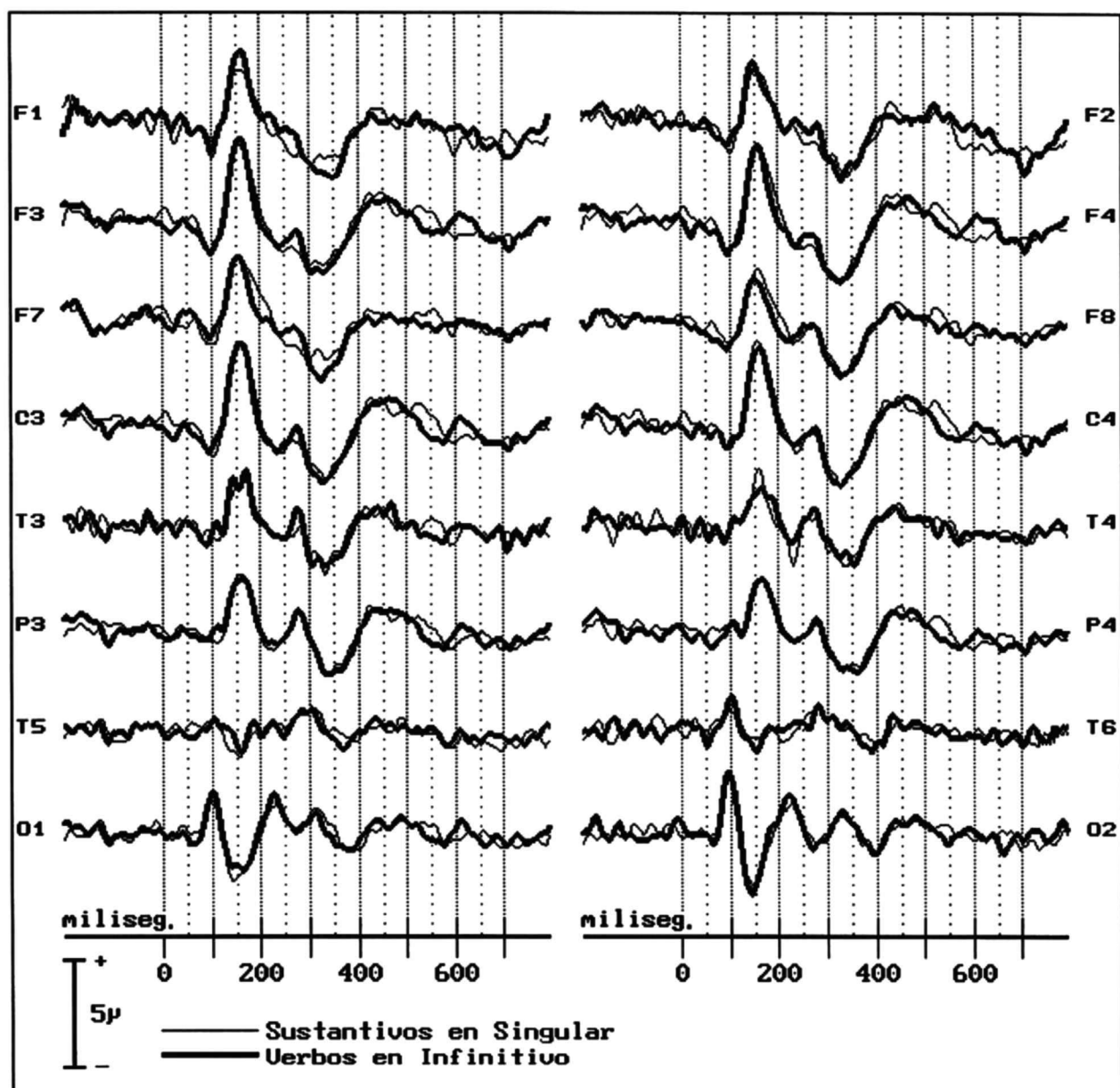


Figura 22. Sustantivos en singular y verbos en infinitivo. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

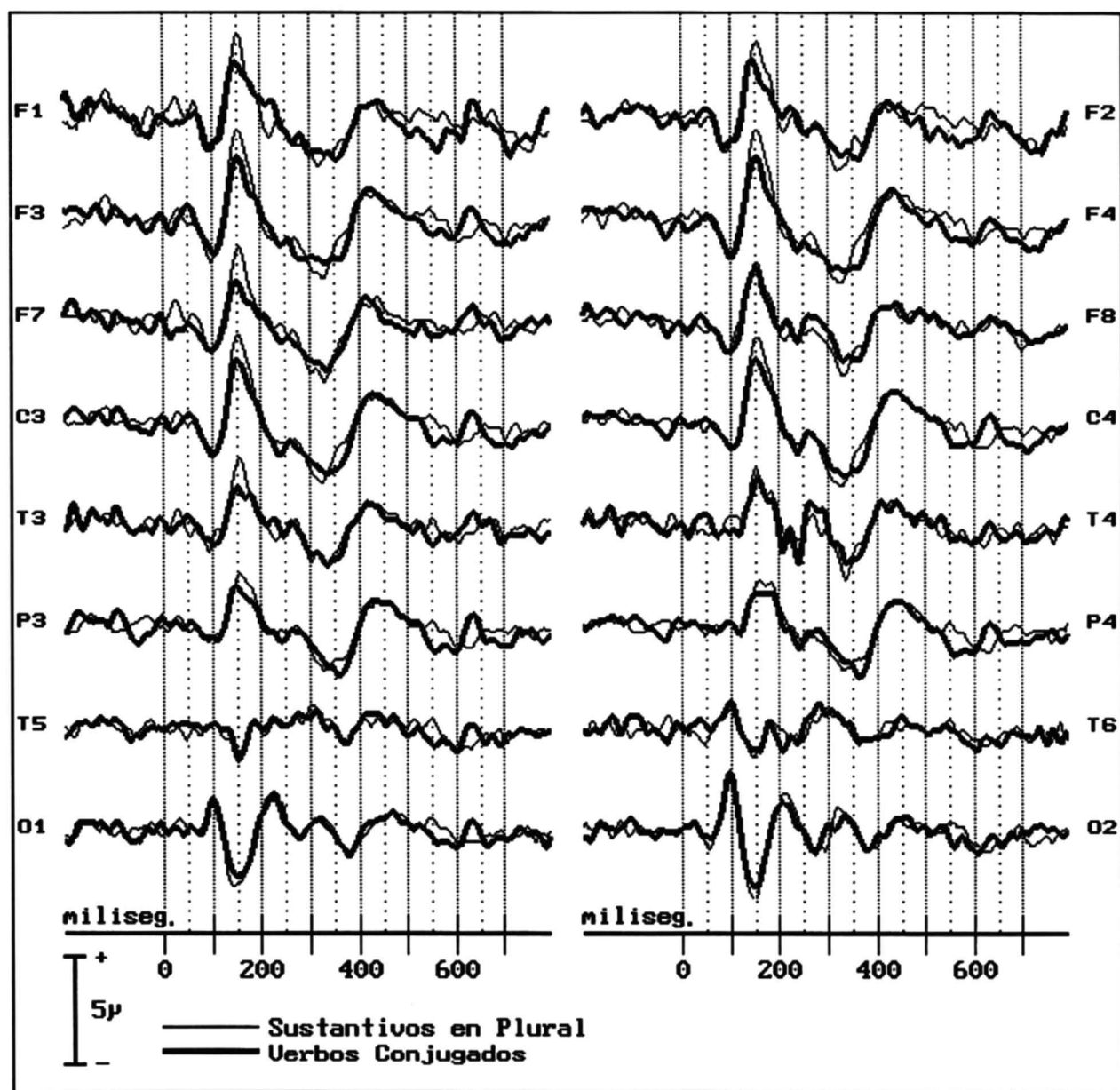


Figura 23. Sustantivos en plural y verbos conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

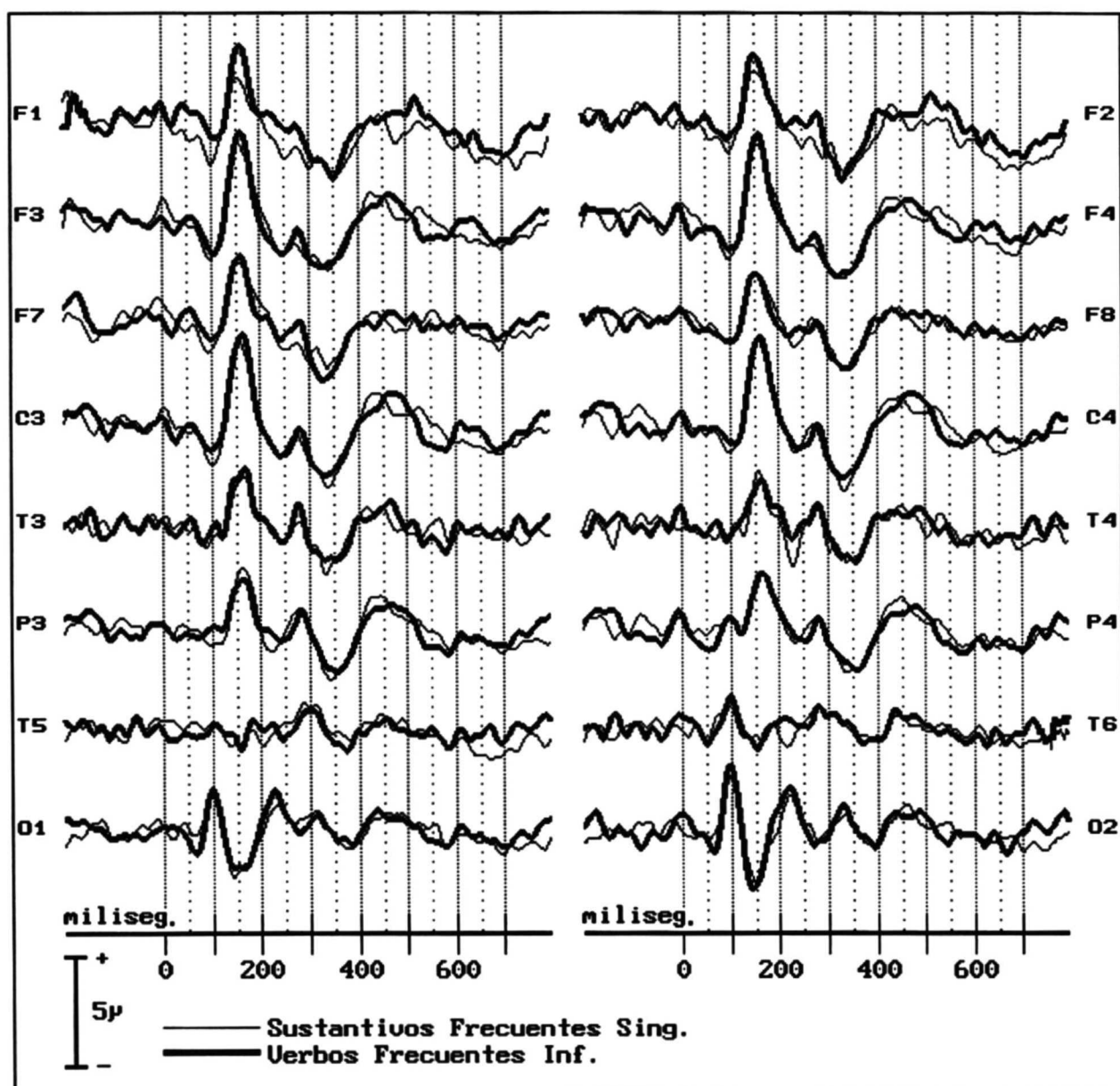


Figura 24. Sustantivos frecuentes en singular y verbos frecuentes en infinitivo. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

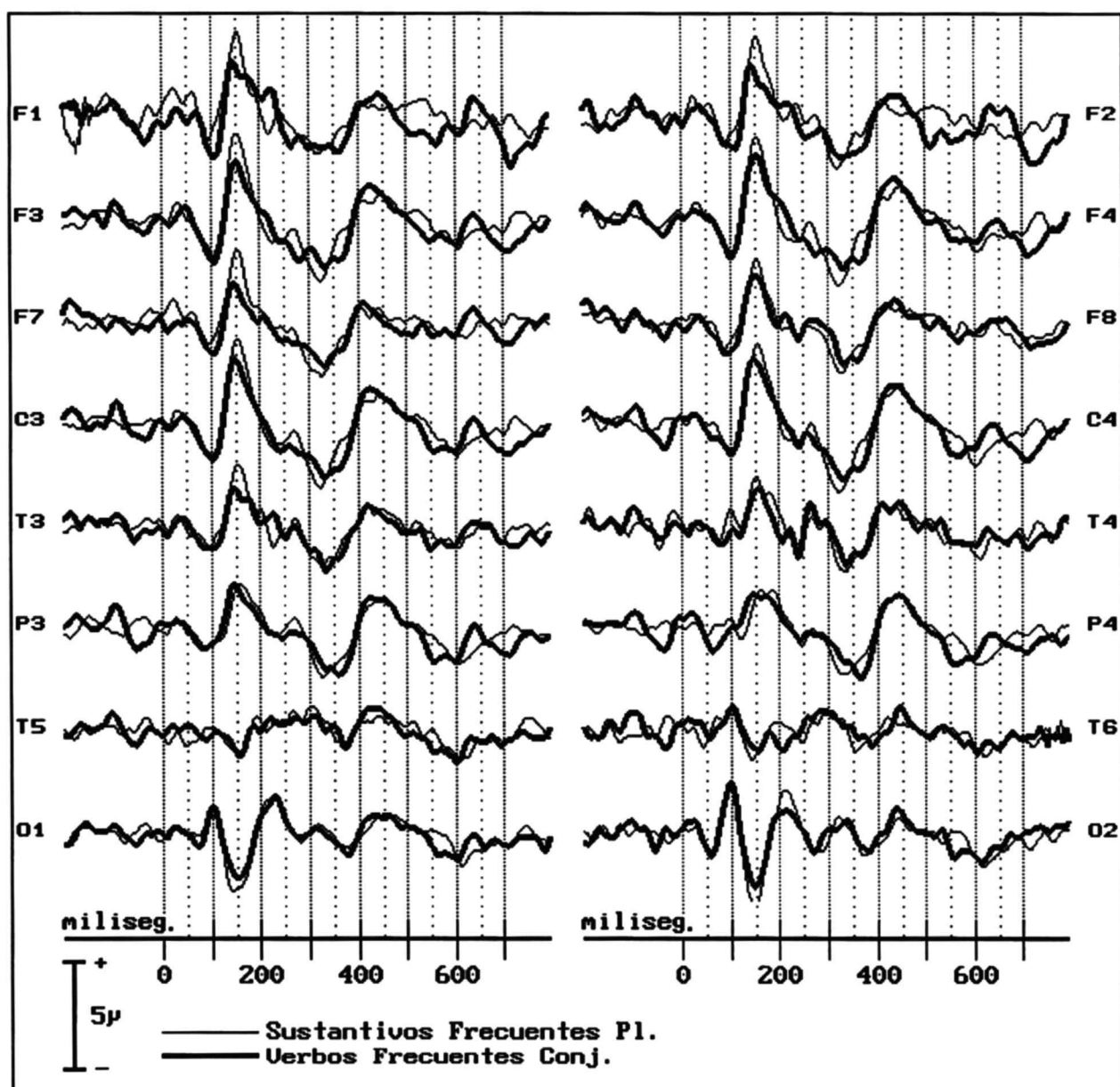


Figura 25. Sustantivos frecuentes en plural y verbos frecuentes conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

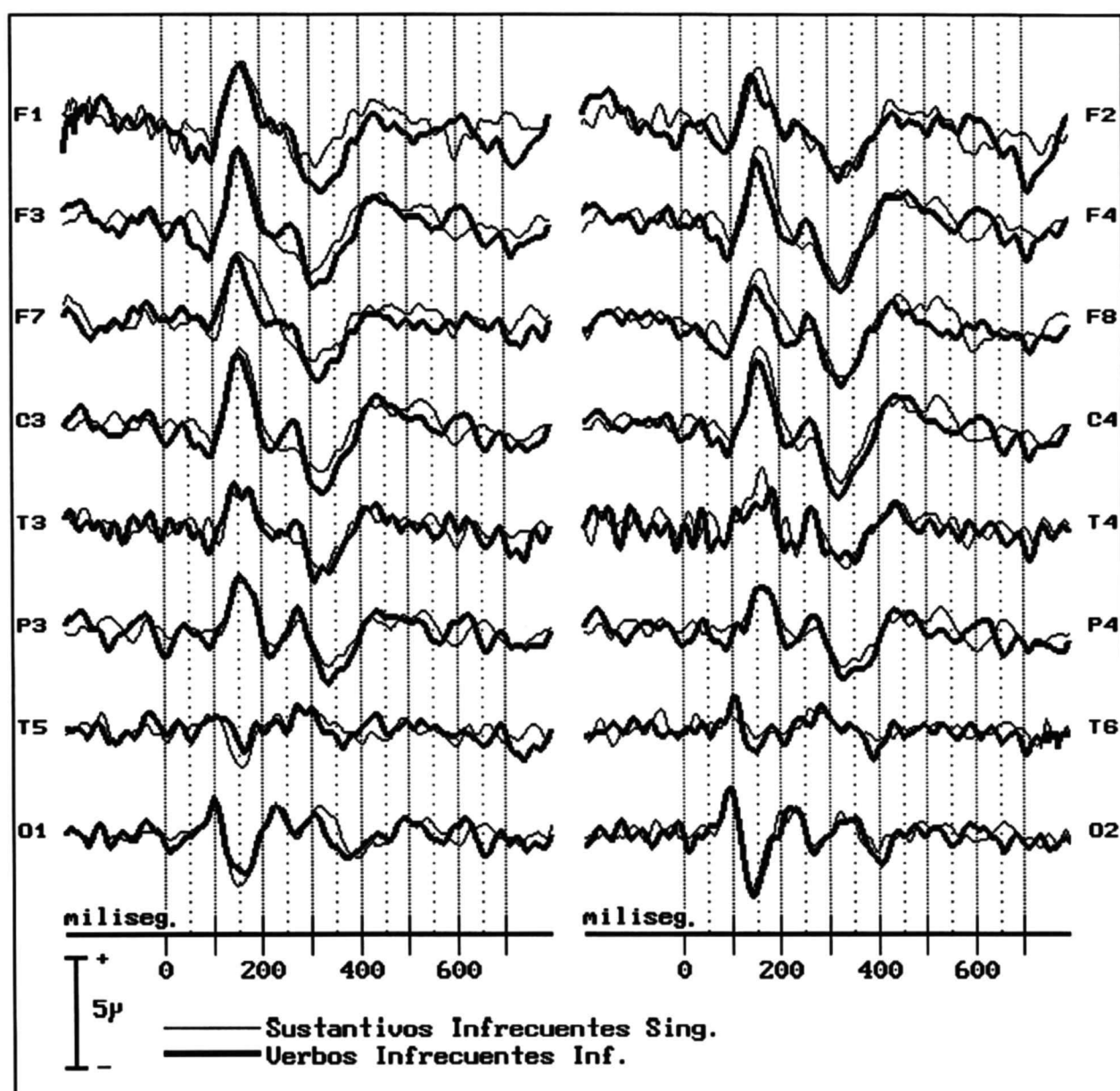


Figura 26. Sustantivos infrecuentes en singular y verbos infrecuentes en infinitivo. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

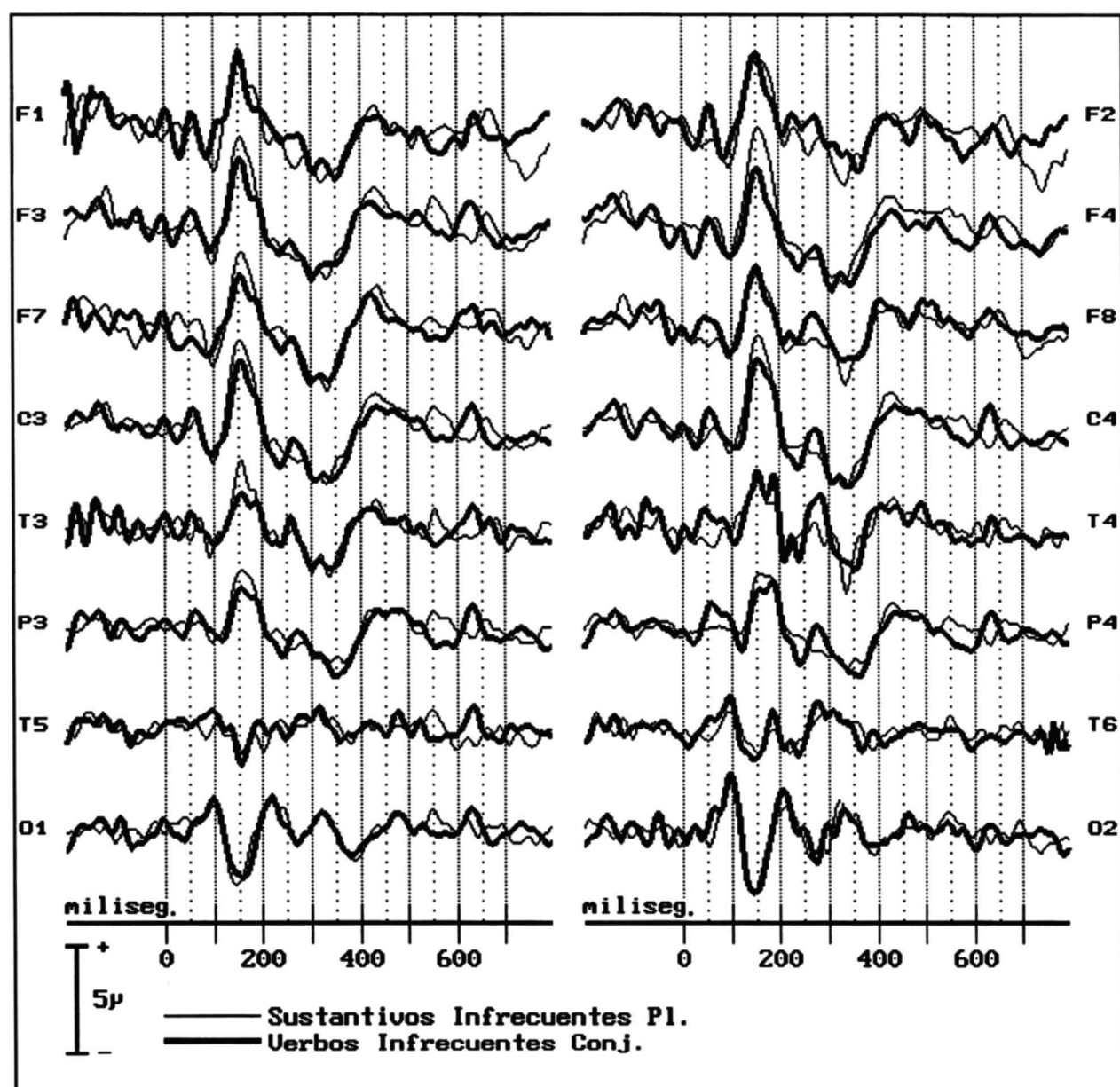


Figura 27. Sustantivos infrecuentes en plural y verbos infrecuentes conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

comparaciones, es más claro en el caso de las palabras infrecuentes, sobre todo si se observan las derivaciones anteriores del hemisferio derecho (Figura 21; Tabla 14).

En la tercera ventana (200-250 ms) no hay efectos claros de este factor, con excepción de los que registran en T4 y T6 en el caso de las palabras frecuentes sin morfología flexiva (Figura 22; Tabla 15), donde los sustantivos provocan componentes negativos de mayor amplitud que los registrados ante verbos.

En la cuarta ventana (250-300 ms) no parece haber efectos de la categoría gramatical.

En síntesis, los efectos de este factor sobre la actividad eléctrica cerebral difieren de los provocados por los factores comentados anteriormente en los siguientes aspectos: se presentan más tardíamente, ocurren en localizaciones cerebrales anteriores e involucran derivaciones izquierdas y derechas. Asimismo, conviene repetir que la categoría gramatical interactúa en diferentes latencias con la frecuencia y con la morfología.

2.5. MORFOLOGIA

Los efectos de la morfología se exploran en esta investigación caracterizando las diferencias que en las respuestas cerebrales provocan las palabras con y sin flexión. Las comparaciones que pueden establecerse son las siguientes.

- a) Palabras sin morfología flexiva - palabras con morfología flexiva (Fig. 28; Tabla 21).
- b) Palabras frecuentes sin morfología flexiva - palabras

- frecuentes con morfología flexiva (Fig. 29; Tabla 22).
- c) Palabras infrecuentes sin morfología flexiva - palabras infrecuentes con morfología flexiva (Fig. 30; Tabla 23).
 - d) Sustantivos en singular - Sustantivos en plural (Fig. 31; Tabla 24).
 - e) Verbos en infinitivo - verbos conjugados (Fig. 32; Tabla 25).
 - f) Sustantivos frecuentes en singular - sustantivos frecuentes en plural (Fig. 33; Tabla 26).
 - g) Verbos frecuentes en infinitivo - verbos frecuentes conjugados (Fig. 34; Tabla 27).
 - h) Sustantivos infrecuentes en singular - sustantivos infrecuentes en plural (Fig. 35; Tabla 28).
 - i) Verbos infrecuentes en infinitivo - verbos infrecuentes conjugados (Fig. 36; Tabla 29).

En la figura 28 se muestran los PREs asociados con palabras sin morfología (sustantivos en singular y verbos en infinitivo) y con morfología flexiva (sustantivos en plural y verbos conjugados). La tabla 21 proporciona los valores de amplitud de las dieciséis derivaciones en las cuatro ventanas de latencia.

En la primera ventana (70-100 ms) no hay efectos de la morfología. Este factor, al igual que el de la categoría gramatical, comienza a manifestarse entre los 100 y los 200 ms en ciertas clases de palabras. Las diferencias más claras ocurren en las derivaciones frontales izquierdas cuando se comparan entre sí sustantivos frecuentes (Figura 33; Tabla 26) y verbos frecuentes

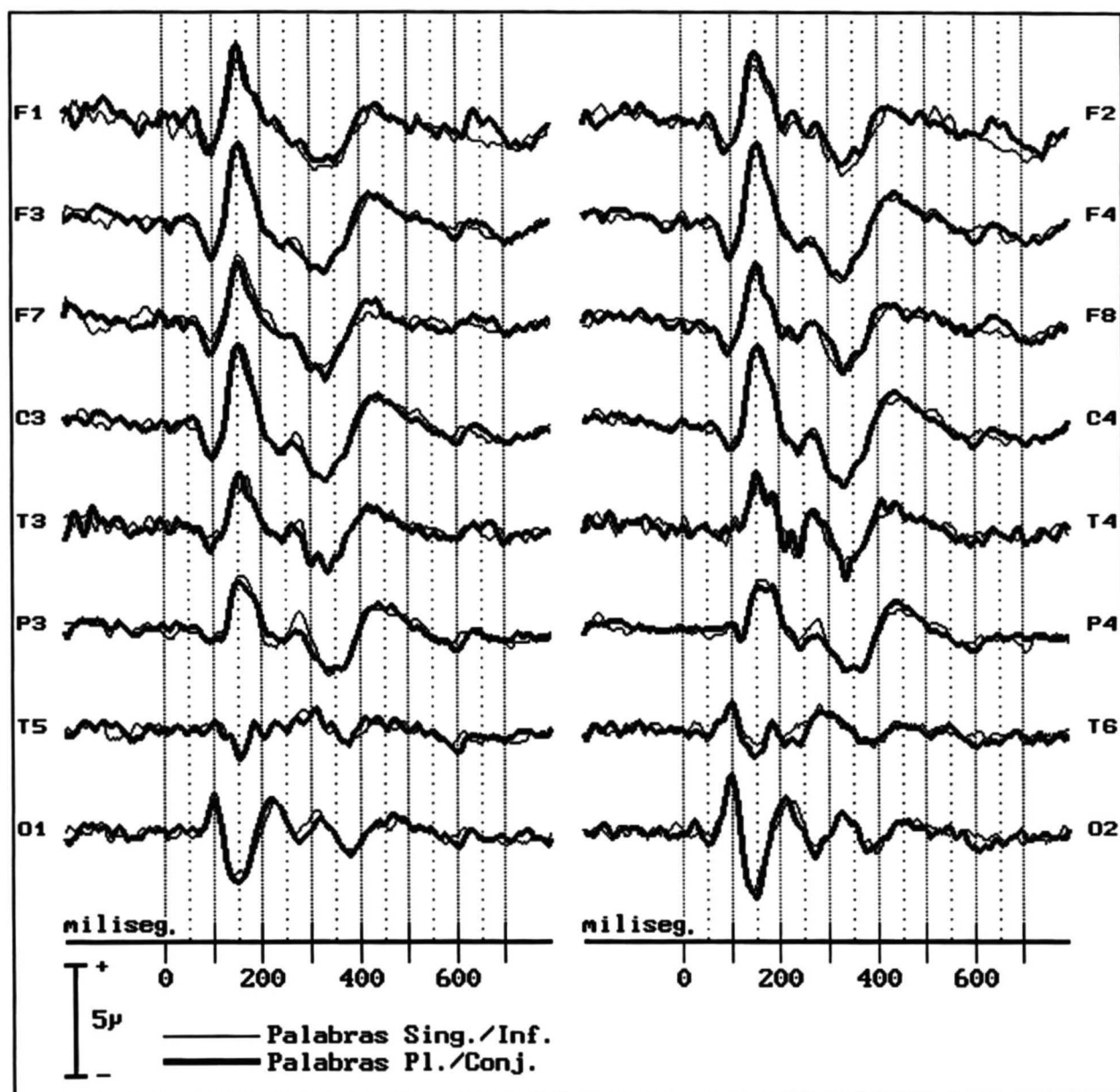


Figura 28. Palabras sin morfología flexiva y palabras con morfología flexiva. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

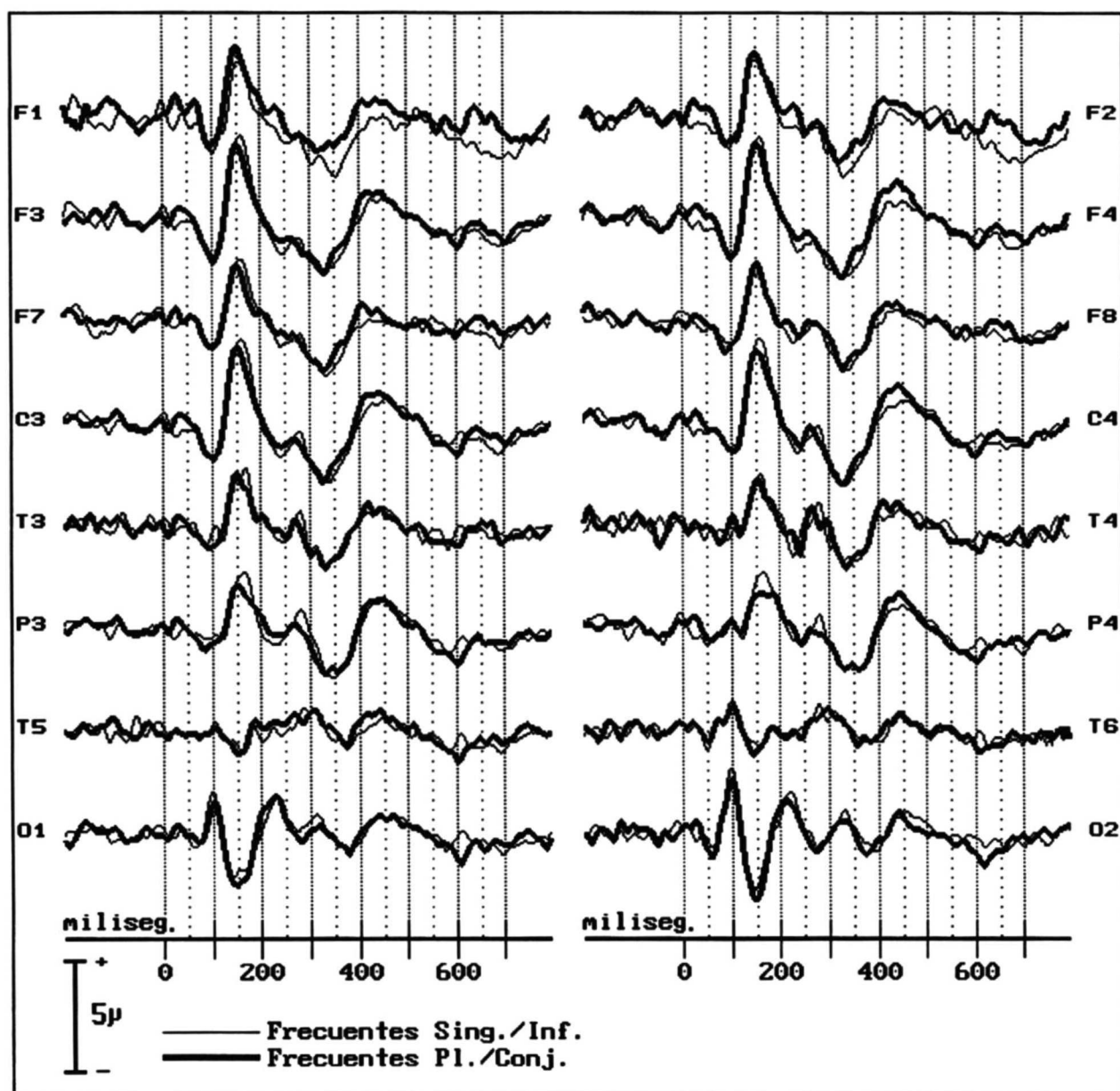


Figura 29. Palabras frecuentes sin morfología flexiva y palabras frecuentes con morfología flexiva. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

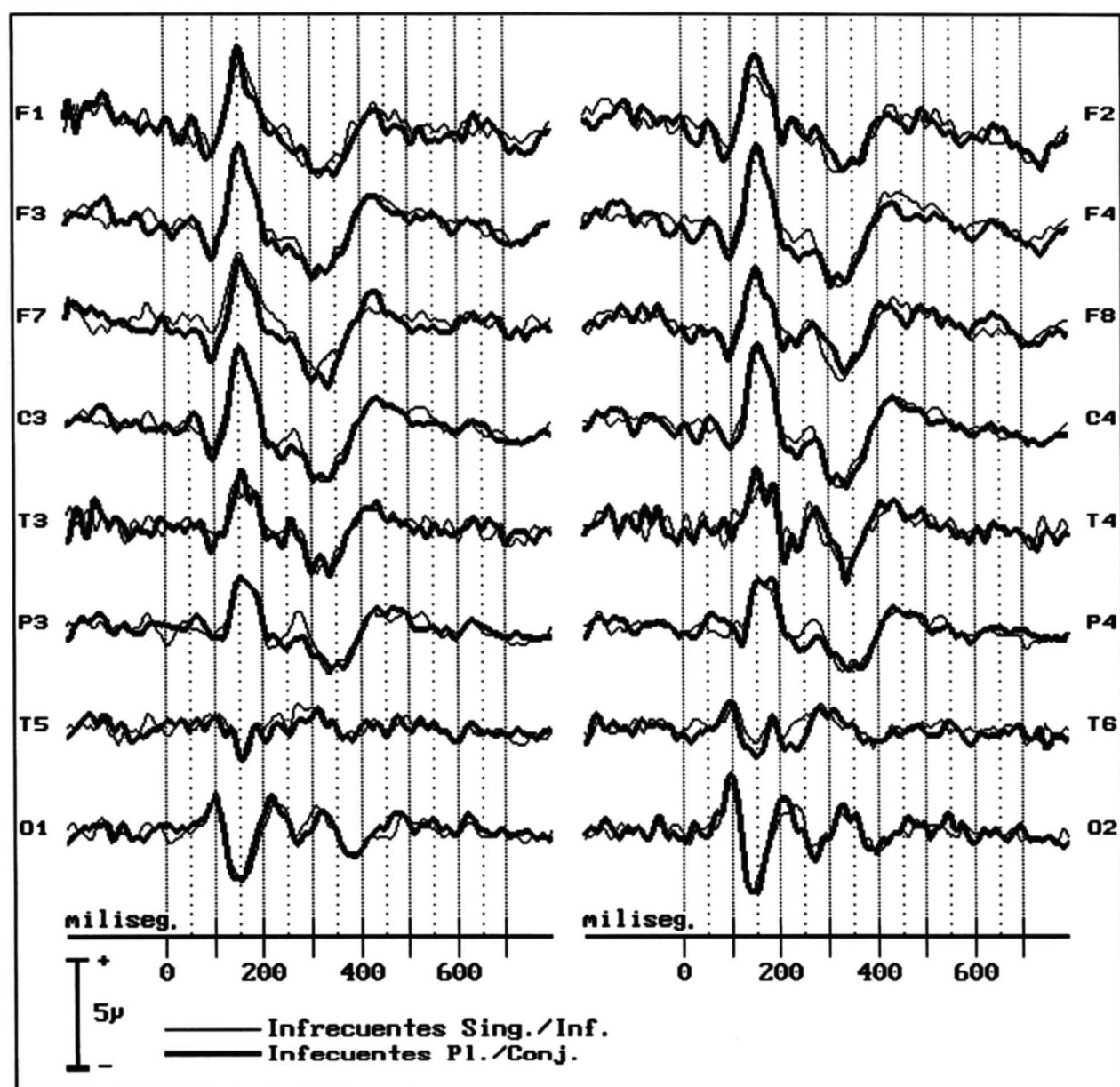


Figura 30. Palabras infrecuentes sin morfología flexiva y palabras infrecuentes con morfología flexiva. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

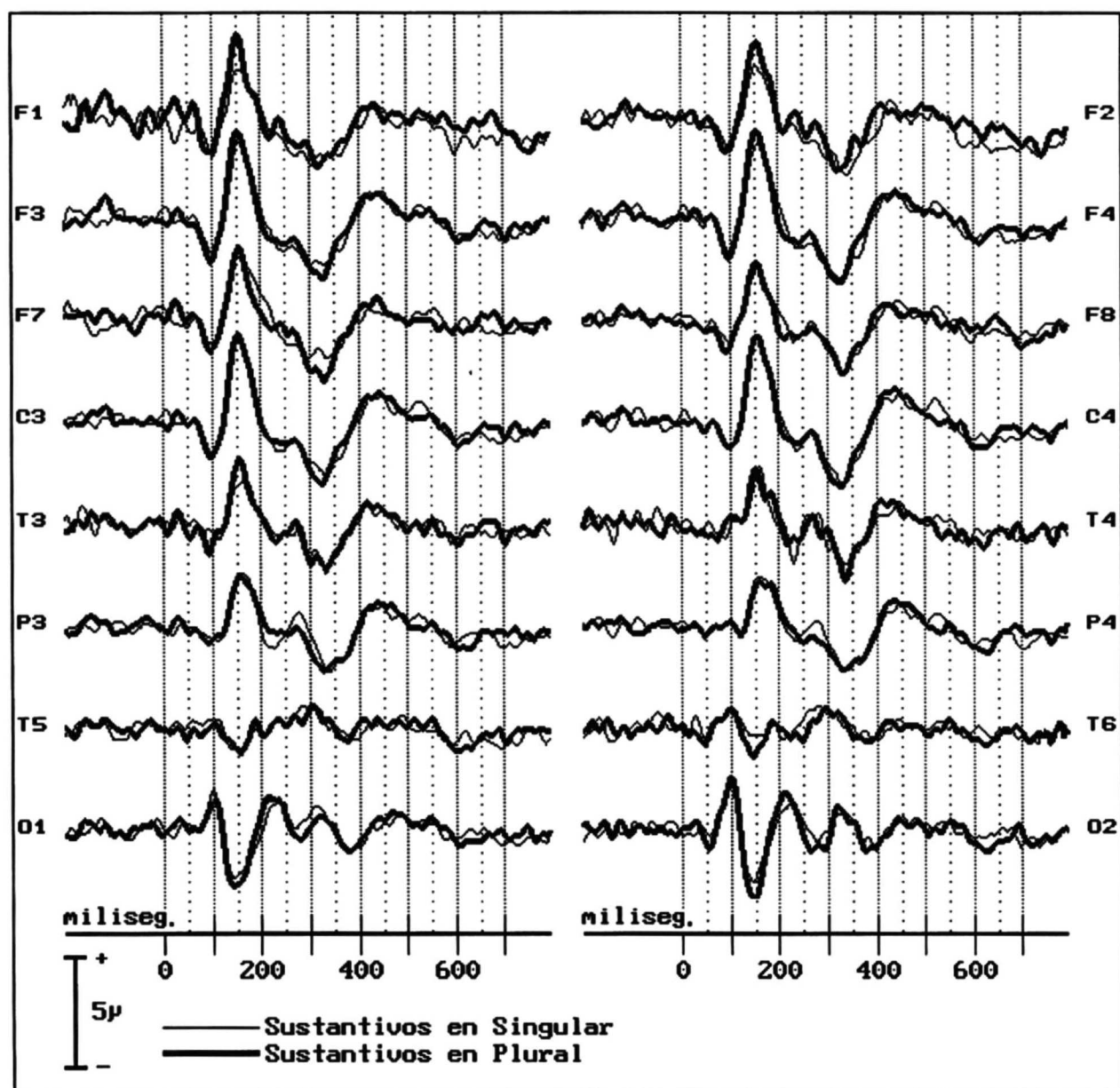


Figura 31. Sustantivos en singular y sustantivos en plural. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

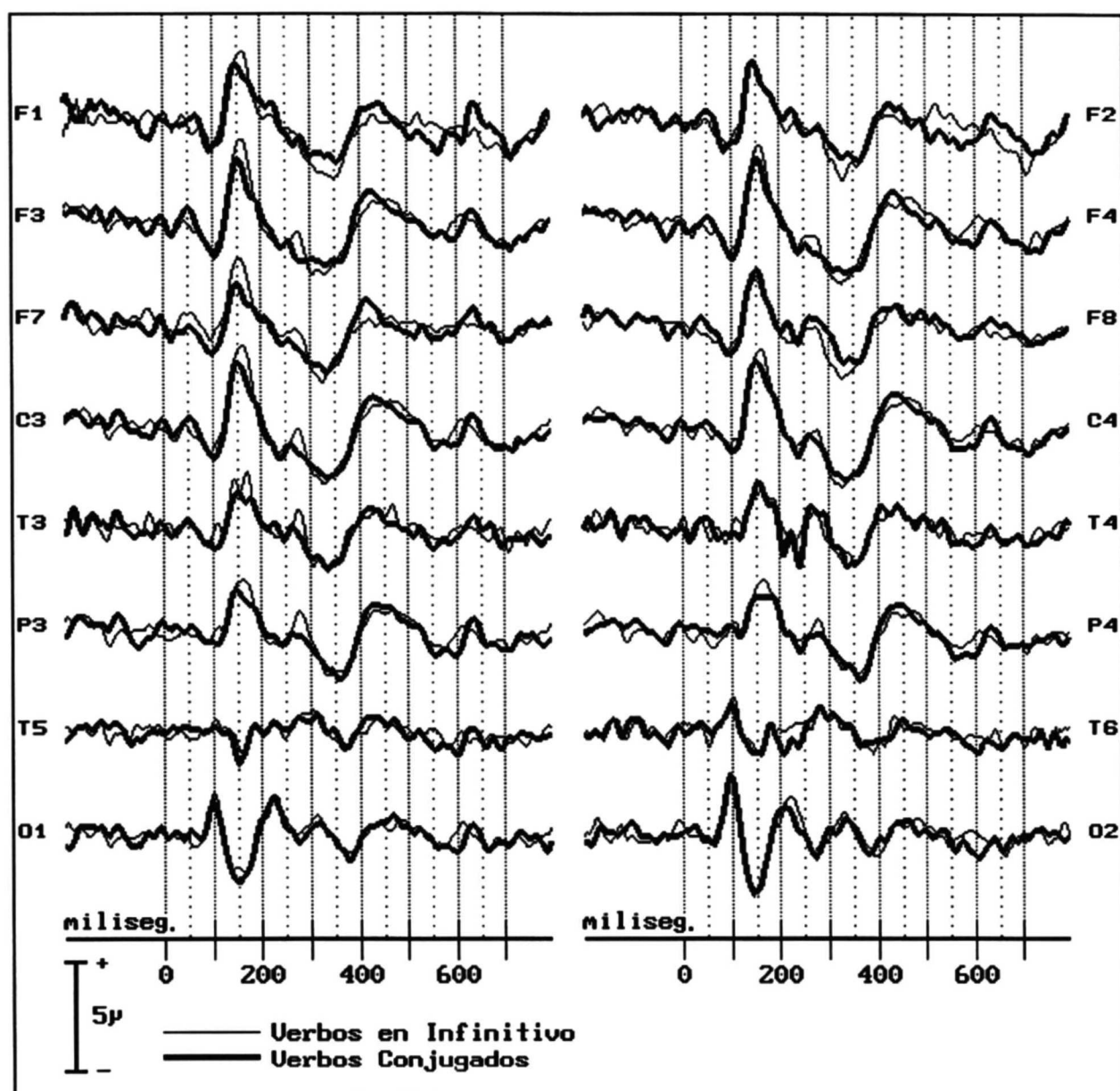


Figura 32. Verbos en infinitivo y verbos conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

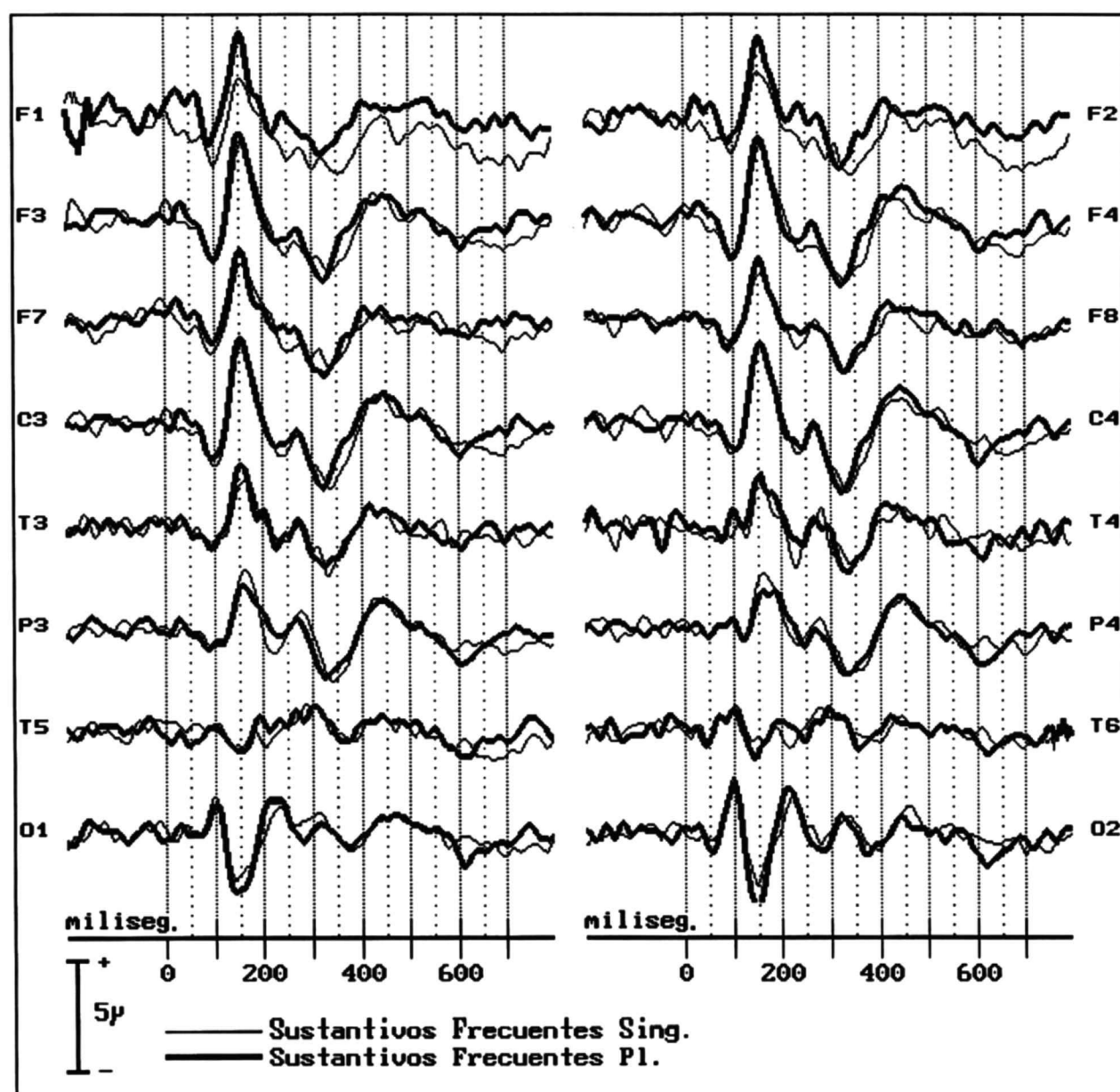


Figura 33. Sustantivos frecuentes en singular y sustantivos frecuentes en plural. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

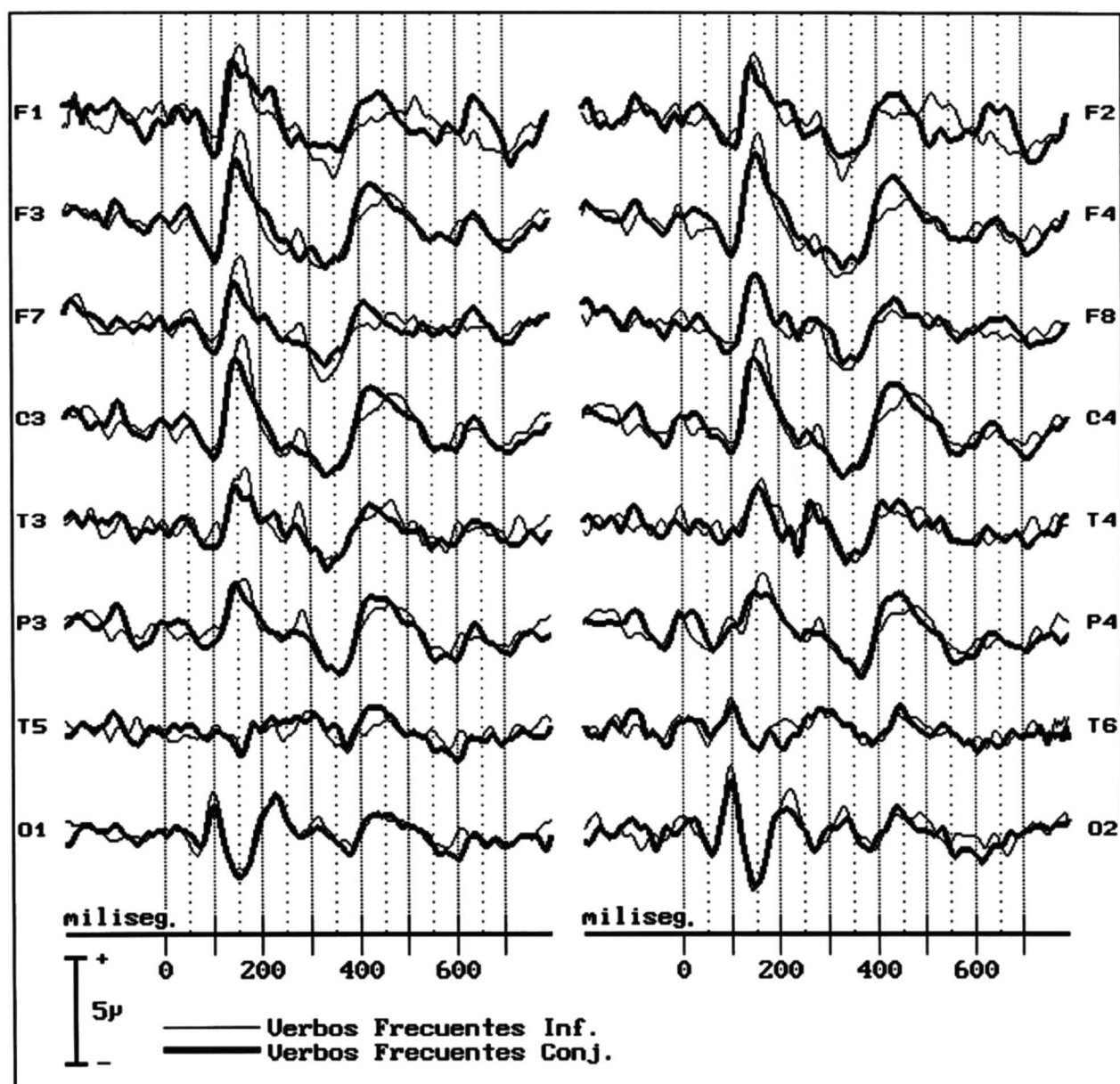


Figura 34. Verbos frecuentes en infinitivo y verbos frecuentes conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

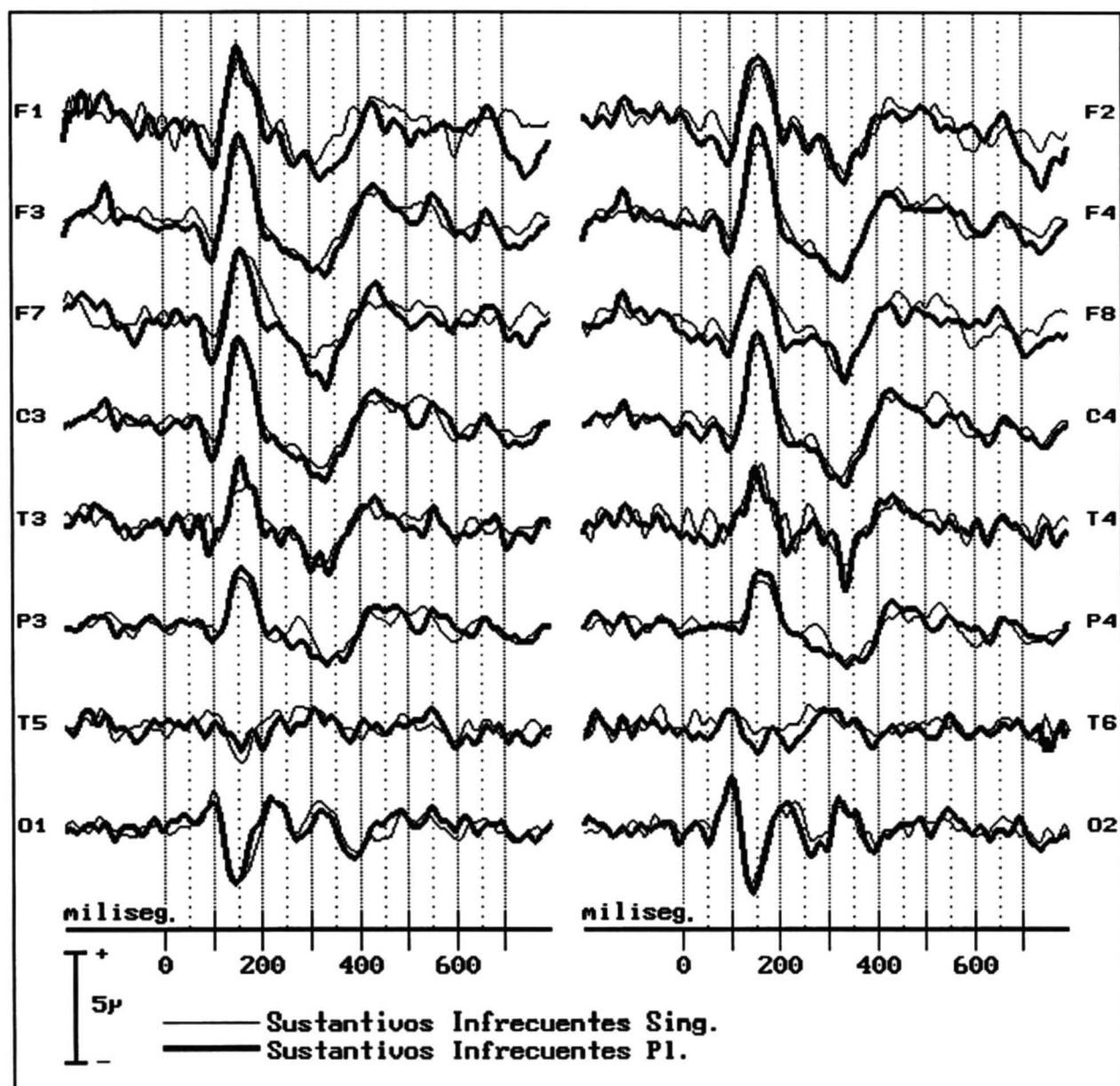


Figura 35. Sustantivos infrecuentes en singular y sustantivos infrecuentes en plural. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

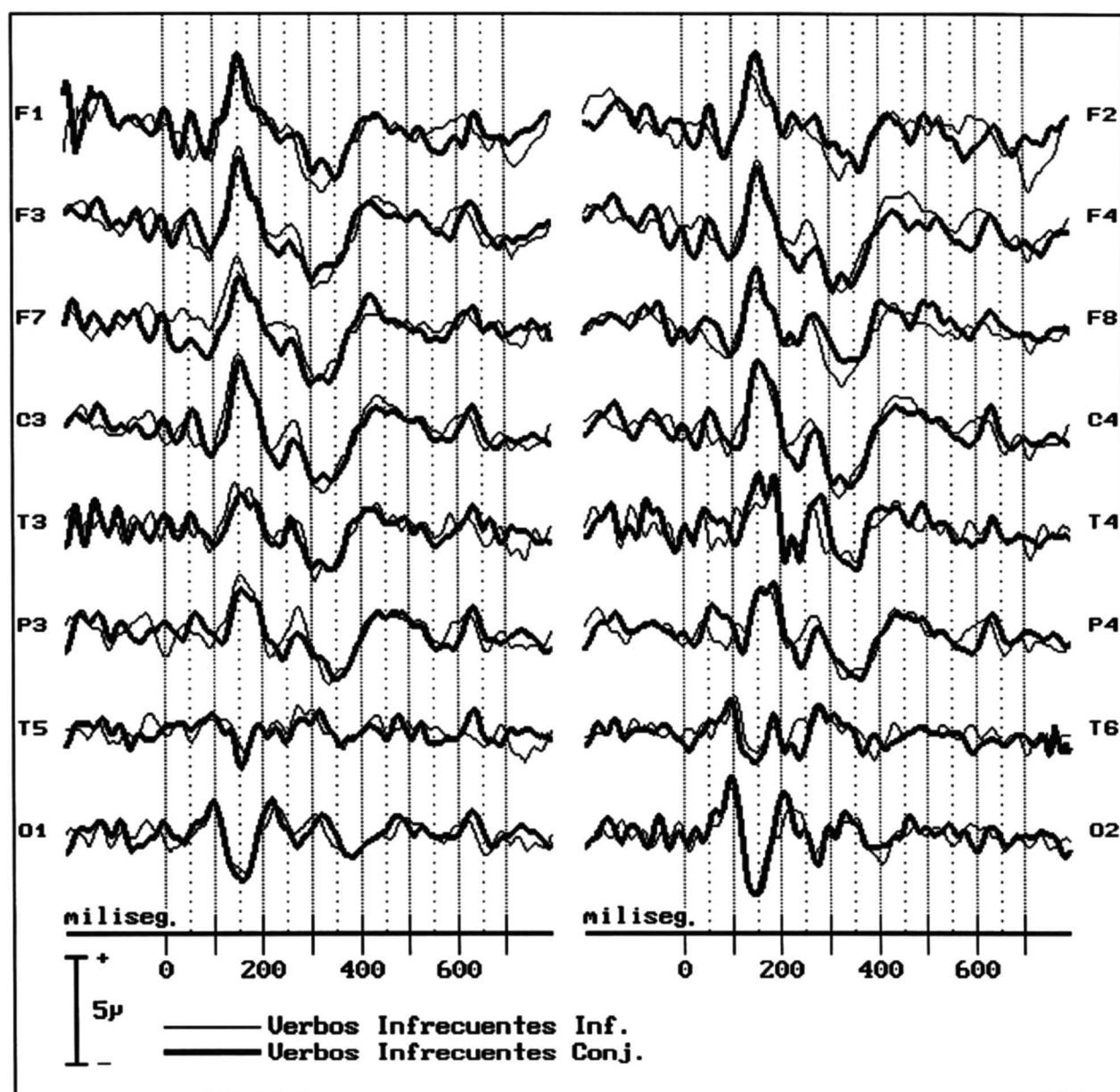


Figura 36. Verbos infrecuentes en infinitivo y verbos infrecuentes conjugados. Potenciales cerebrales obtenidos en dieciséis derivaciones ante ambas clases de estímulos.

(Figura 34; Tabla 27). Conviene observar que el efecto de la morfología se manifiesta de manera diferente en sustantivos y verbos: mientras que en los primeros las palabras sin flexión provocan componentes positivos de mayor amplitud, en los verbos se presenta la situación inversa. Al respecto, es pertinente tomar en consideración los resultados que en esta latencia y en estas derivaciones se obtuvieron al comparar sustantivos y verbos, donde los primeros fueron de mayor amplitud que los segundos. Ambos resultados llevan a la interpretación de que las diferencias más claras entre sustantivos y verbos se obtienen cuando se comparan sustantivos frecuentes en plural y verbos frecuentes conjugados.

En la tercera ventana (200-250 ms) el efecto más claro de la morfología se aprecia en la localización temporal posterior derecha (T6), donde las palabras con flexión provocan una onda negativa de mayor amplitud que la que se asocia con palabras sin morfología flexiva (Figura 28; Tabla 21). Este efecto que aparece en el promedio de las palabras con y sin morfología se presenta sólo en determinadas clases: palabras infrecuentes (Fig. 30; Tabla 23), verbos (Fig. 32; Tabla 25), sustantivos infrecuentes (Fig. 35; Tabla 28) y verbos infrecuentes (Fig. 36; Tabla 29). Al igual que en el caso de los resultados de la segunda ventana, los efectos de la morfología en esta área posterior del hemisferio derecho parecen interactuar con la frecuencia y la categoría gramatical de las palabras. Los resultados del apartado anterior señalaban una mayor amplitud negativa de los componentes asociados en esta latencia con sustantivos frecuentes en singular. Los resultados que ahora

comentamos explican la participación de la morfología en esta latencia y estas derivaciones.

Los resultados anteriores se refieren a la interacción de la morfología con otros factores. Los que se presentan en la cuarta ventana (250-300 ms) se refieren, al parecer, exclusivamente a los efectos de la flexión. Estos constituyen el hallazgo más interesante sobre el efecto de la morfología y se observan con claridad en P3, donde las palabras sin flexión producen una onda positiva de mayor amplitud que la provocada por palabras con flexión. Este efecto es muy sistemático y se registra en todas las comparaciones (Figuras 28-36; Tablas 21-29). Convendría, sin embargo, notar que el efecto es mayor en el caso de las palabras infrecuentes que en el de las frecuentes (Figuras 29 y 30; Tablas 22 y 23), y en el de los verbos que en el de los sustantivos (Figuras 31 y 32; Tablas 24 y 25). Es por eso que el efecto es casi nulo cuando se comparan sustantivos frecuentes en singular y en plural (Figura 33; Tabla 26), y se ve acentuado cuando se comparan sustantivos infrecuentes en singular y en plural (Figura 35; Tabla 28), y verbos infrecuentes en infinitivo y conjugados (Figura 36; Tabla 29).

De acuerdo con lo anterior, el efecto de la morfología se manifiesta en diferentes latencias y localizaciones cerebrales. En las ventanas segunda (100-200 ms) y tercera (200-250 ms) interactúa con otros factores, de modo que sólo tiene efectos sobre ciertas clases de palabras. En la cuarta ventana (250 300 ms) su efecto es sólido y, aunque también está en interacción con otras variables

léxicas, esta interacción se refiere sólo a la magnitud del efecto, pues la morfología se manifiesta en todas las comparaciones posibles.

3. ANALISIS ESTADISTICOS

Los resultados comentados en los apartados anteriores proporcionan una visión general de la forma en que el cerebro reacciona ante los diferentes tipos de estímulos. Tanto los mapeos cerebrales como los PREs con sus respectivas medidas de amplitud y de dispersión permiten identificar y describir los efectos de las distintas condiciones experimentales, pero las hipótesis asociadas con tales factores se demuestran con procedimientos estadísticos. Con este fin, se analizó el efecto que las variables experimentales tienen sobre el promedio de la amplitud de cuatro rangos de latencia:

1a. Ventana: 70-100ms.

2a. Ventana: 100-200 ms.

3a. Ventana: 200-250 ms.

4a. Ventana: 250-300 ms.

Con los promedios de cada ventana se realizaron tres análisis estadísticos (análisis de la varianza de medidas repetidas):

1. Palabras vs Pseudopalabras.- Donde se probaron los efectos de tres factores:

a) Lexicalidad: palabras vs pseudopalabras.

b) Lateralidad: hemisferio izquierdo vs hemisferio derecho.

c) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4,

T5/T6, O1/O2.

2. Pseudopalabras.- Donde se probó el efecto de:

- a) Forma: pseudopalabras terminadas en vocal vs pseudopalabras terminadas en vocál más 's' vs pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e 'ir'.
- b) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4, T5/T6, O1/O2.

3. Palabras.- Donde se probó el efecto de cuatro factores:

- a) Categoría gramatical: sustantivos vs verbos.
- b) Frecuencia: palabras frecuentes vs palabras infrecuentes.
- c) Morfología flexiva: palabras sin flexión (sustantivos en singular, verbos en infinitivo) vs palabras con flexión (sustantivos en plural, verbos conjugados).
- d) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4, T5/T6, O1/O2.

Los resultados completos de los análisis estadísticos pueden consultarse en el Apéndice de este experimento. En lo que sigue presentaré de forma resumida y esquemática los resultados significativos ($p < 0.05$).

En el Cuadro 3 aparecen los resultados sobre los efectos de la derivación y la lateralidad.

La derivación tuvo efectos significativos en todos los rangos de latencia y en todas las condiciones experimentales. Este era un resultado esperado. Indica que la actividad eléctrica que se presenta como respuesta a los estímulos no es homogénea en todas

las áreas cerebrales.

Cuadro 3. Efectos estadísticos significativos de las variables asociadas con la localización cerebral (derivación y lateralidad).

EFEECTO	VENTANA	CONDICIONES EXPERIMENTALES
DERIVACION	1 ^a a 4 ^a (70-300 ms)	TODAS
LATERALIDAD	1 ^a (70-100 ms)	O1/O2: Palabras y pseudopalabras
	4 ^a (250-300) ms	Fp1/Fp2: Palabras y pseudopalabras F7/F8: Palabras y pseudopalabras T3/T4: Palabras y pseudopalabras

Al probar el efecto de la lateralidad se pretendía demostrar diferencias entre las áreas cerebrales izquierdas y derechas. En este caso, los resultados significativos se registraron sólo en las ventanas y en los pares de derivaciones que se indican en el cuadro. Cabe notar que estos efectos se demostraron tanto en el caso de las palabras como en el de las pseudopalabras.

El Cuadro 4 proporciona los resultados sobre el efecto de las variables lingüísticas. El papel que éstos desempeñan en la demostración de las hipótesis de este experimento se discutirá en el apartado dedicado a las conclusiones.

Cuadro 4. Efectos estadísticos significativos de las variables asociadas con los estímulos en las latencias analizadas.

LATENCIA	EFEECTO
1ª VENTANA 70-100 ms	Lexicalidad: P3, T5. Forma de las pseudopalabras: O1. Frecuencia: O1, T5, P3 ¹ , F7 ² .
2ª VENTANA 100-200 ms	Categoría gramatical: F3, F4 ³ , F8 ³ .
3ª VENTANA 200-250 ms	Forma de las pseudopalabras: Todas las derivaciones. Frecuencia: Todas las derivaciones ⁴ .
4ª VENTANA 250-300 ms	Frecuencia: Todas las derivaciones ⁵ . Morfología: P3.

¹ En palabras con morfología flexiva.

² En palabras sin morfología flexiva.

³ En palabras infrecuentes.

⁴ Efecto estadístico significativo, pero marginal: $p=0.049$.

⁵ Efecto estadístico no significativo, pero cercano a la significatividad: $p=0.052$.

4. MAPEO DE LAS RESPUESTAS ELECTRICAS CEREBRALES

ASOCIADAS CON LAS DIFERENTES CLASES DE ESTIMULOS.

En los apartados anteriores se han presentado los resultados obtenidos en forma de PRES y promedios de amplitud de las cuatro ventanas analizadas en relación con las diferentes clases de estímulos. Con ellos ha sido posible establecer las comparaciones pertinentes para verificar, en cada ventana de latencia, las hipótesis relativas a los factores investigados: derivación, lateralidad, lexicalidad, forma de las pseudopalabras, categoría gramatical y morfología flexiva. Se han proporcionado también los

análisis estadísticos y se ha hecho una exposición sumaria de los resultados significativos. Con base en tales antecedentes, en este subcapítulo comento, desde una perspectiva espacial, topográfica, la forma en que los hallazgos significativos se manifiestan en la actividad eléctrica cerebral total.

Como antes he dicho, esta técnica permite apreciar con mayor objetividad los resultados que se obtienen en forma de potenciales o promedios de amplitud para las ventanas analizadas. Además, al proporcionar una visión en conjunto de la actividad eléctrica de todas las localizaciones cerebrales donde se obtiene el registro, y calcular la actividad eléctrica de las regiones del cerebro que se encuentran entre ellas, es posible la observación de fenómenos relacionados con la distribución espacial de la actividad eléctrica que serían casi imposibles de notar sin este recurso. Las convenciones para interpretar esta forma de representación también las he expuesto antes: las mitades superior e inferior de cada mapeo corresponden, respectivamente, con las regiones anterior y posterior del cráneo; los lados derecho e izquierdo corresponden a los hemisferios cerebrales respectivos; el voltaje se representa con una escala de color, en la cual la actividad eléctrica positiva de mayor amplitud es roja (o blanca, en la impresión con grises); la de mayor amplitud negativa, azul (u oscura). Ahora conviene llamar la atención sobre el hecho de que en las siguientes figuras se presenta el promedio de amplitud en las ventanas de latencia señaladas, y no, como se hizo en las figuras 3-7, el mapeo de la actividad eléctrica en puntos específicos de latencia. Los

comentarios que a continuación haré remitirán con frecuencia a la localización de los puntos de registro, presentados en la figura 1.

4.1. PRIMERA VENTANA (70-100 milisegundos).

En la figura 37 se muestra el mapeo eléctrico cerebral (MEC) de la actividad registrada ante palabras y pseudopalabras. Se aprecia que en ambos casos la actividad occipital derecha es de mayor amplitud que la izquierda y que, mientras las áreas posteriores tienden al voltaje positivo, las anteriores lo hacen hacia el negativo. Las diferencias entre ambos tipos de estímulos se localizan en el área parieto-temporal izquierda (P3, T5), donde las palabras provocan actividad negativa de mayor voltaje que las pseudopalabras. Esto hace que sólo en el caso de las palabras exista asimetría entre la actividad parieto-temporal derecha e izquierda. Se observa también que en la región anterior y central la actividad negativa es más pronunciada en el caso de las palabras.

En la figura 38 aparece el MEC asociado con pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' o 'ir', y terminadas en vocal más 's'. Los resultados estadísticos demostraron diferencias significativas en el área occipital izquierda (O1). En la figura se observa con claridad que en esta región las pseudopalabras terminadas en vocal más 's' provocan respuestas positivas de mayor amplitud que las terminadas en -ar,er,ir. Además de esto, puede notarse que en el área parieto-temporal izquierda (P3, T5) estas últimas provocan un patrón de actividad tendiente a la negatividad, muy claro en P3,

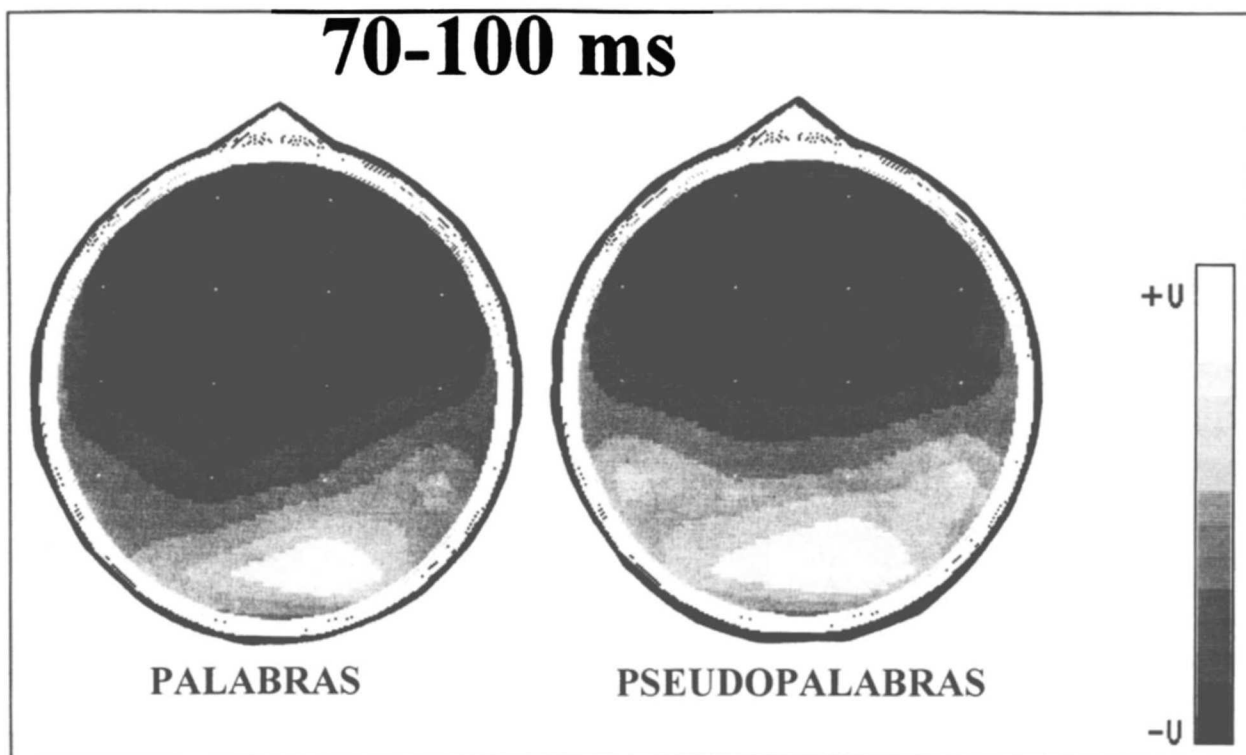


Figura 37. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 70 y los 100 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras y pseudopalabras.

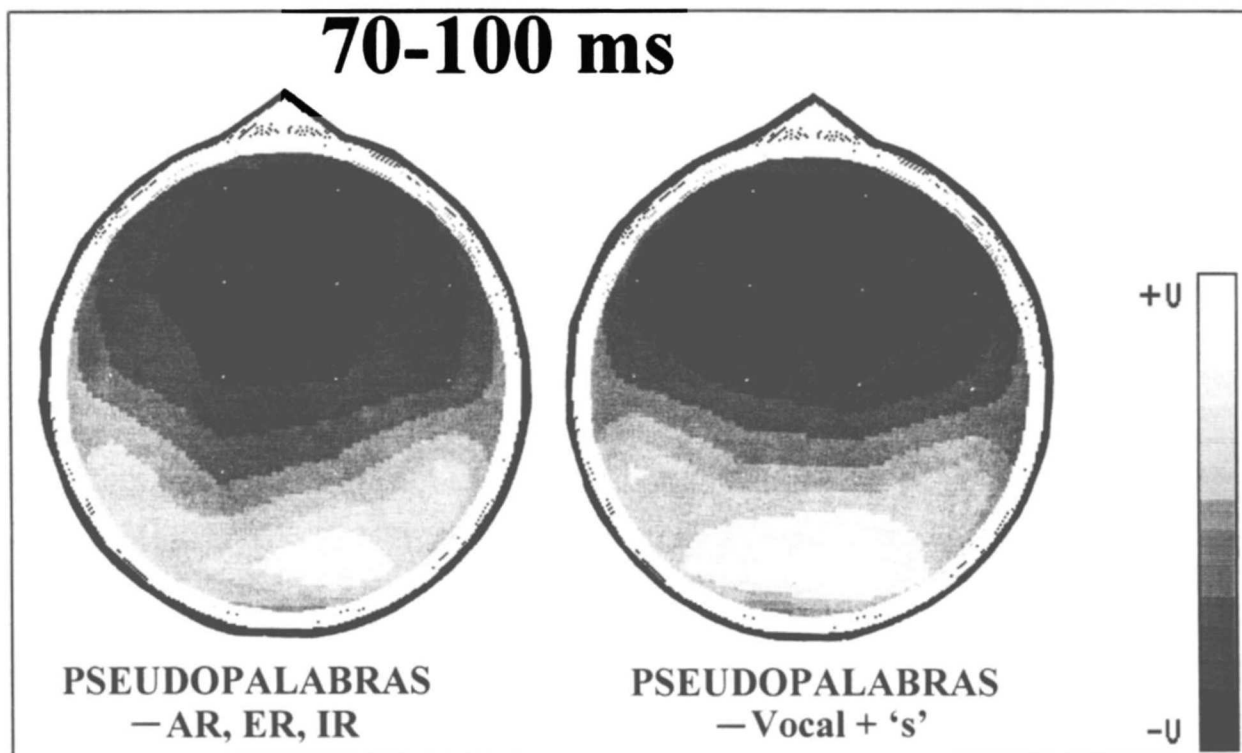


Figura 38. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 70 y los 100 milisegundos: pseudopalabras -ar,er,ir y pseudopalabras -Vocal + 's'

que no se presenta en la otra clase de pseudopalabras. Estos resultados ponen de manifiesto un fenómeno que no se había hecho tan evidente con los análisis anteriores, el cual consiste en la semejanza de respuestas entre palabras (Figura 37) y pseudopalabras -ar,er,ir (Figura 38) en el área parieto-temporal izquierda.

En la figura 39 se exponen los MECs de las respuestas asociadas con palabras frecuentes e infrecuentes. Las diferencias en el área témporo-occipital izquierda (T5, O1) entre unas y otras son claras. Además, puede observarse que la actividad negativa de las áreas anteriores se lateraliza a la izquierda en las palabras frecuentes involucrando el área parietal (P3). Esto hace que las diferencias entre ambas clases de palabras pueda caracterizarse con los mismos términos con que se describieron las diferencias entre palabras y pseudopalabras, y las diferencias entre las dos clases de pseudopalabras: actividad negativa en el área parieto-témporo-occipital izquierda (P3, T5, O1) de mayor amplitud en el caso de las palabras frecuentes.

Las imágenes de las tres figuras permiten concluir que la actividad eléctrica del área posterior del hemisferio izquierdo (P3, T5, O1) se asocia con los factores de lexicalidad, forma de las pseudopalabras y frecuencia de las palabras. Los resultados se integran de manera coherente en una escala que evalúe la tendencia a la negatividad de esta región, con la consecuente asimetría izquierda-derecha, y que la asocie con propiedades léxicas de los estímulos. En esta escala, de mayor a menor negatividad de la región mencionada, los estímulos se ordenarían así: palabras

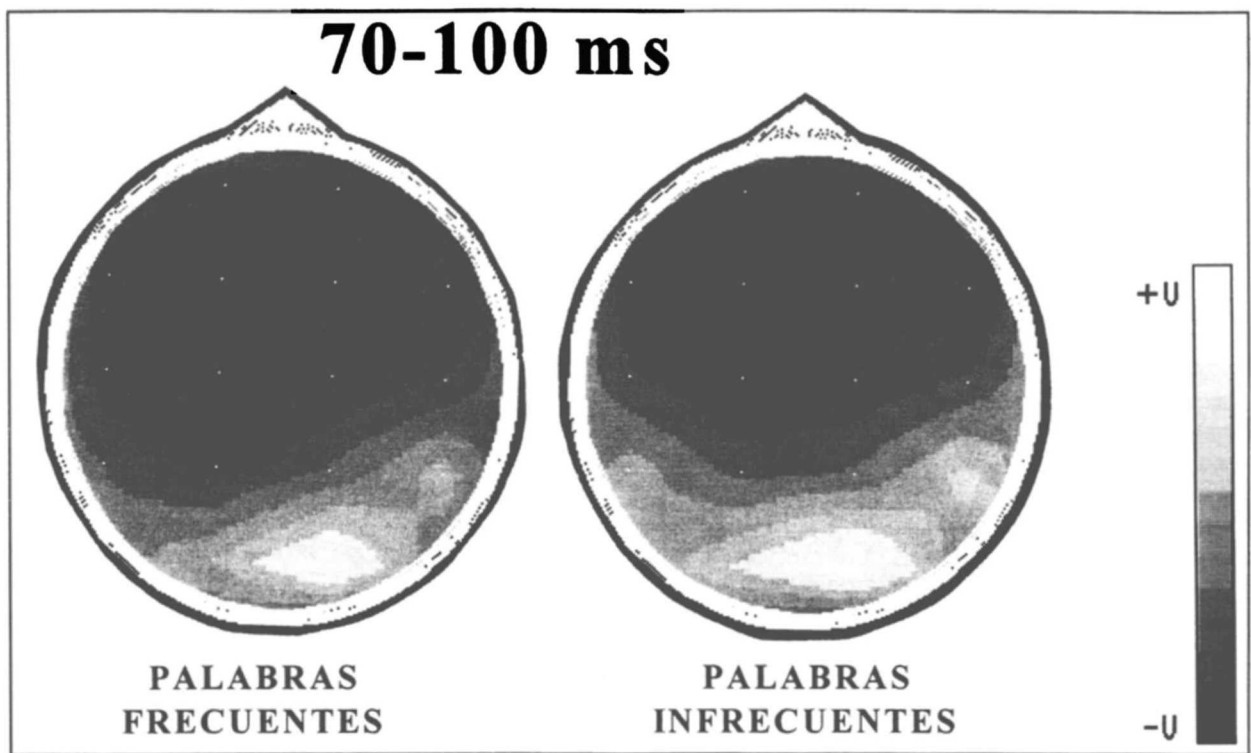


Figura 39. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 70 y los 100 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras frecuentes y palabras infrecuentes.

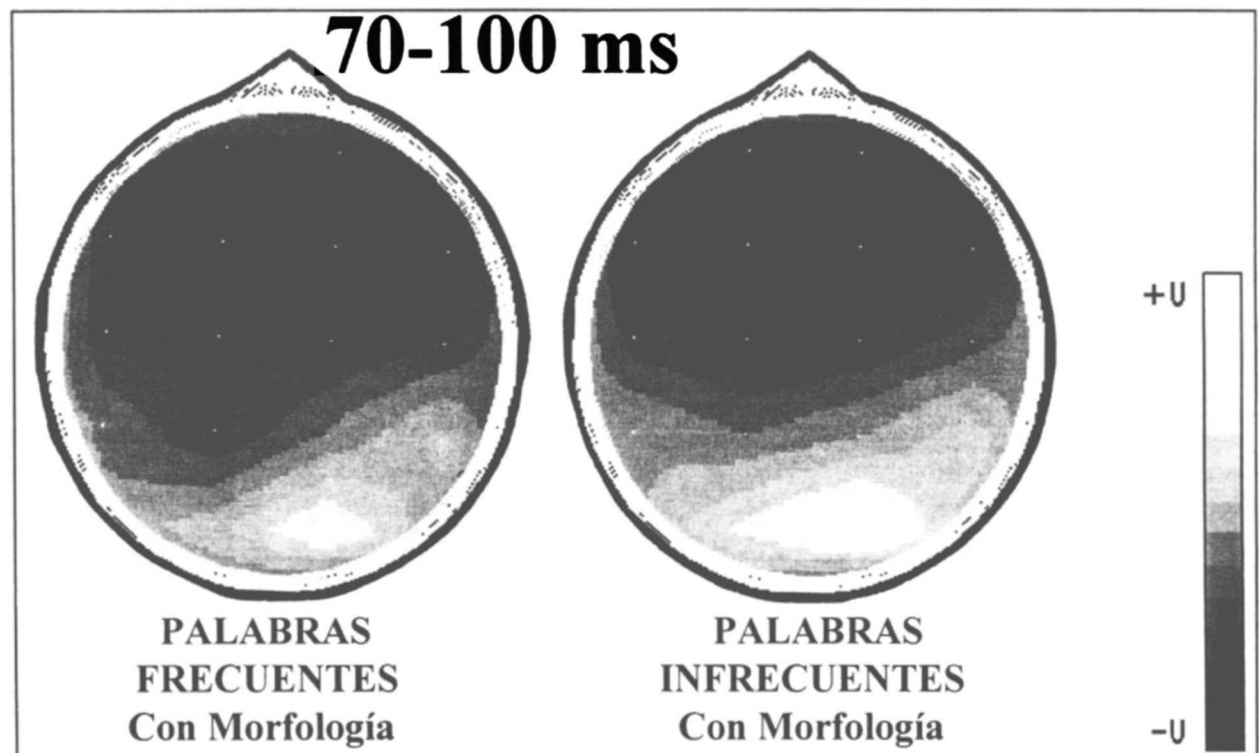


Figura 40. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 70 y los 100 milisegundos posteriores a la estimulación: Palabras con morfología flexiva frecuentes e infrecuentes.

frecuentes, palabras infrecuentes, pseudopalabras -ar,er,ir, pseudopalabras -Vocal + 's'; como las palabras y las pseudopalabras representan el promedio de las subclases que las constituyen, se ubicarían en medio de las clases respectivas. Es decir, si se atiende a la actividad de P3, T5 y O1, las diferencias más notables se observan entre palabras frecuentes y pseudopalabras -Vocal + 's'; estas diferencias se atenúan al comparar palabras infrecuentes y pseudopalabras -ar,er,ir. Simplificando lo anterior, puede decirse que la negatividad registrada en esta área está en función de la facilidad --aunque el término es impropio-- con que se reconoce un estímulo o partes de él, ya sea por su frecuencia de empleo o por los elementos formales que lo constituyen.

Los MECs de la figura 40, donde se comparan palabras con morfología flexiva frecuentes e infrecuentes, complementan lo que se acaba de comentar. Las diferencias entre ambas clases de palabras se describen tal como se han explicado los efectos de la frecuencia. Sin embargo, conviene recordar que tal efecto fue significativo en P3 en este caso y no en el de las palabras sin morfología flexiva. De modo que la frecuencia interactúa con la morfología en el reconocimiento de las palabras sólo en esta localización. Este fenómeno es importante porque indica que en esta zona hay cierta especialización para procesos que tienen que ver con aspectos propiamente lingüísticos. Me limito a señalar el hecho y a adelantar que será comentado posteriormente.

Finalmente, haré algunas observaciones sobre el patrón de actividad negativa de las regiones anteriores del cerebro que en

esta latencia se asocia con las diferentes clases de estímulos. Aunque los resultados estadísticos no fueron significativos, es interesante notar que la negatividad es mayor en las palabras que en las pseudopalabras, y, en estas últimas, mayor en las terminadas en 'ar', 'er', 'ir' (Figuras 37 y 38). Con respecto a esta negatividad asociada con las palabras, las imágenes mostradas en las figuras 39 y 40 revelan que la negatividad que ocurre en las regiones anteriores (Fp1 y Fp2) se relaciona con el procesamiento de las palabras infrecuentes, en tanto que la que se presenta en las regiones centrales (F3, F4, C3) parece asociarse con las frecuentes.

4.2. SEGUNDA VENTANA (100-200 milisegundos).

En la figura 41 se muestran los MECs asociados con el procesamiento de palabras y pseudopalabras entre los 100 y los 200 ms posteriores a la estimulación. Se advierte que el patrón de actividad es opuesto al que se presenta entre los 70 y los 100 ms. Ahora, las áreas anteriores tienden a la positividad y las posteriores a la negatividad. La forma en que ocurre esta transición se ha mostrado y comentado anteriormente (Figuras 2 y 3).

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas a palabras y pseudopalabras. Sin embargo, en la figura 41 se observa que la región anterior e izquierda (Fp1, F3 y F7) reacciona de distinta forma a unas y otras. La amplitud es menor en el caso de las pseudopalabras, lo que hace que en ellas haya una

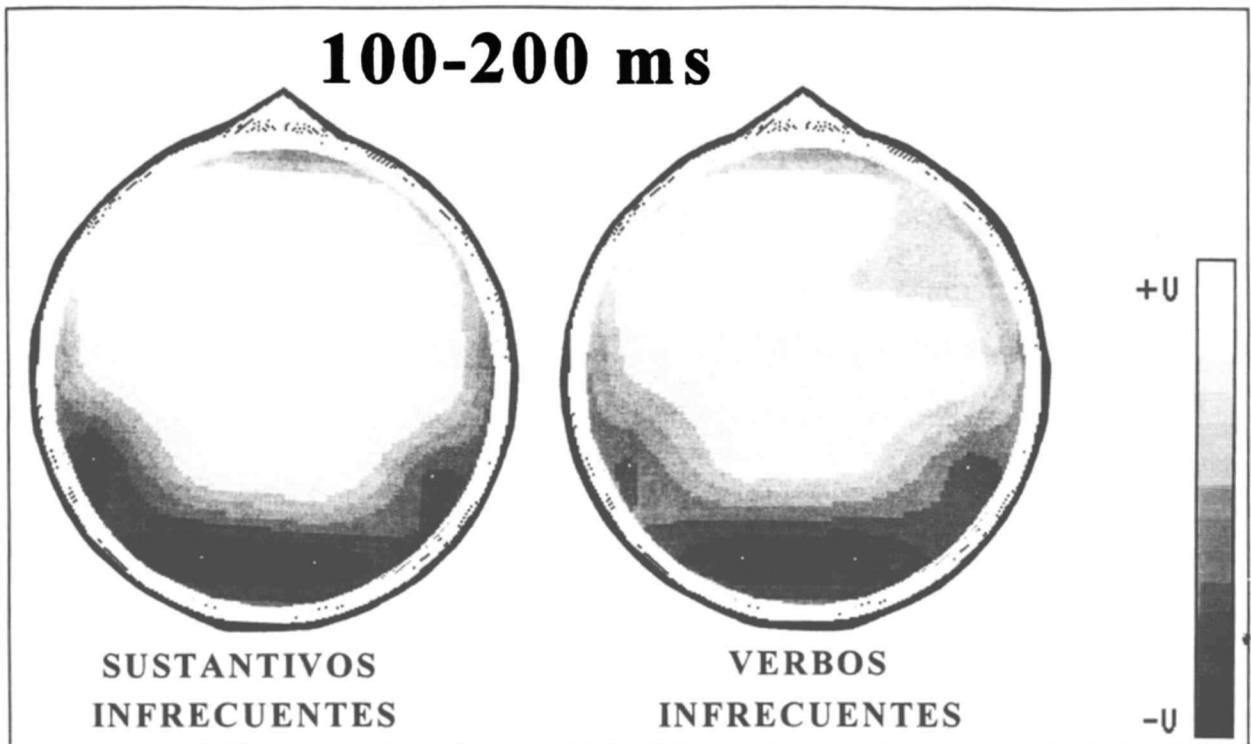


Figura 43. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 100 y los 200 milisegundos posteriores a la estimulación: sustantivos y verbos infrecuentes.

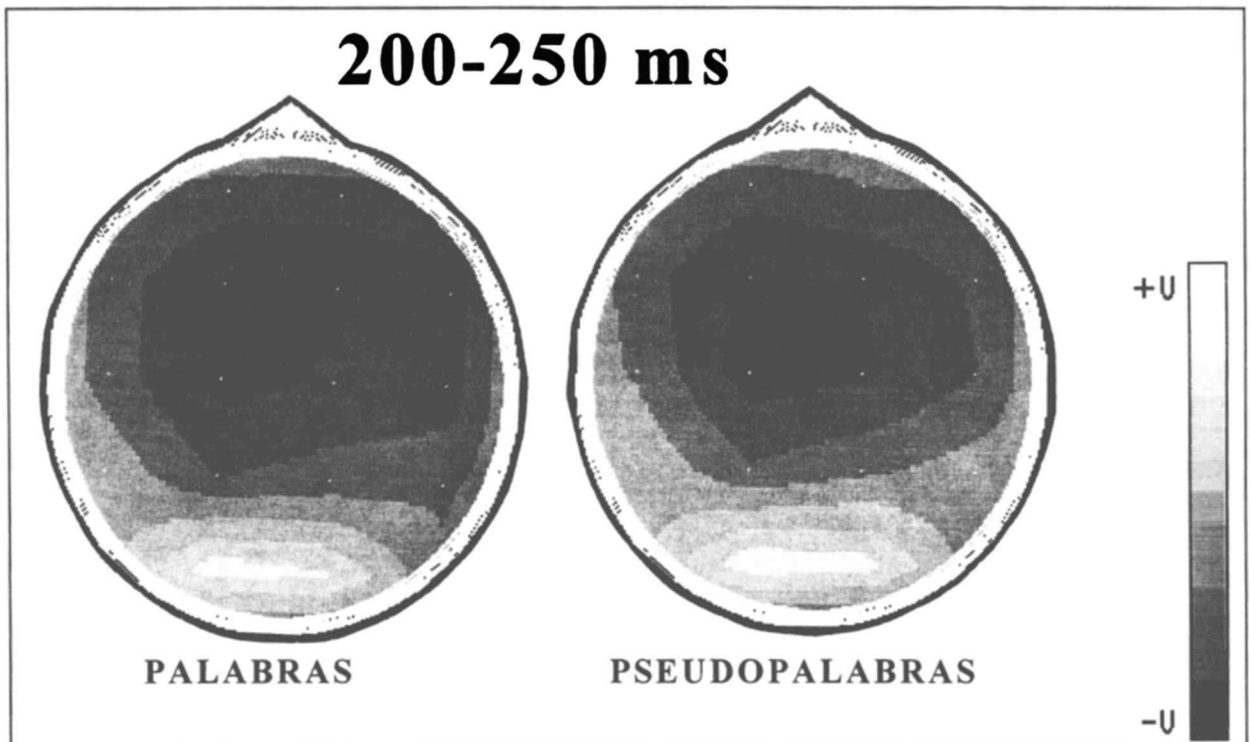


Figura 44. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras y pseudopalabras.

clara asimetría entre las regiones anteriores derecha e izquierda.

Es conveniente, en este momento, explicar que las diferencias entre clases de estímulos pueden demostrarse, o no, en distintas latencias de los potenciales, y que el hecho de que haya diferencias significativas entre palabras y pseudopalabras en la primera ventana (70-100 ms) no determina necesariamente que éstas continúen manifestándose en latencias posteriores. Aunque quizá parece un contrasentido, esta situación posee una explicación lógica. En primer lugar, debe tomarse en consideración que diferentes áreas del cerebro se asocian con distintos procesos perceptuales o cognoscitivos, y que la teoría que explica la percepción, reconocimiento y evaluación de los estímulos establece que los procesos ocurren en diferentes momentos. En este marco conceptual, no es un hallazgo inesperado que los factores que se investigan, como lexicalidad y frecuencia, se manifiesten de manera puntual en una región cerebral y en un lapso determinados. En segundo lugar, hay que tener en cuenta la manera en que los datos se procesan en los análisis estadísticos. El modelo ha sido expuesto en el apartado correspondiente; de acuerdo con él, las hipótesis sobre el efecto de los factores se prueban con un diseño particular que establece sólo ciertas comparaciones viables. Es decir, las clases de estímulos no se comparan con pruebas ad hoc o selecciones arbitrarias. Las consecuencias de ser coherentes con esta forma de proceder se manifiestan en los resultados. Así, las palabras se comparan con las pseudopalabras sin tomar en consideración las propiedades léxicas o formales de los estímulos;

o sea, nunca se realiza la comparación entre pseudopalabras y sustantivos, o entre palabras infrecuentes y pseudopalabras terminadas en vocal: los efectos de las variables de palabras y pseudopalabras se prueban sólo en las clases correspondientes. Ahora bien, en relación con el caso que se comenta en este apartado, se recordará que entre los 100 y los 200 ms se registró un efecto significativo de la categoría gramatical de las palabras. Este hecho hace que en los datos haya una varianza importante, explicada justamente por el efecto de tal factor, y que, al comparar la clase total de palabras frente a la de pseudopalabras, la gran varianza de la primera impida alcanzar resultados estadísticos significativos.

En la figura 42 se compara el MEC asociado con sustantivos y con verbos. Las diferencias más notables se localizan en la región anterior del cráneo, donde los sustantivos provocan respuestas positivas de mayor amplitud; situación que se evidencia con mayor claridad en las regiones laterales, F7, T3, F8 y T4, sobre todo en las dos últimas, que se localizan en el hemisferio derecho.

Los efectos anteriores se exageran al comparar sustantivos y verbos infrecuentes (Figura 43). Además de lo ya mencionado, estas clases de palabras se distinguen por la actividad que provocan en las regiones frontales del hemisferio derecho. La de los verbos infrecuentes es de considerable menor amplitud, por lo que, en su imagen, la actividad positiva se lateraliza significativamente al hemisferio izquierdo. En los sustantivos infrecuentes, en cambio, no hay asimetrías aparentes.

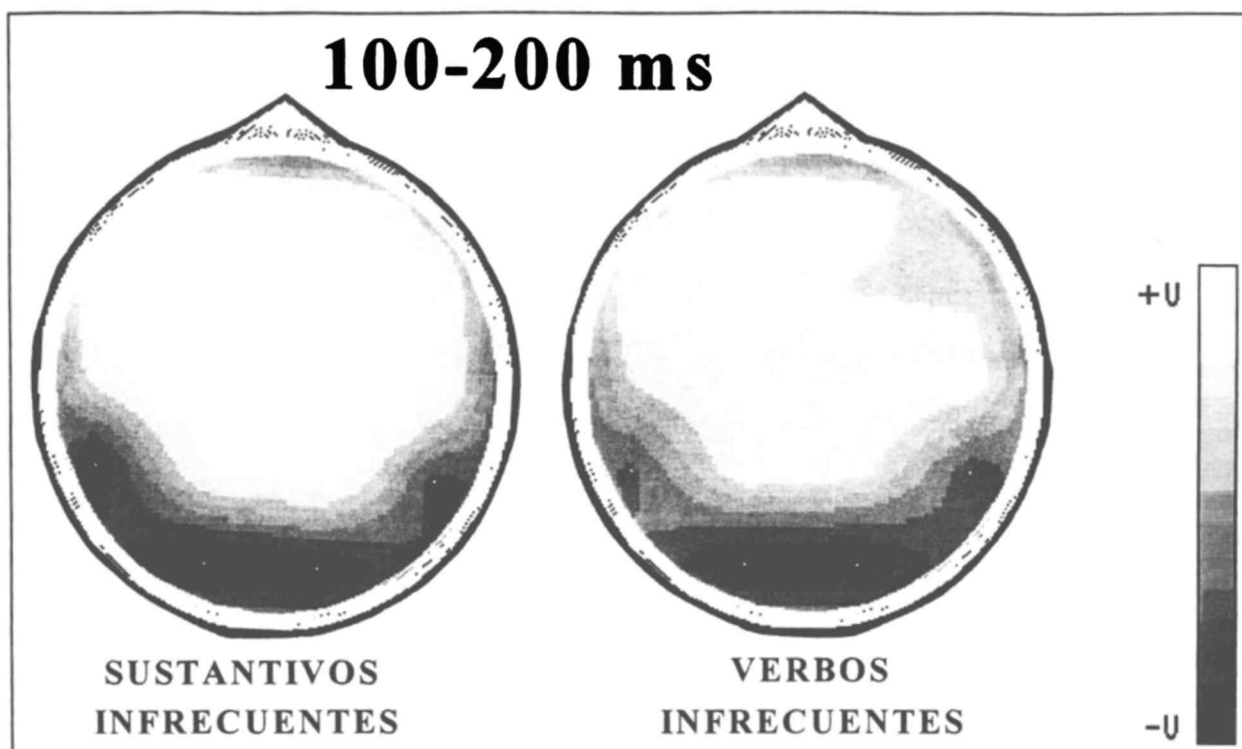


Figura 43. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 100 y los 200 milisegundos posteriores a la estimulación: sustantivos y verbos infrecuentes.

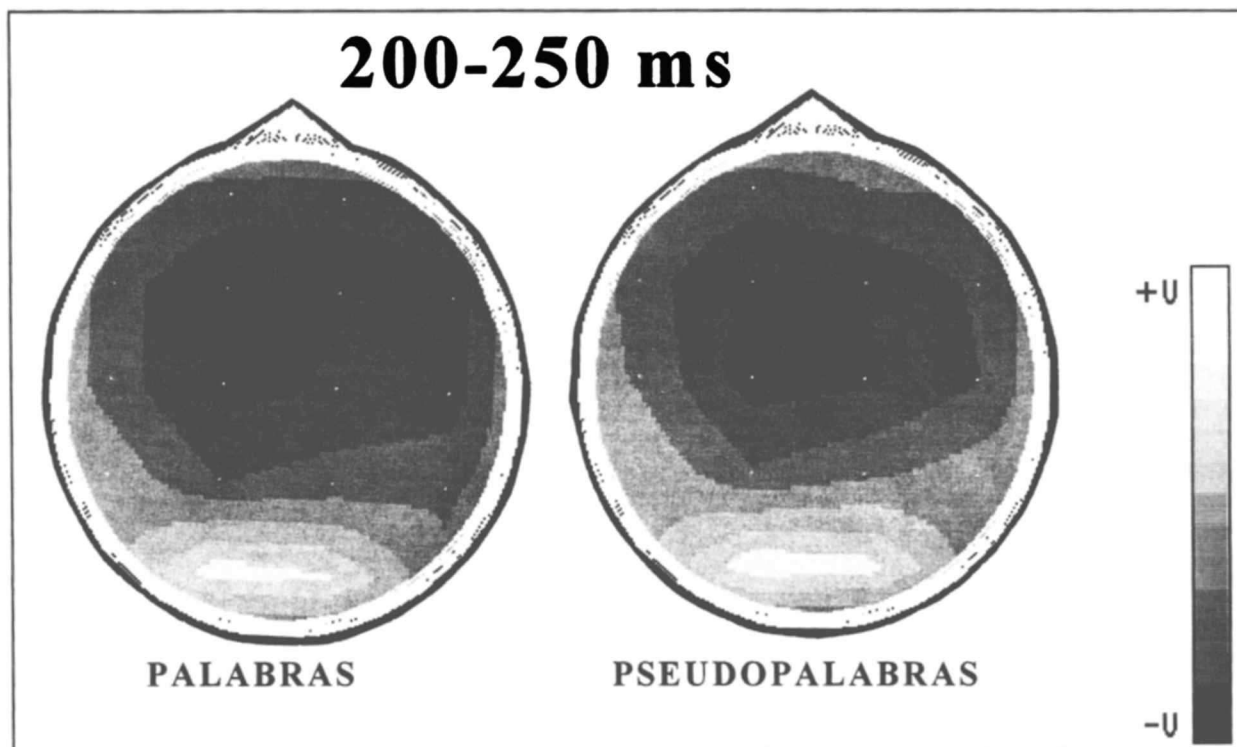


Figura 44. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras y pseudopalabras.

Resumiendo lo anterior, pude decirse que entre los 100 y los 200 ms los efectos de las variables investigadas se manifiestan en las regiones anteriores del cráneo. Aunque no es estadísticamente significativa, la diferencia entre palabras y pseudopalabras tiende a presentarse en el hemisferio izquierdo. En cambio, las diferencias significativas entre sustantivos y verbos se localizan en ambos hemisferios. De manera particular, en el caso de las palabras infrecuentes, los verbos se caracterizan por la escasa amplitud que provocan en la región frontal derecha.

4.3. TERCERA VENTANA (200-250 milisegundos).

En este rango de latencia se presenta una nueva inversión de polaridad: las áreas anteriores del cráneo vuelven a ser negativas; las posteriores, positivas.

En la figura 44 se exponen los MECs asociados con palabras y pseudopalabras. Aunque tampoco en esta latencia hubo diferencias estadísticamente significativas, en la región anterior lateral derecha (F8, C4) es posible apreciar una discreta disminución de la actividad negativa asociada con pseudopalabras.

De acuerdo con los análisis estadísticos, hubo en las pseudopalabras efectos significativos de la forma en todas las derivaciones. En efecto, en la figura 45, donde se comparan los MECs asociados con dos tipos de pseudopalabras, se ven respuestas muy diferentes que, grosso modo, pueden caracterizarse así: las pseudopalabras -ar,er,ir provocan en las regiones anteriores respuestas más negativas que las pseudopalabras -Vocal + 's'; estas

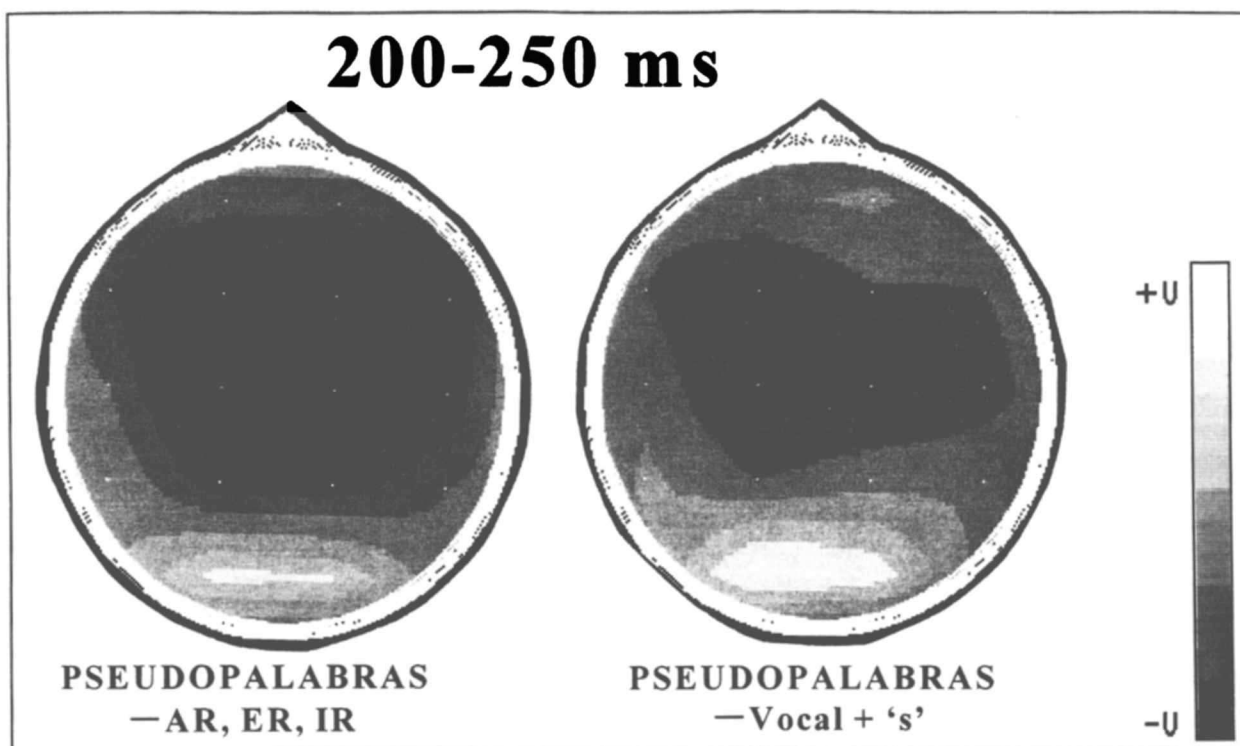


Figura 45. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos: pseudopalabras -ar,er,ir y pseudopalabras -Vocal + 's'.

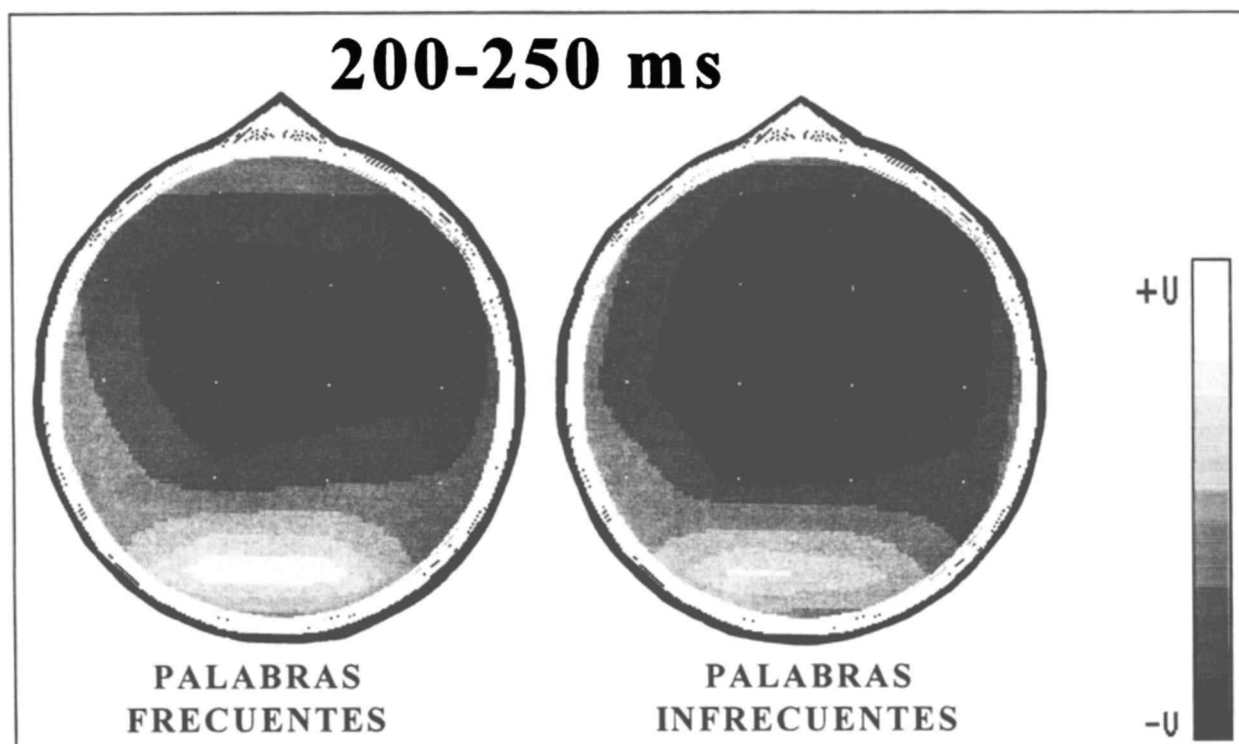


Figura 46. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras frecuentes y palabras infrecuentes.

últimas, por su parte, provocan en las regiones posteriores respuestas positivas de mayor voltaje.

En la clase de las palabras, hubo en esta latencia efectos significativos de la frecuencia. En la figura 46 se comparan las respuestas a palabras frecuentes e infrecuentes. Las diferencias entre ellas pueden caracterizarse en función de la amplitud y la distribución topográfica de la actividad eléctrica negativa de las regiones anteriores y centrales del cerebro, que son más negativas e involucran una mayor extensión del hemisferio derecho en el caso de las palabras infrecuentes.

En esta latencia se registraron efectos significativos de la morfología y la categoría gramatical en la región témporo-occipital derecha. Los de la morfología se manifestaron en T6. El análisis de la interacción demostró que tal efecto se localiza en T4, T6 y O2 al comparar verbos frecuentes en infinitivo y conjugados. En la figura 47 aparecen los MECs de estas dos clases de palabras. Se observa, en efecto, que en la región posterior derecha los verbos en infinitivo provocan un voltaje positivo de mayor amplitud. Por otra parte, los análisis estadísticos restringen el efecto de la categoría gramatical a T4 y T6 cuando se comparan palabras frecuentes sin morfología flexiva. En la figura 48, donde se muestra esta comparación, se aprecia que los verbos frecuentes en infinitivo se distinguen de los sustantivos frecuentes en singular por los mismos rasgos que comentamos respecto a la comparación anterior: voltaje positivo de mayor amplitud de los primeros en la región posterior del hemisferio derecho. Estos efectos de la

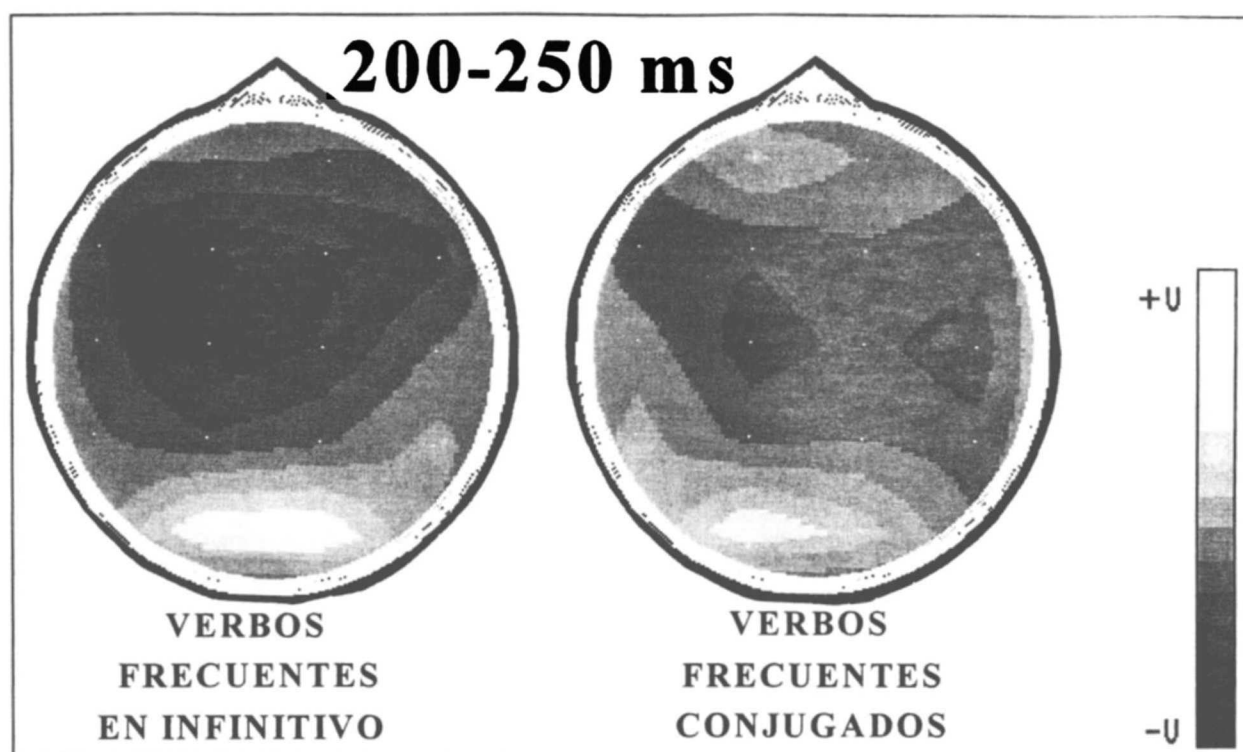


Figura 47. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos: Verbos frecuentes en infinitivo y verbos frecuentes conjugados.

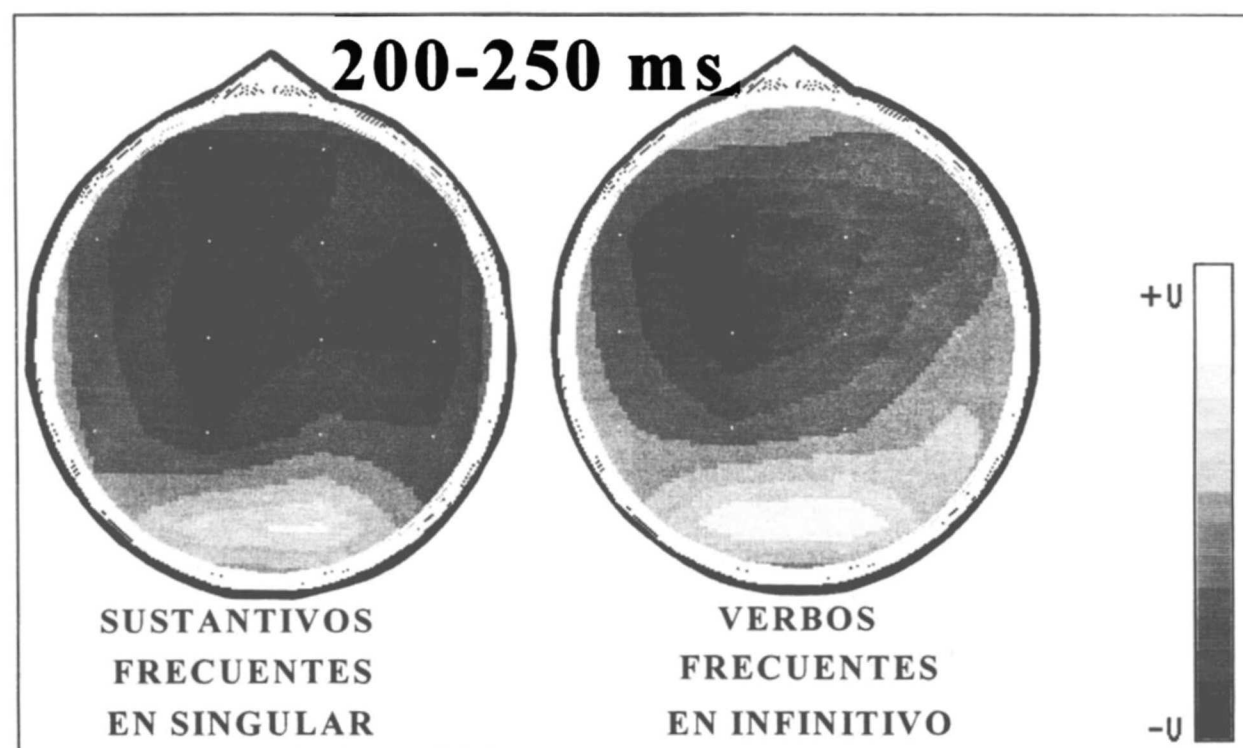


Figura 48. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 200 y los 250 milisegundos: sustantivos frecuentes en singular y verbos frecuentes en infinitivo.

morfología y la categoría gramatical hay que interpretarlos cuidadosamente. Desde luego, llama la atención que se presenten en el hemisferio derecho, que no es el dominante para el lenguaje. Sin embargo, deben tomarse en consideración dos situaciones. En primer lugar, los resultados significativos se demostraron al analizar los efectos simples de ciertas interacciones, por lo que se refieren a casos muy particulares. En segundo lugar, es conveniente notar que una misma clase de palabras se involucra tanto en los efectos de la morfología como en los de la categoría gramatical: la clase de los verbos frecuentes en infinitivo. Ambas situaciones permiten interpretar los resultados de manera diferente y considerar que no demuestran efectos de la categoría gramatical ni de la frecuencia, sino que una clase de palabras, la de los verbos frecuentes en infinitivo, provocó respuestas peculiares que la distinguen en las comparaciones en que interviene. De esta manera, me inclino a pensar que estos resultados no deben interpretarse como un efecto de factores lingüísticos, sino que son provocados por una única clase de palabras.

4.4. CUARTA VENTANA (250-300 milisegundos).

En esta latencia se mantiene el patrón de actividad eléctrica negativa de las regiones anteriores del cerebro. Es una etapa de transición en que las regiones posteriores tienden también a adquirir voltajes de polaridad negativa (Figuras 6 y 7).

En la figura 49 aparecen los MECs de las respuestas registradas ante palabras y pseudopalabras. Entre ellas no hay

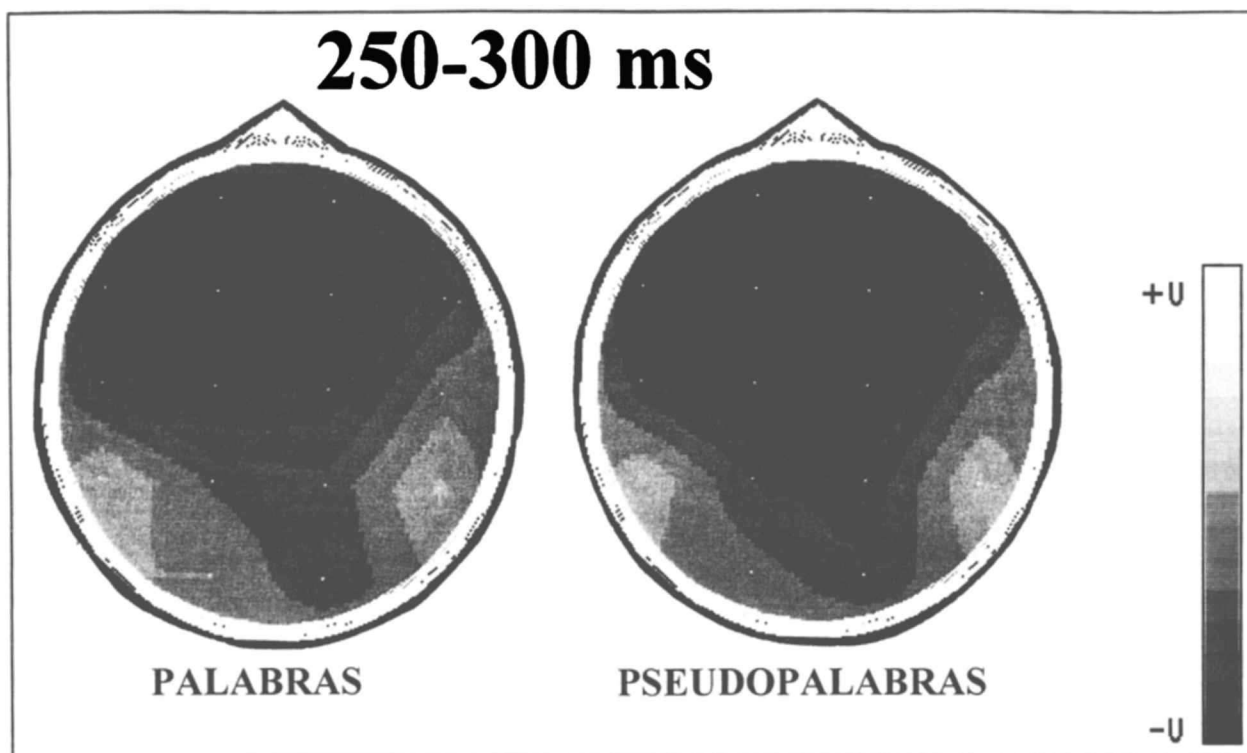


Figura 49. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras y pseudopalabras.

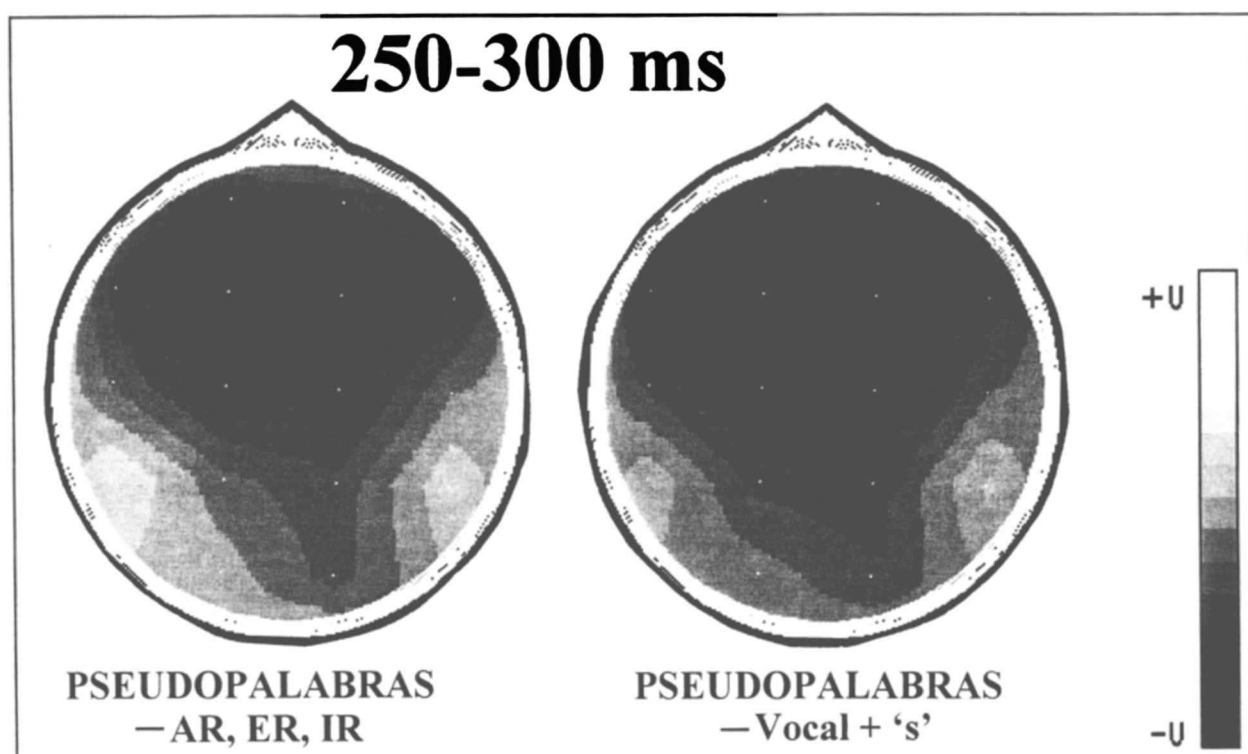


Figura 50. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos: pseudopalabras -ar,er,ir y pseudopalabras -Vocal + 's'.

diferencias significativas, pero en ambas hay efectos de la lateralidad en las regiones anteriores y laterales (F1/F2, F7/F8, T3/T4). Se observa que en estas zonas la amplitud negativa es mayor en el hemisferio izquierdo que en el derecho.

Aunque en las pseudopalabras no hubo efectos de la forma, en la figura 50 muestro las respuestas a dos clases de ellas para, más adelante, compararlas con las obtenidas ante palabras con y sin morfología flexiva, en las cuales sí se demostraron diferencias significativas.

La frecuencia tuvo en esta ventana de latencia efectos muy cercanos a la significatividad estadística ($p=0.052$). En la figura 51 se comparan los MECs asociados con palabras frecuentes e infrecuentes. Se aprecia que en ambos casos la actividad negativa de las regiones anteriores del cerebro se lateraliza al hemisferio izquierdo, y que es de mayor voltaje en las respuestas provocadas por palabras infrecuentes. Conviene llamar la atención sobre los efectos que se registran en P3 y en el área que se localiza entre P3 y T5; en esta región las palabras infrecuentes provocan respuestas de mayor voltaje negativo que hacen que la actividad positiva registrada alrededor de T5 sea en ellas de menor extensión.

Los fenómenos más importantes en esta ventana se refieren al efecto sistemático de la morfología flexiva en P3. Este se aprecia claramente en la figura 52: las palabras con flexión provocan en P3 actividad eléctrica negativa de mayor voltaje que las palabras sin flexión; esto hace, como en la comparación anterior, que la

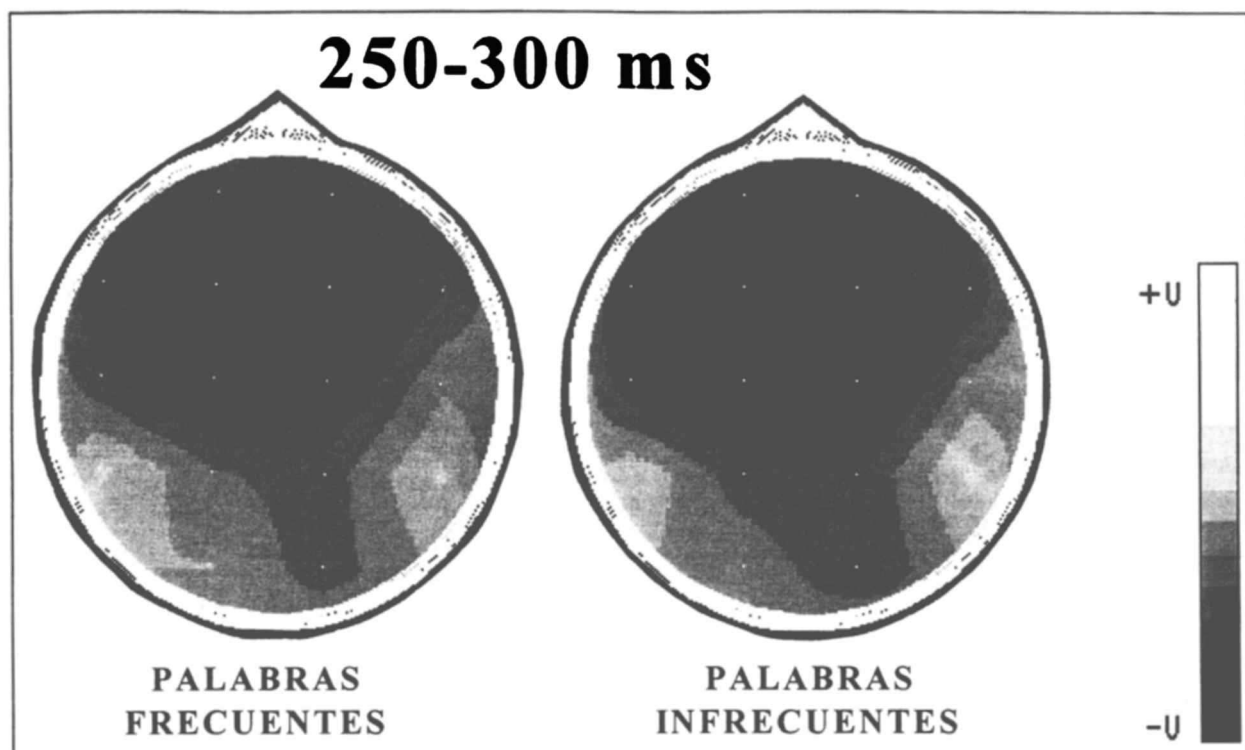


Figura 51. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras frecuentes y palabras infrecuentes.

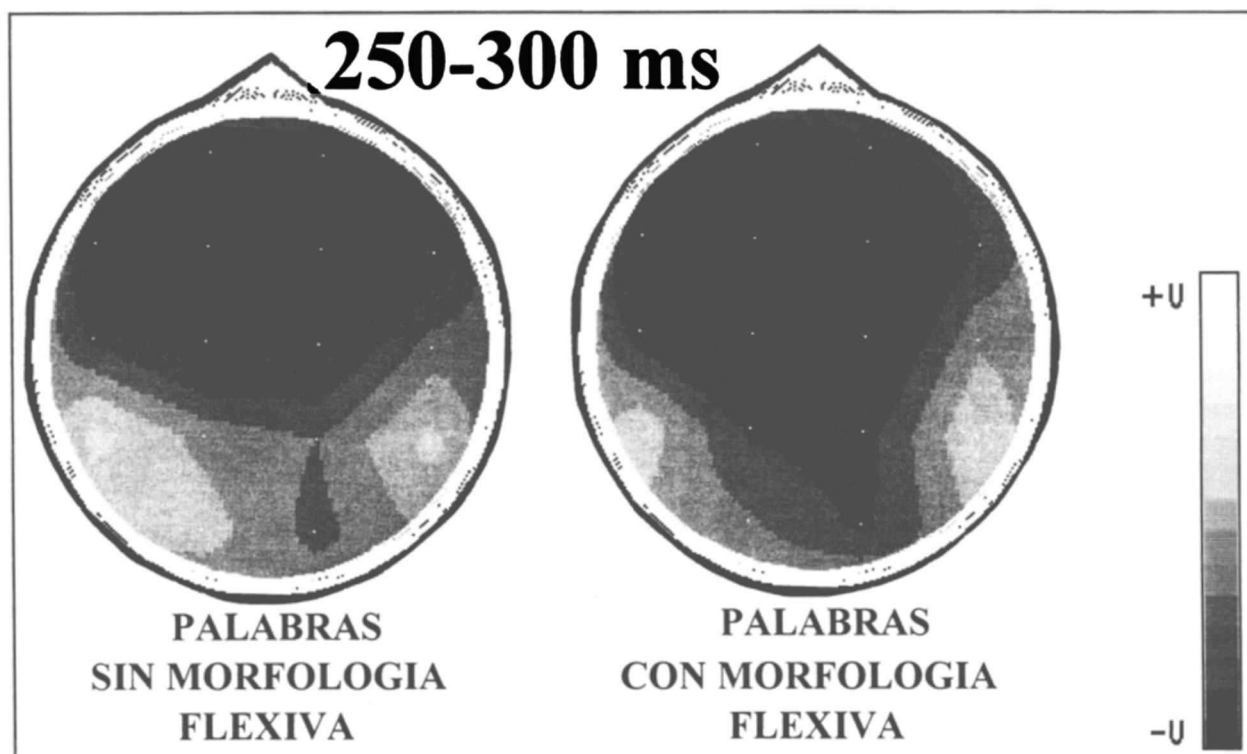


Figura 52. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos posteriores a la estimulación: palabras con y sin morfología flexiva.

actividad positiva cuya fuente es T5 tenga una extensión menor.

En este momento es interesante hacer dos observaciones. Por una parte, el efecto de la morfología flexiva no tiene un correlato en el efecto de la forma de las pseudopalabras. En cambio, los efectos de la frecuencia se manifiestan con características similares a las de la morfología flexiva, de modo que, si se atiende a la extensión de la actividad positiva que circunda a T5, las respuestas de las palabras frecuentes son similares a las de las palabras sin morfología flexiva, las de las infrecuentes, a las de aquéllas con flexión. Este es un hecho relevante para la interpretación de los resultados que se hará posteriormente.

Los efectos de la morfología en sustantivos y verbos pueden observarse en las figuras 53 y 54, respectivamente. Estos son consistentes con lo descrito antes. Aunque volveré a ellos en la interpretación final de los resultados, por el momento debe enfatizarse que todos los fenómenos registrados en esta latencia hacen intervenir procesos cognoscitivos que no pueden interpretarse en términos del reconocimiento de marcas formales.

CONCLUSIONES

La realización del experimento y el análisis de sus resultados permitieron alcanzar los objetivos que se habían propuesto. La actividad eléctrica cerebral asociada con el reconocimiento y la evaluación de los estímulos ha sido descrita con suficiente detalle. Todas las variables lingüísticas tuvieron efectos sobre la

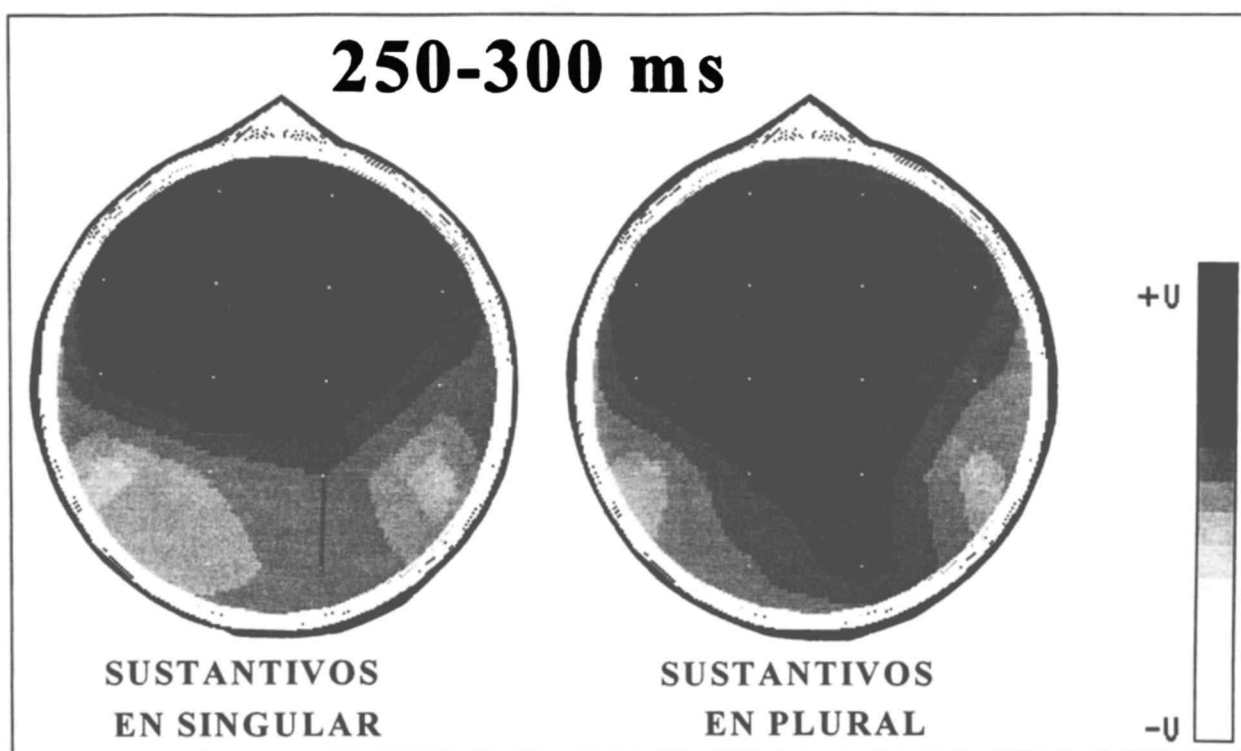


Figura 53. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos: sustantivos en singular y sustantivos en plural.

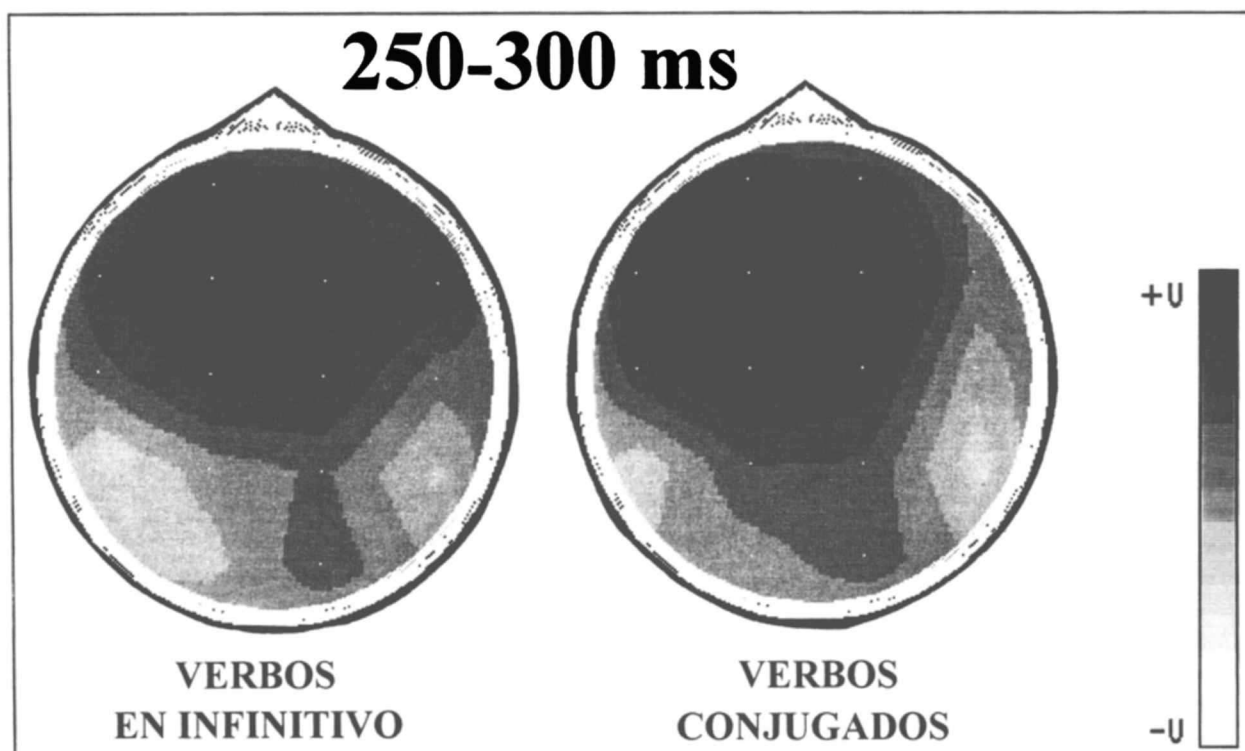


Figura 54. Mapeo del promedio de la actividad eléctrica cerebral registrada entre los 250 y los 300 milisegundos posteriores a la estimulación: verbos en infinitivo y conjugados.

actividad cerebral que pudieron ser caracterizados en términos de su distribución espacio-temporal. Asimismo, con respecto a los parámetros investigados en relación con la actividad cerebral, ha sido posible establecer la forma en que las diferentes regiones cerebrales reaccionan ante los estímulos y desarrollan patrones de actividad que se modifican en la escala temporal; esto último ha permitido distinguir qué áreas participan más activamente en los procesos lingüísticos y cuáles parecen especializarse en el reconocimiento de determinadas propiedades léxicas. La demostración de que las distintas variables lingüísticas interactúan y tienen efectos en diferentes latencias y regiones cerebrales proporciona también ciertas indicaciones sobre cuál es la naturaleza de los procesos cognoscitivos y neurofisiológicos que se desarrollan para reconocer las propiedades de los estímulos.

De acuerdo con lo anterior, los resultados de este experimento contribuyen significativamente al cumplimiento del objetivo general de interpretar los hallazgos de ambos experimentos en el marco teórico de un esquema cognoscitivo y neurofisiológico del procesamiento léxico; tema que se desarrollará en el capítulo final.

En las secciones que a continuación se exponen se discutirá, brevemente, la forma en que los resultados de este experimento permiten verificar las hipótesis sobre los procesos léxicos que se mencionaron en la sección correspondiente.

PROCESOS LEXICOS

Los resultados obtenidos permiten concluir que, en efecto, es posible asociar el reconocimiento de las propiedades léxicas de los estímulos con ciertos procesos cognoscitivos, a los cuales, a su vez, se les puede atribuir un correlato neurofisiológico.

Todas las variables lingüísticas tuvieron efectos sobre la actividad cerebral y, en este sentido, las hipótesis se verificaron. Al respecto, conviene repetir que, por más que hubiera motivaciones fuertes para esperar estos resultados, se trataba sólo de intuiciones no demostradas empíricamente, por lo que la verificación experimental no es trivial. Pero, además de lo anterior, los resultados han permitido caracterizar las respuestas en términos de tiempo y localización cerebral. Este hecho es relevante, independientemente del valor del dato empírico, porque constituye la verificación de hipótesis más generales. Así, el que las variables hayan tenido efectos en distintas latencias y localizaciones cerebrales apoya, por una parte, la idea de que diferentes procesos cognoscitivos se desarrollan durante el reconocimiento de las propiedades de los estímulos, y que esta especialización se demuestra también en la organización de la corteza cerebral. Por otra parte, los resultados demuestran que estos efectos se suceden temporalmente y, por lo tanto, puede concluirse que el reconocimiento y la evaluación de las palabras se desarrolla en etapas, a las cuales puede darse una definición temporal aproximada. La secuencia de estos procesos permitirá proponer más adelante una especificación más fina al esquema de

procesamiento léxico.

Por lo pronto, conviene dejar constancia de lo siguiente. La hipótesis sobre la que se funda la mayor parte de este diseño experimental es que en el reconocimiento de las palabras intervienen diferentes procesos cognoscitivos. Esta hipótesis se ha demostrado claramente, en la medida en que los factores investigados han actuado en distintas latencias y regiones cerebrales. Se refuta, por lo tanto, la hipótesis contraria, según la cual las palabras se clasifican por medio de un solo proceso (semántico). Si este último fuera el caso, los efectos se habrían registrado en una misma latencia y localización cerebral, y demostrarían que el cerebro, en efecto, reconoce las diferentes clases de palabras, pero que se trata de una categorización léxica. Es decir, hablaría de una organización cerebral de las representaciones léxicas, y no de la existencia de procesos cognoscitivos discretos a los cuales se someten las unidades de representación.

Nuestros resultados demuestran que en el nivel léxico del lenguaje pueden distinguirse diferentes procesos cognoscitivos, susceptibles de ser caracterizados en términos lingüísticos y neurofisiológicos.

En el Cuadro 5 se presentan nuevamente los resultados estadísticos significativos a partir de los cuales se establecen las conclusiones. Difiere del Cuadro 4 en que ahora se organizan con base en las variables lingüísticas y en el orden en que éstas se discutirán en las siguientes secciones.

Cuadro 5. Efectos estadísticos significativos de las variables asociadas con los estímulos.

EFEECTO	LATENCIA	DERIVACION
LEXICALIDAD	70-100 ms	P3, T5
FORMA DE LAS PSEUDOPALABRAS	70-100 ms 200-250 ms	O1 TODAS
FRECUENCIA	70-100 ms	O1, T5, F7 ¹ y P3 ²
	200-250 ms	TODAS ³
	250-300 ms	TODAS ⁴
CATEGORIA GRAMATICAL	100-200 ms	F3, F4 ⁵ y F8 ⁵
MORFOLOGIA	250-300 ms	P3

¹Efectos de la frecuencia sólo en el caso de palabras sin morfología flexiva.²Efectos de la frecuencia sólo en el caso de palabras con morfología flexiva.³Efecto estadístico significativo, pero marginal: $p=0.049$.⁴Efecto estadístico no significativo, pero cercano a la significatividad: $p=0.052$.⁵Efectos de la categoría gramatical sólo en el caso de palabras infrecuentes.

LEXICALIDAD

Se demostró la hipótesis de que las palabras provocan respuestas cerebrales distintas de las provocadas por pseudopalabras. Este efecto se registró en latencias muy tempranas (70-100 ms) y tuvo una localización cerebral bien definida, lo que demuestra que la lexicalidad es una propiedad de las palabras que se reconoce en regiones cerebrales especializadas para tal función.

La latencia relativa del efecto de este factor apoya la hipótesis de que la lexicalidad se asocia con procesos automáticos en los que no interviene el significado de las formas lingüísticas.

En el contexto de la discusión sobre cuál es la etapa de procesamiento léxico en la que los estímulos se identifican como palabras de la lengua, los resultados sostienen la hipótesis de que se trata de un proceso automático cuya entrada (input) es la forma, la cual activa representaciones mentales y neurofisiológicas previamente almacenadas.

El hecho de que los efectos de este factor se localicen en áreas posteriores del hemisferio cerebral izquierdo concuerda, en primera instancia, con la especialización para el lenguaje que a este hemisferio se atribuye. Esta ubicación posterior apoya la hipótesis de que se trata de procesos automáticos y no controlados por otros procesos cognoscitivos más complejos.

FORMA DE LAS PSEUDOPALABRAS

Con la investigación de este efecto se pretendía verificar hipótesis sobre el procesamiento de las pseudopalabras y, de manera

indirecta, sobre el de las palabras.

Con respecto a las pseudopalabras, se demostró la hipótesis general de que hay diferencias en las respuestas cerebrales que dependen de las terminaciones. Como se recordará, los efectos se registraron en dos ventanas de latencia que no son consecutivas. A partir de esto se puede concluir que los morfemas se reconocieron mediante distintos procesos. Los efectos tempranos (70-100 ms) parecen asociarse con los procesos automáticos, ya que se registraron de manera simultánea con el efecto de la lexicalidad. Los efectos tardíos (200-300 ms), en cambio, parecen depender de procesos controlados asociados con el análisis morfológico. De esta manera, el efecto de interferencia que se manifiesta en los experimentos conductuales con tiempos de reacción mayores ante pseudopalabras con marcas morfológicas, podría tener su origen en los procesos cognoscitivos desarrollados entre los 200 y los 300 ms.

Con respecto a las palabras, los efectos de la forma de las pseudopalabras verifican algunas hipótesis concretas. Aunque volveré a este punto en la sección donde trataré los que se refiere a la morfología flexiva, en este momento puede acotarse que, en primer lugar, los resultados indican que hay patrones de actividad cerebral asociados con el reconocimiento de morfemas. Se refuta, por lo tanto, la hipótesis, planteada por ciertas teorías psicolingüísticas ya mencionadas, de que no existen procesos cognoscitivos asociados con el reconocimiento de unidades funcionales inferiores a la palabra. La temporalidad relativa de

las dos latencias en que se manifiestan los efectos de la forma sugiere que los morfemas se reconocen en una primera etapa, y que en una etapa posterior, mediante un proceso cognoscitivo diferente, los morfemas que componen las palabras desencadenan otros procesos cognoscitivos. Ambos fenómenos sugieren que la palabra no es la mínima unidad que interviene en los procesos léxicos.

FRECUENCIA

La hipótesis de que la frecuencia de las palabras afecta los procesos léxicos se verificó claramente. Con respecto a la forma en que este efecto se manifiesta, pueden hacerse las siguientes observaciones.

La frecuencia tuvo efectos sobre la actividad cerebral en dos ventanas de latencia no consecutivas. La primera de ellas (70-100 ms) coincide con aquélla en que se registraron los efectos de la lexicalidad y de la forma de las pseudopalabras; coincide también en lo relativo a la localización cerebral. De acuerdo con esto, puede concluirse que la frecuencia incide en los procesos automáticos de reconocimiento de las formas lingüísticas.

El hecho de que la frecuencia haya tenido en P3 efectos exclusivos sobre las palabras con morfología flexiva admite la siguiente interpretación. Considerando que los efectos de la lexicalidad se registraron en P3 y T5, y que los de la frecuencia aparecieron en T5 en todas las clases de palabras, tal parece que esta última región cerebral se especializa únicamente en el reconocimiento de las palabras. P3, en cambio, parece involucrarse

en procesos de análisis más complejos que, probablemente, tienen que ver con la detección de morfemas. Si se acepta la hipótesis de que la lexicalización de las palabras con morfología flexiva es más viable en las palabras frecuentes que en las infrecuentes, cabe esperar dos consecuencias: que la frecuencia tenga mayor efecto sobre las palabras con flexión, y que la flexión incida de manera más importante en los procesos relacionados con las palabras infrecuentes. Nuestros resultados son coherentes con la primera predicción.

Con respecto a los efectos de la frecuencia que se registraron entre los 200 y los 300 ms, éstos parecen afectar a los procesos cognoscitivos que analizan a las palabras. Tal interpretación se desprende de la forma en que esta variable actúa en interacción con los efectos de la morfología flexiva, los cuales se discutirán en la sección subsiguiente.

De acuerdo con lo anterior, la frecuencia parece afectar los procesos léxicos de dos modos distintos. Sus efectos en la primera ventana de latencia demuestran que el cerebro reacciona de manera distinta ante palabras frecuentes e infrecuentes, de tal modo que, en el contexto de la discusión sobre la organización 'mental' del léxico, ambos tipos de palabras constituyen clases. En cambio, sus efectos en la tercera y cuarta ventanas no se refieren tanto a las palabras como a los procesos cognoscitivos que se encargan de analizarlas. Volveré a este punto en el capítulo final.

CATEGORIA GRAMATICAL

La hipótesis de que verbos y sustantivos provocan diferentes respuestas cerebrales se demostró claramente. La forma en que los resultados se presentaron permitió, además, comprobar hipótesis sobre los principios involucrados en la categorización.

Como el efecto de la categoría gramatical no interactuó con el de la morfología, puede concluirse que la diferenciación no se funda en el reconocimiento de marcas formales como la terminación de los infinitivos. Si este fuera el caso, la diferencia se habría demostrado sólo al comparar éstos con sustantivos en singular.

La latencia relativa en que se registraron las diferencias se ubica en una etapa intermedia con respecto a los efectos de la lexicalidad y la morfología. Según esta secuencia, la categorización ocurre después de que las palabras se identifican como tales, y antes de que se analicen morfológicamente. Por lo tanto, la diferencia entre sustantivos y verbos tampoco se establece a partir de sus propiedades morfológicas. Asumiendo, de acuerdo con la evidencia que ubica los fenómenos semánticos en latencias posteriores a los 300 ms, puede concluirse que la distinción tampoco es semántica.

La localización cerebral de los efectos de la categoría gramatical incluye regiones anteriores derechas e izquierdas. Este resultado es nueva evidencia en favor de la hipótesis de que el hemisferio derecho participa en los procesos lingüísticos relacionados con los sustantivos. En este sentido, es interesante notar que la frecuencia interactuó con la categoría gramatical más

claramente en las derivaciones derechas.

Los efectos de la lexicalidad, la frecuencia y la forma de las pseudopalabras se demostraron entre los 70 y los 100 ms en derivaciones posteriores. Los de la categoría gramatical se manifestaron entre los 100 y los 200 ms en localizaciones anteriores. Estas diferencias constituyen un argumento fuerte en favor de que los procesos cognoscitivos que intervienen en la categorización gramatical difieren de los que se asocian con las otras variables. Puede proponerse la hipótesis de que en la primera etapa las palabras simplemente se identifican, y que en este proceso la frecuencia y la forma son factores importantes; en la segunda etapa, se comienza a reconocer en las palabras ciertas propiedades, como la de la categoría gramatical a la que pertenecen; en esta última actividad cognoscitiva están especializadas áreas cerebrales diferentes.

MORFOLOGIA FLEXIVA

La hipótesis de que en alguna etapa del procesamiento léxico se reconocen unidades inferiores a la palabra se verificó de manera contundente. Este es un resultado interesante para el cual no existen antecedentes en forma de evidencia empírica sobre la actividad cerebral que subyace a tal proceso cognoscitivo, con excepción de los datos relativos a los pacientes que presentan trastornos del lenguaje en el nivel de la morfología. Sin embargo, en estos últimos casos no es resulta fácil deslindar lo que pertenece al nivel léxico de lo que corresponde a los procesos

sintácticos o gramaticales. Así, en primer lugar, los resultados de este experimento demuestran que el cerebro posee la capacidad de identificar morfemas. La hipótesis contraria, como ya se comentó, establece que las unidades mínimas de representación cognoscitiva y neurofisiológica son las palabras.

Los efectos de la morfología se registraron entre los 250 y los 300 ms en una única región cerebral: P3. Se trata de una latencia relativamente tardía, posterior a aquéllas donde aparecen los efectos de la lexicalidad y la categoría gramatical. Esto indica que los morfemas se reconocen en el marco de las palabras; es decir, que las palabras se analizan en morfemas. No hay efectos de la morfología que interactúen con la lexicalidad o la categoría gramatical en latencias más tempranas, por lo que puede considerarse que la representación de las palabras no se construye sobre la base de morfemas previamente identificados. En este sentido, en la dimensión temporal, la primera unidad identificada es la palabra, no los morfemas; éstos últimos se reconocen por medio del análisis cuyo input es la forma léxica total.

En aparente contradicción con las aseveraciones anteriores están dos resultados que ya se comentaron: el efecto de la forma de las pseudopalabras registrado en O1, y el efecto de la frecuencia en P3 sobre las palabras con morfología flexiva; ambos en la primera ventana analizada (70-100 ms). Los dos fenómenos han sido descritos en las secciones correspondientes. Ahora conviene mencionar que, por la manera en que sus efectos aparecieron, puede inferirse que en tales casos hay ciertamente identificación de

formas, pero no hay evidencia de que este reconocimiento guíe la categorización posterior de las unidades léxicas.

Los efectos de la flexión manifestados entre los 250 y los 300 ms se asocian, en cambio, con procesos cognoscitivos de análisis. Como se recordará, en esta ventana la frecuencia tuvo efectos generalizados que estuvieron cerca de ser significativos, los cuales parecen afectar no tanto la identificación de las palabras como los procesos a los que éstas se someten. La flexión tuvo los mismos efectos sobre palabras frecuentes e infrecuentes, y sobre verbos y sustantivos. Este hecho demuestra que lo que se está registrando es un proceso que no está modulado por las propiedades léxicas de las palabras. Más aún, como verbos y sustantivos flexionados poseen la misma terminación, los efectos no pueden atribuirse al reconocimiento de marcas formales, sino a un proceso de análisis morfológico.

Finalmente, los resultados permiten hacer observaciones interesantes sobre la hipótesis según la cual las formas de cita son una clase, cuya representación mental es diferente de la de las formas derivadas. La morfología de los potenciales en esta ventana de latencia permite distinguir claramente las formas de cita y las formas flexionadas. Cuando se comparan verbos en infinitivo y verbos conjugados, se aprecia que la diferencia entre ellos es semejante a la que resulta al comparar sustantivos en singular y sustantivos en plural. De acuerdo con esto, los efectos de la flexión son idénticos en ambas clases de palabras y, consecuentemente, sustantivos y verbos son indistinguibles en esta

latencia. Esto significa que, una vez categorizadas las palabras, los procesos cognoscitivos subsecuentes son diferentes según se trate de formas de cita o formas derivadas.

LOCALIZACION CEREBRAL

DE LOS PROCESOS LEXICOS

En nuestro experimento, la forma en que la actividad eléctrica cerebral se distribuye en el espacio y en el tiempo es, en términos generales, coherente con las predicciones que hacen los esquemas sobre la organización funcional de los procesos lingüísticos en el cerebro.

La mayor parte de los efectos asociados con las variables de los estímulos se registraron en el hemisferio izquierdo. Este fenómeno se manifestó con claridad desde las primeras respuestas cerebrales. Como se describió ya con cierto detalle, antes de estas respuestas hay un patrón de actividad eléctrica negativa que se asocia con el proceso de atención y que se extiende a casi la totalidad del cerebro. De manera similar, después de los 300 ms se registra nuevamente esta actividad eléctrica negativa generalizada. En cambio, entre los 70 y los 300 ms, cuando, de acuerdo con nuestros propios resultados, se desarrollan los procesos lingüísticos, hay constantes patrones de asimetría cerebral derecha-izquierda.

El hecho de que la categoría gramatical interactúe con la frecuencia en el hemisferio derecho no es un resultado inesperado. Antes se comentó que al hemisferio derecho se le atribuye la

capacidad de reconocer sustantivos. Cabe suponer, por lo tanto, que la frecuencia desempeñe un papel importante en esta actividad cognoscitiva.

Con respecto a las hipótesis sobre la relación entre localización y temporalidad de las respuestas cerebrales, nuestros resultados son también consistentes con la teoría. Los efectos tempranos, asociados en mayor medida con procesos perceptuales, se registraron en áreas muy posteriores del hemisferio izquierdo. Los efectos tardíos, que implican la participación de procesos cognoscitivos especializados y jerárquicamente superiores, aparecieron en áreas anteriores. En este mismo contexto puede interpretarse el que los efectos de la frecuencia sobre los procesos automáticos ocurran en latencias tempranas y se lateralicen al hemisferio izquierdo; y que sus efectos tardíos se extiendan a ambos hemisferios, toda vez que en este caso su acción es inespecífica y presumiblemente afecta también otros procesos cognoscitivos no necesariamente lingüísticos.

Los resultados que no eran del todo predecibles son los siguientes.

El efecto de la categoría gramatical se registró principalmente en localizaciones frontales. Si bien ahora se piensa que las áreas frontales se especializan en los procesos relacionados con los verbos, y las regiones temporales en los que tienen que ver con sustantivos; también se considera que los procesos gramaticales se desarrollan en el lóbulo frontal, los procesos léxicos, en el temporal. De acuerdo con esto, nuestros

resultados confirman en alguna medida la hipótesis de que la diferencia entre ambas clases de palabras es gramatical y no se establece a partir del significado léxico.

Otro resultado cuya interpretación tampoco es sencilla es el relativo a la importante función que el área registrada en P3 desempeña en los procesos morfológicos. Como antes se dijo, no hay antecedentes de trabajos que hayan investigado con técnicas neurofisiológicas este aspecto del lenguaje. Las hipótesis que podemos proponer al respecto son dos. Según la primera, esta área interviene activamente en los procesos morfológicos. Según la segunda, y considerando que a los procesos cognoscitivos asociados con la lectura se les localiza aproximadamente en esta misma área, su participación en el reconocimiento de morfemas ocurre sólo cuando los estímulos son visuales. Los resultados que experimentos similares a éste realicen con estímulos auditivos proporcionarán datos que permitirán decidir la cuestión.

CONCLUSIONES GENERALES

Y DISCUSION

El cumplimiento de los objetivos generales de la investigación se analiza en este capítulo siguiendo el mismo orden en que aquéllos fueron planteados en la sección correspondiente. Como allí se estableció, su consecución dependía del cumplimiento previo de objetivos más concretos, los cuales se han tratado con suficiente detalle durante la exposición de los experimentos anteriores. Son los resultados relacionados con estos últimos los que constituyen la dimensión empírica de nuestro trabajo y sobre los que se fundan las conclusiones que más adelante expondremos. Es importante, en este sentido, hacer notar que se trata de generalizaciones e interpretaciones teóricas y que, como tales, están sujetas a discusión¹.

Nuestra investigación sobre la actividad cerebral asociada con el procesamiento léxico se realizó en condiciones experimentales definidas concretamente y con sujetos hispanohablantes que pertenecen a un grupo sociocultural específico. Bajo estas circunstancias, cualquier extrapolación es arriesgada. Sin embargo, si no se pretende establecer conclusiones definitivas, es ésta la etapa de la investigación donde se manifiesta su importancia, en la medida en que contribuye a la resolución de problemas teóricos

¹En los Antecedentes Generales se han expuesto ya los problemas teóricos que surgen al definir el léxico en la forma en que lo hemos hecho y al experimentar con palabras que se presentan sin contexto sintáctico.

definidos con anterioridad. La eficacia de las propuestas dependerá de su capacidad para aprehender fenómenos aislados y establecer predicciones que tomarán la forma de hipótesis concretas. Y es precisamente la discusión en este nivel la que fija los límites de las generalizaciones y permite reconocer los aspectos sobre los que se requiere profundizar. Por otra parte, como los resultados se han obtenido en condiciones específicas, constituyen parámetros de normalidad que, en investigaciones posteriores, permitirán interpretar los efectos de las características de los sujetos (edad, escolaridad, patología, etc.), de las tareas experimentales y de las variables lingüísticas.

En los apartados siguientes discutiremos nuestros hallazgos en el contexto de los resultados y las teorías proporcionados por diferentes disciplinas. La organización del capítulo, lo mismo que la de los objetivos generales, trata por separado lo relativo a la organización cerebral del léxico, la neurofisiología del procesamiento léxico y la caracterización lingüística de tales fenómenos; lo anterior, con el fin de someter los resultados a los cuestionamientos de cada una de estas líneas de investigación.

El comportamiento de cierto tipo de pacientes, que en la comprensión o en la expresión, o en ambas, presentan trastornos léxicos que claramente afectan una sola categoría sintáctica o semántica, ha llevado a suponer que tal clasificación se refleja en la organización anatómico-funcional del cerebro. Por otra parte, el hecho de que en algunos pacientes los trastornos léxicos afecten selectivamente una modalidad de percepción o expresión ha sugerido

el esquema de procesamiento léxico que antes hemos descrito y que volveremos a discutir posteriormente. Las investigaciones con PREs sobre estos temas en muy escasas ocasiones proporcionan resultados que puedan interpretarse con perspectivas lingüísticas e integrarse con las ya mencionadas. Por tal razón, el contexto inmediato para la discusión de nuestros resultados lo proporcionan las investigaciones puntuales sobre tales temas.

Después de tratar estos aspectos, integraremos las diferentes perspectivas en nuestra propuesta teórica sobre un esquema neurolingüístico del procesamiento léxico.

ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL

DESARROLLADA DURANTE LA LECTURA

El objetivo que se pretendía cumplir en relación con este tema consistía en describir la manera en que las diferentes áreas cerebrales reaccionan ante los estímulos. Lo he tratado ya exhaustivamente, sobre todo durante la exposición del segundo experimento. Considero que se ha cumplido satisfactoriamente y que no requiere mayor discusión.

ORGANIZACION CEREBRAL DEL LEXICO:

ESPACIO Y TIEMPO

El objetivo que se planteó en relación con este tema consistía en investigar la manera en que se organiza la actividad cerebral como respuesta a las diferentes clases de estímulos; la hipótesis

subyacente es que diferentes regiones cerebrales intervienen en los procesos cognoscitivos asociados con el reconocimiento de distintas clases de palabras.

Antes de comentar nuestros resultados en el contexto de la investigación en este campo, conviene hacer algunas precisiones.

Se trata de un tema complejo en el que las aserciones deben hacerse cuidadosamente. La mayor parte de los resultados proviene del estudio de los casos patológicos que he comentado ya en el capítulo en el que presenté los antecedentes. De acuerdo con ellos, es posible concluir que ciertas áreas cerebrales son indispensables para que los procesos cognoscitivos asociados con determinadas clases de palabras se desarrollen normalmente. Queda claro que esta formulación no establece que tales clases de palabras se localicen en regiones cerebrales delimitadas y que tampoco se sugiere que los procesos cognoscitivos asociados con ellas dependan de la actividad de una sola región cerebral. El compromiso teórico no va más allá de establecer que ciertas áreas cerebrales intervienen de manera determinante en algunos procesos cognoscitivos asociados con determinadas clases de palabras, por lo que las lesiones localizadas en ellas provocan trastornos en la comprensión o utilización de tales palabras. Ya se ha comentado también que estas investigaciones han solido desarrollarse con independencia de aquellas otras que reconocen diferentes etapas de los procesos léxicos, de modo que, en la interpretación de sus resultados, explícita o implícitamente consideran que los procesos cognoscitivos en cuestión son semánticos, sin que tampoco haya en

ellas una preocupación por especificar la naturaleza de estos procesos semánticos.

Otra fuente de datos sobre el tema es la investigación en sujetos sanos con la tomografía por emisión de positrones. Esta es hasta ahora escasa y, aunque la técnica posee una resolución topográfica mucho más fina que la de los potenciales relacionados a eventos, se puede encontrar en ella el mismo defecto que mencioné en relación con los estudios de casos patológicos: no permite distinguir las diferentes etapas del procesamiento léxico y, también aquí, existe la tendencia a interpretar los resultados como si éstos reflejaran procesos semánticos (Howard et al., 1992; Kapur et al., 1994; Petersen et al., 1988, 1989, 1990).

El único aporte de la psicolingüística bajo este rubro es el que proporcionan ciertas investigaciones sobre la manera en que ambos hemisferios cerebrales participan en los procesos léxicos. La posibilidad de estimular selectivamente uno u otro hemisferio ha permitido establecer que el derecho posee cierta capacidad para reconocer sustantivos y no verbos (Gazzaniga, 1970, 1983; Goodall, 1984; Hernandez et al., 1992), lo que coincide con los resultados de algunos trabajos en que el método consiste en estimular eléctricamente la corteza cerebral (Penfield y Roberts, 1974). Pero tampoco en estos casos hay indicaciones claras sobre cuál es la forma en que el hemisferio derecho participa.

Si bien las investigaciones citadas son contundentes en la demostración de que hay regiones cerebrales especializadas en procesos cognoscitivos vinculados con ciertas clases de palabras,

son poco específicas en la definición de tales procesos. Es por eso que, en este trabajo, al estudio de la dimensión espacial de la organización cerebral del léxico he añadido el de la dimensión temporal, con la intención de que el reconocimiento de este factor contribuya a una mejor especificación de los fenómenos registrados.

Es indiscutible que la técnica de registro de potenciales relacionados a eventos permite una definición temporal de los fenómenos cerebrales que estudia que ninguna otra técnica proporciona --como lo es también que su resolución espacial es inferior a la de técnicas como la tomografía por emisión de positrones, la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética nuclear y la resonancia magnética nuclear funcional. Es por eso que nuestra investigación se orientó a establecer tanto la topografía como la latencia de los efectos de las clases de palabras, con la intención de que, posteriormente, estos resultados se correlacionaran con los relativos a los procesos léxicos que pudieran distinguirse y definirse. De acuerdo con lo anterior, la hipótesis de nuestro trabajo establecía que los efectos de las clases de palabras sobre la actividad cerebral ocurrirían en latencias definidas y, posiblemente, en diferentes localizaciones. No cabía esperar que se manifestaran en una sola zona y durante todo el tiempo de registro.

Aún antes de comentar nuestros resultados, haré algunas observaciones sobre la manera en que éstos se interpretan en la dimensión topográfica. Las áreas cerebrales registradas pueden dividirse convencionalmente en cuatro cuadrantes: dos anteriores

(derecho e izquierdo) y dos posteriores (derecho e izquierdo). A las regiones anteriores y posteriores se les atribuyen distintas funciones y, de hecho, poseen diferente estructura celular. Nuestros resultados han mostrado patrones de actividad eléctrica que claramente distinguen ambas zonas. En cambio, las localizaciones simétricas izquierdas y derechas poseen la misma estructura celular y, en principio, se asocian con las mismas funciones motoras y sensoriales; aunque, en la esfera cognoscitiva, diferentes procesos se lateralizan en uno u otro hemisferio, como el lenguaje, que suele establecerse en el hemisferio izquierdo. En nuestros resultados, en efecto, las diferencias en la actividad eléctrica registrada en áreas simétricas es mucho más sutil. Con base en estas consideraciones elementales, las razones que permiten localizar un fenómeno en una determinada región cerebral son, en términos generales, las siguientes. O bien porque esa región es especialmente sensible al efecto de alguna variable, o bien porque las respuestas de esa región a determinada clase de estímulos son diferentes de las que se registran en la misma región contralateral.

Una vez hechas las consideraciones anteriores, y restringiéndonos a los objetivos que se discuten en este apartado, es decir, haciendo abstracción de lo relativo a la definición de los procesos en términos cognoscitivos y lingüísticos, los resultados permiten concluir lo siguiente en cuanto a la topografía y la latencia de las respuestas cerebrales provocadas por las diferentes clases de estímulos.

Las palabras y las pseudopalabras provocaron respuestas cerebrales distintas sólo en latencias cortas. Los potenciales relacionados a eventos (PREs) y los mapeos eléctricos cerebrales (MECs) permiten distinguir dos áreas bien delimitadas: una parieto-temporal, donde los efectos se registraron entre los 70 y los 100 ms, y otra frontal, con efectos entre los 100 y los 200 ms; ambas en el hemisferio izquierdo. Los análisis estadísticos demostraron efectos significativos entre las respuestas a palabras y pseudopalabras sólo en el primer caso. Este hallazgo coincide aproximadamente, tanto en la latencia como en la topografía, con los reportados por investigaciones relativamente similares que utilizan la técnica de PREs (Compton *et al.*, 1991); concuerda también, en la dimensión topográfica, con los resultados de estudios con tomografía por emisión de positrones (Posner *et al.*, 1989; Posner y Petersen 1990). Conviene, sin embargo, hacer algunas precisiones. El área cerebral que parece reaccionar exclusivamente ante la presentación de palabras escritas posee, de acuerdo con los estudios con tomografía por emisión de positrones, una localización parieto-occipital izquierda. Las imágenes de los MECs de nuestro experimento sí revelan la participación de esta área, pero como el análisis estadístico se realiza utilizando los valores registrados en la región occipital y no en el área que se encuentra entre las localizaciones parietal y occipital, es comprensible que los resultados no fueran significativos. Aun así, considerando las limitaciones de la técnica que utilizamos, los resultados concuerdan en buena medida. Ya he dicho que los estudios con

tomografía por emisión de positrones no proporcionan resultados en la dimensión temporal, por lo que en este aspecto no pueden compararse con los nuestros.

En cuanto a los resultados reportados por otras investigaciones con PREs sobre la latencia y la topografía de la actividad cerebral asociada con la discriminación de estímulos visuales lingüísticos y no lingüísticos, ya he mencionado que los experimentos varían considerablemente en las tareas que asignan a los sujetos que actúan como voluntarios y en la forma de construir los estímulos. Es por eso que también hay cierta variabilidad en los resultados. En términos generales, la localización topográfica coincide en todas las investigaciones; no ocurre lo mismo con la temporalidad. Dependiendo de las condiciones experimentales, Compton y colaboradores (1991) han ubicado la diferencia entre palabras y secuencias de consonantes a los 70 y a los 200 ms. Comparando también las respuestas cerebrales a palabras y cadenas de consonantes, Dehaene (1995) ubica la diferencia a los 192 ms; al comparar palabras y números, encuentra diferencias a los 138 ms (Dehaene, 1996). Pulvermüller y colaboradores (1995) encuentran que en una tarea de decisión léxica las diferencias entre palabras y pseudopalabras se demuestran a los 240 ms; sin embargo, en ese mismo trabajo, las diferencias entre palabras de clase abierta y cerrada se presentan antes, a los 160 ms. Como se ve, el momento en que el cerebro reacciona específicamente a las palabras varía entre los 70 y los 240 ms, lo que debe atribuirse a las condiciones experimentales particulares.

Nuestros resultados topográficos coinciden también con lo que aporta el estudio de los casos patológicos. La afasia semántica, que de acuerdo con Luria (1980) se caracteriza por trastornos severos en el nivel léxico del lenguaje, se presenta por lesiones en el área de asociación parieto-occipital izquierda, y los trastornos adquiridos de la lectura ocurren como consecuencia de lesiones parieto-temporales izquierdas.

De acuerdo con las imágenes de los MECs, las palabras provocan en la región parieto-temporal un patrón de actividad asimétrico que no se observa en el caso de las pseudopalabras. Este fenómeno parece indicar que, en efecto, la región izquierda reacciona específicamente ante las palabras en esta latencia (70-100 ms).

En cuanto a las clases de pseudopalabras, la región cerebral sensible a las diferencias entre los 70 y los 100 ms es parieto-témporo-occipital izquierda; aunque los resultados estadísticos significativos sólo se refieren a O1. Si bien el efecto de la forma de las pseudopalabras se ha investigado en psicolingüística, no hay antecedentes en neurofisiología o patología con los cuales comparar nuestros resultados. Sin embargo, estos son coherentes con los relativos a la diferencia entre palabras y pseudopalabras, en lo que se refiere tanto a la latencia como a la topografía, que corresponde a un área muy próxima a la de aquélla. Es decir, de manera simultánea y también en la región posterior del hemisferio cerebral izquierdo, la asimetría de esta área con respecto a la correspondiente contralateral permite reconocer en ella cierta actividad eléctrica específica que se presenta como respuesta a una

subclase de pseudopalabras.

Con respecto a las clases de palabras frecuentes e infrecuentes, se mencionó ya que la psicolingüística ha desarrollado múltiples investigaciones y que, en los casos patológicos, los trastornos léxicos suelen afectar más notablemente las palabras infrecuentes. Sin embargo, no hay indicaciones sobre el sustrato anatómico de los efectos de la frecuencia. Las investigaciones sobre el tema realizadas con PREs se comentarán en el siguiente apartado. Ahora, basta con señalar que sus objetivos y paradigmas experimentales difieren sustancialmente de los nuestros, y que sus resultados no pueden discutirse en términos de una organización cerebral de las representaciones léxicas.

En nuestro segundo experimento, las palabras frecuentes y las infrecuentes provocaron diferentes respuestas cerebrales en dos rangos de latencia discontinuos; el primero entre los 70 y los 100 ms; el segundo, entre los 200 y los 300 ms. Las diferencias tempranas se registraron, de acuerdo con los PREs y los MECs en las mismas regiones del hemisferio izquierdo donde ocurren los efectos de las variables que discutimos antes de ésta: P3, T5 y O1. Los análisis estadísticos demostraron efectos significativos de la frecuencia en las tres regiones, si bien en P3 se limitaron al caso de las palabras con flexión. Sin embargo, por más que la diferencia entre palabras frecuentes e infrecuentes coincida en localización y latencia con los efectos de la lexicalidad y la forma de las pseudopalabras, hay un aspecto importante en el que difiere. En los casos anteriores, los PREs y los MECs sugieren que la región

posterior del hemisferio izquierdo ha reaccionado específicamente a cierta clase de estímulos. En el caso de la frecuencia, en cambio, la asimetría izquierda-derecha se presenta tanto con las palabras frecuentes como con las infrecuentes; es decir, esta área reacciona ante ambos tipos de estímulos, aunque lo haga de manera distinta ante cada uno.

Lo mismo puede decirse con respecto a los efectos tardíos de la frecuencia (200-300 ms). Estos, que se manifestaron prácticamente en todas las áreas registradas, consisten en diferentes patrones de actividad ante palabras frecuentes e infrecuentes, pero no permiten reconocer un área que reaccione exclusivamente ante unas u otras.

La forma en que los sustantivos y los verbos se representan en el cerebro se trató en el capítulo de los antecedentes generales. Los resultados proporcionados por el estudio de los casos patológicos y por las investigaciones con tomografía por emisión de positrones sugieren claramente que en los procesos cognoscitivos relacionados con los verbos interviene principalmente el lóbulo frontal izquierdo; en los relacionados con los sustantivos, el temporal izquierdo. Nuestros hallazgos no son compatibles con esta organización cerebral del léxico; aunque tampoco constituyen una demostración en contra de ella. En ambos experimentos, los PREs y los análisis estadísticos ubicaron el efecto de la categoría gramatical entre los 100 y los 200 ms. Los resultados del segundo experimento, más finos que los del primero en lo relativo a la localización topográfica, establecen que en esta latencia el

cerebro reacciona de manera diferente ante sustantivos y verbos en la región frontal izquierda. Hay también diferencias significativas en el lóbulo frontal derecho, las cuales parecen acentuarse en el caso de sustantivos y verbos infrecuentes. El primer experimento también demostró efectos de la categoría gramatical hacia los 400 ms, aunque éstos se presentaron en interacción con los efectos de la habituación. De acuerdo con estos resultados, las regiones anteriores del cerebro, izquierda y derecha, son sensibles a la diferencia entre sustantivos y verbos, pero no ha sido posible localizar áreas cerebrales cuya actividad se asocie selectivamente con alguna de las dos clases de palabras.

Los experimentos con PREs realizados por otros autores para investigar la actividad cerebral asociada con verbos y sustantivos ya se han citado. Los paradigmas que han utilizado son tan diferentes del nuestro que no tiene sentido discutir nuestros hallazgos con referencia a los de ellos. El único trabajo con el que pueden compararse nuestros resultados es el publicado por Preissl y colaboradores en 1995. En él, los sujetos que participaron en los experimentos realizaron una tarea de decisión léxica ante 200 estímulos: 100 palabras del alemán --50 sustantivos y 50 verbos-- y 100 pseudopalabras. Los autores mencionan que la lista de palabras se construyó con sustantivos concretos y con verbos que indican acciones motoras; no proporcionan información adicional sobre los ítems. Como nosotros, encontraron diferentes respuestas a sustantivos y verbos en las regiones anteriores del cerebro (izquierda y derecha). Ubicaron estas diferencias alrededor

de los 200 ms.

Finalmente, los resultados sobre las palabras con y sin morfología flexiva se ubicaron de manera muy precisa y consistente en la región parietal izquierda, entre los 250 y los 300 ms. Aunque los procesos morfológicos se han estudiado frecuentemente con perspectivas psicolingüísticas y neurolingüísticas, no hay antecedentes para suponer que las palabras con y sin flexión se representan en el cerebro de una manera organizada. Nuestros hallazgos tampoco son compatibles con esta idea. Como en lo relativo a la frecuencia y la categoría gramatical, hemos localizado una región cerebral bien delimitada cuyas respuestas difieren según la clase de las palabras, pero no ha podido ubicarse una región que parezca reaccionar ante una determinada clase.

En conclusión, el objetivo que se planteó en relación con el estudio de la organización cerebral del léxico se cumplió satisfactoriamente, aun cuando en algunos casos los resultados hayan sido negativos. Como puntualicé antes, en esta sección me he concentrado en discutir los resultados sin hacer alusión a procesos lingüísticos o cognoscitivos. Con esta perspectiva estrecha, se ha encontrado que sólo dos clases de estímulos provocan respuestas específicas en áreas cerebrales bien delimitadas: la clase de las palabras y la subclase de las pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e, 'ir'. Ninguna de las restantes subclases de estímulos, definidas con diferentes criterios, puede asociarse claramente con la actividad exclusiva de una región cerebral particular.

NEUROFISIOLOGIA

DE LOS PROCESOS LEXICOS

El objetivo que se pretendía cumplir en relación con el tema de este apartado consistía en investigar la organización cerebral espacio-temporal en el marco de los esquemas de procesamiento léxico descritos en los antecedentes generales. La teoría sobre tales procesos, o etapas discretas del procesamiento léxico general, se ha desarrollado a partir de los resultados de investigaciones psicolingüísticas en sujetos sanos e investigaciones neurolingüísticas de casos patológicos. Aunque en ambos casos es implícito el reconocimiento de la dimensión temporal de los fenómenos, que se asume que ocurren secuencialmente, no hay antecedentes sobre su cronometría ni sobre su localización cerebral.

Las investigaciones con tomografía por emisión de positrones suelen interpretar sus resultados en términos de procesos semánticos. Muchos trabajos con PREs se han concentrado en investigar procesos cognoscitivos cuya naturaleza es presumiblemente semántica, y ha habido acuerdo en ubicarlos en latencias cercanas a los 400 ms. Pero no se han realizado investigaciones especialmente orientadas a estudiar las diferentes etapas del procesamiento léxico y a establecer su sustrato neurofisiológico. Como he mencionado en otros lugares de este trabajo, las investigaciones electrofisiológicas sobre los procesos léxicos no han establecido ni la cronometría ni la localización

cerebral fina de los procesos que describen.

Hasta donde sé, sólo se ha realizado una investigación con PREs con el objetivo concreto de establecer la temporalidad y la localización cerebral de procesos léxicos que no sean exclusivamente semánticos (Dehaene, 1995). Si bien no es posible reconocer en ella una preocupación por definir los factores lingüísticos que intervienen en tales procesos, comparte el objetivo que se discute en esta sección; por tal razón, me ha parecido pertinente reseñarla con cierto detalle.

Dehaene pretende interpretar sus resultados en el marco de un esquema de acceso al léxico que en la modalidad visual distingue tres etapas consecutivas en el procesamiento de las palabras: análisis visual de las formas de los estímulos (visual analysis of stimulus shapes), construcción de una representación estructural de la cadena de letras (visual word-form), y acceso a la información léxica y semántica. Con el objetivo de establecer la temporalidad y la localización cerebral de estas tres etapas en sujetos normales, somete a 12 voluntarios de sexo masculino a una tarea de categorización semántica. Clasifica los estímulos en 5 categorías con 30 ítems de entre 3 y 9 caracteres en cada una: nombres de animales, verbos de acción, nombres de personas famosas, números y cadenas de consonantes. Los sujetos deben decidir si los estímulos que se les presentan a lo largo del experimento pertenecen a la categoría anunciada con anticipación (vgr. animales). Dehaene hace las siguientes predicciones: en la etapa de análisis visual, registrada en los componentes tempranos de los PREs, no debe haber

diferencias entre las categorías, ya que los estímulos que aparecen en ellas no difieren en los tipos de letra ni en el tamaño o la longitud; la forma visual de la palabra (visual word-form) sólo puede construirse, justamente, en el caso de las palabras, por lo que todas ellas provocarán respuestas cerebrales que simultáneamente serán diferentes de las de las cadenas de consonantes; en latencias más tardías, habrá diferencias entre las palabras que podrán atribuirse a la categoría a la que pertenecen. Así, de acuerdo con la lógica de su experimento, las diferencias entre palabras y cadenas de consonantes señalarán el fin del análisis visual y el inicio de la construcción de la forma visual de las palabras; las diferencias entre las categorías de las palabras corresponderán al acceso a la información semántica. Registra la primera diferencia entre palabras y cadenas de consonantes hacia los 190 ms con una localización parieto-occipital bilateral. Este resultado es, desde nuestro punto de vista, inesperado por dos razones: su localización bilateral y su latencia tardía, que está en contradicción con nuestros resultados y con los de otros experimentos. Dehaene reconoce esta última situación y la explica aduciendo que los sujetos deben haber intentado construir una representación estructural (visual word-form) también para las cadenas de consonantes; de ahí que la diferencia se registre tardíamente y en ambos hemisferios. Es claro que se trata de una explicación ad hoc que no es coherente con los razonamientos que orientaron el diseño del paradigma experimental. Las diferencias en los PREs atribuidas a las categorías de las palabras comienzan a

ser significativas a los 260 ms en la región témporo-parietal del hemisferio izquierdo, momento en que, según él, la información léxica y/o semántica ha sido recuperada. Esta última conclusión parece aceptable en primera instancia. Sin embargo, si se analiza con cuidado en el contexto de su propio marco teórico, es, en realidad, bastante problemática. Lo  nico que puede concluirse es que la diferencia entre palabras y cadenas de consonantes se establece en ambos hemisferios cerebrales a los 192 ms. Lo que Dehaene describe como construcción de la representación mental de las palabras podría haberse desarrollado a partir de esa latencia, y las diferencias atribuibles a la categoría de las palabras podrían acontecer durante ese mismo proceso, el cual concluye, según sus datos, a los 260 ms. Esta interpretación contradice todas las expectativas, pero es la que se sigue de sus resultados y su marco teórico, sobre todo si se tiene en cuenta que él no consideró la posibilidad de que las representaciones léxicas están organizadas en la etapa que, en nuestro esquema, corresponde al diccionario ortográfico de entrada. A partir de esta falta de correspondencia entre sus resultados y la mayoría de los proporcionados por otras investigaciones, sólo puede concluirse que su diseño experimental no parece ser el idóneo para investigar estos fenómenos; y que el utilizar como estímulos cadenas de consonantes y números en una tarea de categorización semántica donde no se controla la frecuencia ni las propiedades formales de las palabras, no le ha permitido obtener resultados fácilmente interpretables. Sin embargo, su trabajo constituye, como el mismo

lo enfatiza, un primer intento por localizar y cronometrar el acceso al léxico para diferentes categorías de palabras.

De esta manera, si bien hay propuestas teóricas bastante desarrolladas sobre las etapas del procesamiento léxico, existen muy pocos antecedentes sobre su cronometría y sobre su localización cerebral. Por tal razón, para el cumplimiento del objetivo que ahora discutimos, era necesario comenzar por la verificación de la hipótesis sobre la que éste se funda. Es decir, demostrar que con la técnica de PREs es posible distinguir diferentes etapas en el procesamiento léxico. Los criterios lingüísticos seguidos para la elaboración de los estímulos de cada experimento ya han sido expuestos en las secciones correspondientes, y volverán a comentarse en el siguiente apartado. En relación con este objetivo, basta con señalar que los estímulos pueden agruparse, dependiendo de la tarea asignada a los sujetos en cada experimento, y con base en criterios diversos, en diferentes categorías. Como los principios lingüísticos que se pueden aplicar para clasificarlos son de distinta naturaleza, la predicción era que las diferencias entre los estímulos se registrarían en diferentes latencias y localizaciones cerebrales; con ello se demostraría la existencia de diferentes procesos cognoscitivos.

El análisis de los resultados de nuestros dos experimentos en términos de la localización espacio-temporal de los procesos léxicos complementa los conceptos desarrollados en el apartado anterior y añade información nueva. Tal como allí se concluyó, todas las variables asociadas con los estímulos se manifestaron en

las respuestas cerebrales, pero sólo algunas de ellas parecen reflejar una organización cerebral del léxico. Las restantes pueden verse, entonces, como el correlato neurofisiológico de procesos cognoscitivos de diferente naturaleza². Continuaré sin especificar los principios lingüísticos que intervienen en tales procesos y, con esta restricción, discutiré la forma en que éstos pueden interpretarse a partir de su neurofisiología.

De manera resumida, los resultados del primer experimento relevantes para este punto son los siguientes. Como se recordará, la tarea consistió en decidir si dos palabras que se presentan consecutivamente son iguales o diferentes; de modo que, en cuanto al momento de su presentación, podemos distinguir entre el primero y el segundo estímulo. En el primer estímulo se demostraron efectos de la categoría gramatical en dos latencias: la primera, entre los 100 y los 150 ms; la segunda, aproximadamente a los 400 ms. En ambos casos hubo interacción con el proceso de habituación, de modo que la diferencia entre sustantivos y verbos fue más notable en la segunda sesión experimental. En cuanto al segundo estímulo, éste provocó distintas respuestas cerebrales dependiendo de que fuera igual o diferente del que se presentó en primer lugar; también en este caso, hubo interacción con el efecto de habituación: en la primera sesión experimental las respuestas se ubicaron a los 200 ms; en la segunda, a los 150. Finalmente, las respuestas cerebrales ante el primero y el segundo estímulo fueron similares hasta los

²Es decir, procesos que actualizan conocimientos que la lingüística ubicaría en diferentes niveles.

200 ms; la diferencias se manifestaron a partir de este punto y fueron más claras hacia los 400 ms.

Con base en estos resultados, y tomando en consideración lo expuesto en la sección anterior, pueden establecerse las siguientes conclusiones. El proceso que se describe como construcción de la representación de la forma de la palabra (visual word-form) concluye entre los 150 y los 200 ms, ya que después de este lapso las respuestas cerebrales difieren claramente dependiendo de que los estímulos hayan sido iguales o diferentes a su antecedente; situación que sólo puede presentarse después de que el estímulo se ha identificado plenamente; los resultados obtenidos en el segundo experimento descartan la posibilidad de que los estímulos se hayan procesado como formas visuales no lingüísticas. También a los 150 ms, sustantivos y verbos provocan diferentes respuestas cerebrales, lo que confirma la interpretación anterior. Como ambos fenómenos fueron más claros en la segunda sesión experimental, en la que se manifestó el aprendizaje adquirido durante la primera, puede concluirse que los fenómenos registrados son el correlato de procesos cognoscitivos susceptibles de modificar el tiempo que requieren para su desarrollo. El hecho de que el primero y el segundo estímulo provoquen diferentes respuestas cerebrales a partir de los 200 ms, sugiere que los procesos registrados después de esta latencia dependen en buena medida de la tarea asignada a los sujetos y, por lo tanto, de las expectativas con que se perciben tales estímulos. En este sentido, las diferencias tardías entre sustantivos y verbos, que consistieron en una menor latencia

del componente P2 para el caso de los primeros en la segunda sesión experimental, parecen sugerir que los procesos cognoscitivos asociados con los sustantivos se desarrollaron más eficientemente después de la sesión de aprendizaje o habituación.

Los resultados del segundo experimento --más complejos, sin duda-- donde los sujetos realizaron una tarea de decisión léxica, confirman las interpretaciones anteriores y permiten hacer algunas precisiones.

En el primer rango de latencia (70-100 ms) se registraron diferencias entre palabras y pseudopalabras, entre palabras frecuentes e infrecuentes, y entre pseudopalabras con diferentes terminaciones; todas en la región posterior del hemisferio izquierdo. Tal como se comentó en la sección anterior, esta región cerebral parece reaccionar exclusivamente ante las palabras, pero hacerlo de manera distinta ante las frecuentes y las infrecuentes. Es decir, en esta latencia, la región mencionada se especializa en procesos relacionados con las palabras, los cuales se desarrollan de manera distinta según la frecuencia de empleo de aquéllas.

La demostración de que la actividad cerebral que se desarrolla cuando se perciben estímulos lingüísticos es diferente de la que acontece cuando lo que se lee carece de significado, parece trivial, pues no cabía suponer otra cosa. Lo mismo podría decirse con respecto a las diferentes respuestas cerebrales registradas ante palabras frecuentes e infrecuentes. Lo que no resulta trivial es la posibilidad de investigar y caracterizar en detalle los procesos cognoscitivos en relación con su sustrato

neurofisiológico.

Desde el punto de vista neurofisiológico, la asimetría de la actividad cerebral y los efectos de lexicalidad y frecuencia detectados permiten distinguir qué zonas de la corteza cerebral intervienen de manera especializada en los procesos relacionados con la percepción y reconocimiento de los estímulos. En las etapas que se desarrollan entre los 70 y los 100 ms, el área involucrada puede localizarse, de acuerdo con nuestros resultados, en la región posterior del hemisferio izquierdo.

La interpretación neurolingüística de los fenómenos registrados consiste en asociarlos con una etapa en que se desarrollan procesos cognoscitivos relacionados con los estímulos en tanto elementos del plano de la expresión (según los términos de Hjelmlev, 1943). Estos procesos deben referirse al reconocimiento y no sólo a la percepción. Las razones en que se funda esta suposición son de diferente índole. En primer lugar, conviene repetir que las diferencias que dependen de la clase de los estímulos se registraron en áreas de corteza de asociación, las cuales no se especializan en procesos perceptuales, sino de integración de la información. Por otra parte, el hecho mismo de que las respuestas difieran dependiendo de la lexicalidad o la frecuencia de los estímulos, no de la forma física de éstos, indica que los fenómenos registrados no pueden explicarse exclusivamente en términos de la percepción.

Con la utilización de esta misma técnica, aunque en experimentos que varían considerablemente y cuyos resultados no

son, por lo tanto, extrapolables sin una cuidadosa discusión, se han obtenido resultados a partir de los cuales es posible, sin embargo, establecer con precaución ciertas generalizaciones. Según los trabajos que ya hemos citado, las diferencias que dependen de la categoría gramatical de los estímulos se detectan en las respuestas cerebrales después de los 100 ms (Neville et al., 1991a; Preissl et al., 1995; Pulvermüller et al., 1995). Los que pueden atribuirse a la categoría semántica de las palabras se registran a partir de los 250 ms (Dehaene, 1995; Kounios y Holcomb, 1994); los procesos semánticos provocan respuestas cerebrales típicas a los 400 ms (Kutas y Hillyard, 1980). El procesamiento sintáctico se manifiesta en la actividad cerebral después de los 500 ms (Neville et al., 1991b; Osterhout y Holcomb, 1992; Ostrosky et al., 1994, 1996). Estos datos son compatibles con un esquema temporal del procesamiento de la información en el cual las etapas que involucran procesos cognoscitivos de más alto nivel ocurren más tardíamente³.

Con respecto a los resultados relativos a la frecuencia de las palabras conviene señalar lo siguiente. Que su efecto se haya manifestado durante el proceso de discriminación y reconocimiento no es del todo un hallazgo predecible. Este efecto podría no haber aparecido hasta más tarde, para indicar que incide en procesos de más alto nivel encargados del análisis de las palabras. Si bien

³Sobre este punto debe tomarse en consideración que, tal como se expuso en los Antecedentes Generales, en el marco de la ciencia cognitiva se concibe el lenguaje como un sistema de procesamiento de información.

esto aún puede ser cierto, por lo pronto contamos con datos que sugieren que este factor interviene desde las primeras etapas del procesamiento léxico. La interpretación neurofisiológica debe tomar en consideración que, para que una palabra se reconozca como tal, su representación debe haberse almacenado de cierta forma en el cerebro. Es decir, el reconocimiento de un estímulo se manifiesta, en el plano neurofisiológico, por la activación de su representación neurológica⁴. El proceso que lleva a la formación de estas representaciones neurológicas implica algún tipo de aprendizaje y, de acuerdo con una explicación clásica (Hebb, 1949), el aprendizaje se manifiesta en el cerebro con la consolidación de conexiones sinápticas (comunicaciones entre neuronas)⁵. Lo anterior permanece vigente y coincide con postulados más modernos, según los cuales las neuronas excitatorias que con frecuencia se activan simultáneamente intensifican sus conexiones (Ahissar *et al.*, 1992; Gustaffson *et al.*, 1987). Esto hace de la corteza cerebral una inmensa red de asociaciones, en la cual los grupos de neuronas que

⁴"The smells, songs, squirrels, streets, stars and people that we encounter are concocted by our brains from the incoming electrochemical signals. When we see a house, or hear a dog bark, it is because the pattern of receptor stimulation has activated a neural representation of something we believe to be out there. We can never know where the stimuli really originate because we cannot get outside our sense organs. In fact, the concept of true reality is elusive; the neural representations are as near as we can get to it. They constitute the sum total of our inherited and acquired knowledge" (Milner, 1996: 69). "Most concepts are represented by a number of engrams [neural representations] in different modalities linked by strong associations (that sometimes fail, as when we forget a name). Thus, cats are represented by engrams for their shape, their smell, the feel of their fur, the sounds they make (which are not only separate concepts but have names of their own, purr, meow, caterwaul, etc.), and the read, heard, written and pronounced versions of their name" (*Ibid.*, p. 72).

⁵La plasticidad cerebral hace posible la consolidación de las sinapsis que, en este sentido, afecta la organización cerebral. Son fenómenos diferentes de la organización cerebral que en el apartado anterior hemos caracterizado en términos topográficos.

con frecuencia se activan al mismo tiempo forman redes fuertemente conectadas o ensambles de células (Braitenberg y Pulvermüller, 1992). En el caso que nos ocupa, la exposición más frecuente a ciertas palabras crea e intensifica ciertas conexiones neuronales, cuya activación durante su reconocimiento es de mayor magnitud que la que las palabras infrecuentes pueden causar. Las pseudopalabras no pueden reconocerse porque, necesariamente, no tienen representación en las redes neuronales.

Como se recordará, la diferencia entre palabras y pseudopalabras en nuestro experimento puede caracterizarse así: en las palabras, la actividad del hemisferio izquierdo en la región parieto-temporal fue diferente a la registrada en la misma zona del hemisferio derecho; en las pseudopalabras, en cambio, no hubo asimetría alguna. Expresando lo anterior con otros términos, puede decirse que en el área parieto-temporal izquierda sólo las palabras provocaron una respuesta. Si lo que hemos registrado en esta latencia corresponde a las primeras etapas del procesamiento léxico, y si el acceso al léxico, en términos de la actividad cerebral, consiste, en efecto, en el encendido o activación de un ensamble de células (Braitenberg y Pulvermüller, 1992), entonces nuestros resultados se interpretan como el sustrato neurofisiológico de la primera etapa del proceso de acceso al léxico que, naturalmente, sólo ocurre en el caso de las palabras; es decir, como la activación de las representaciones neurológicas de las palabras. Como ya se comentó, los rasgos que distinguen a las palabras de las pseudopalabras se exageran en el registro de

las palabras frecuentes: la negatividad de la actividad eléctrica del hemisferio izquierdo se hace más pronunciada. De manera consecuente, esta misma negatividad es de menor voltaje en las palabras infrecuentes, cuyo mapeo es, en este sentido, más parecido al de las pseudopalabras. Para interpretar estos resultados hay que considerar que la mayor fuente de actividad negativa en las neuronas cercanas a los electrodos con que se realiza el registro --dendritas apicales de las células piramidales de las capas superiores de la corteza-- son los potenciales excitatorios postsinápticos, es decir, los que ocurren después de una sinapsis. De acuerdo con esto, el 'encendido' de un ensamble de células ocasiona componentes negativos en los potenciales (Pulvermüller et al., 1994, 1995). Podemos, así, concluir que los procesos de acceso al léxico, específicos de las palabras y modulados por la frecuencia de éstas, tienen lugar en la región parieto-temporal izquierda entre los 70 y los 100 ms posteriores a la exposición ante una palabra escrita.

En lo que sigue discutiré mis resultados y su interpretación en el contexto proporcionado por algunas investigaciones con objetivos similares.

Es un hecho bien demostrado en psicolingüística que la frecuencia de las palabras tiene efectos sobre la rapidez y precisión de las respuestas conductuales en múltiples tareas de lectura (Forster y Davis, 1984; McCann et al., 1988; Monsell et al., 1989; Norris, 1984; Rubenstein et al., 1970; Scarborough et al., 1977; Whaley, 1978). Nosotros mismos hemos demostrado que en

español, en una tarea de decisión léxica, los tiempos de reacción a las palabras frecuentes son significativamente inferiores a los de las infrecuentes: 635 y 772 ms, respectivamente (Marcos *et al.*, 1994). Lo que aún se debate es la explicación del fenómeno. Algunos autores atribuyen el efecto de la frecuencia a su acción en los procesos por los que la identidad de una palabra se genera a partir de su representación visual (Forster, 1976; McClelland y Ellman, 1986). Otros, en cambio, sugieren que el efecto se manifiesta en los procesos de selección de las respuestas (Broadbent, 1967; Treisman, 1971). La técnica de PREs tiene ventajas incuestionables sobre los experimentos conductuales, pues lo que se analiza es la actividad cerebral con una resolución temporal muy fina. Los resultados de este experimento, como antes dije, apoyan la hipótesis del efecto en la etapa de reconocimiento.

Es más interesante la discusión con investigaciones que toman en consideración el sustrato neurofisiológico de los procesos.

El primer resultado relevante es la asimetría occipital registrada ante todos los estímulos. Este fenómeno se ha observado en estudios con tomografía por emisión de positrones, los cuales asocian la actividad del hemisferio derecho al análisis de los atributos de los estímulos visuales de cualquier naturaleza (Corbetta *et al.*, 1990).

El siguiente hallazgo permitió ubicar un área en la región posterior del hemisferio izquierdo, donde se manifiestan los efectos de lexicalidad y frecuencia. Lo anterior no está en conflicto con resultados reportados recientemente, que a un área

con la misma localización aproximada atribuyen procesos cognoscitivos relacionados con la forma visual de las palabras (Petersen et al., 1988, 1989, 1990; Posner et al., 1989; Compton et al., 1991).

Los resultados originales de esta investigación son los relativos a la cronometría de los efectos de lexicalidad y frecuencia. Con la misma técnica de PREs, algunos investigadores han encontrado que la diferencia entre palabras y no-palabras se manifiesta en el cerebro en diferentes latencias, que van desde los 70 hasta los 200 ms (Compton et al., 1991; Dehaene, 1995; Pulvermüller et al., 1995). La variedad en los resultados depende, entre otras causas, del paradigma experimental y de la forma de elaborar los estímulos. Lo mismo puede decirse de las investigaciones con PREs sobre el efecto de la frecuencia de las palabras, que lo demuestran en puntos muy diferentes de la escala temporal (Polich y Donchin, 1988; Rugg, 1990; Young y Rugg, 1992).

También en este rango de latencia, en el caso de las pseudopalabras hubo efectos atribuibles a la terminación de éstas. El fenómeno se registró en un área cerebral muy próxima a aquella en la que se manifestaron la lexicalidad y la frecuencia, pero tuvo una localización más posterior. De modo que parece consistir en el sustrato neurofisiológico de un proceso diferente al que se desarrolla con las palabras.

En síntesis, la perspectiva con que ahora analizamos los resultados obtenidos entre los 70 y los 100 ms permite reconocer, en el área posterior del hemisferio cerebral izquierdo, la

existencia de procesos neurofisiológicos asociados exclusivamente con las palabras, los cuales se desarrollan de manera distinta según la frecuencia de empleo que éstas poseen. Las pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e 'ir' también desencadenaron un proceso que se registró en un área próxima, pero de localización más posterior. Analizaremos estos fenómenos con más detenimiento en las siguientes secciones de este capítulo.

Por otra parte, las diferencias entre sustantivos y verbos se localizaron, en ambos experimentos, en regiones anteriores del cerebro. Este hecho es ya indicativo de que los fenómenos registrados corresponden a un proceso neurofisiológico distinto del anterior. El primer experimento ubicó el efecto de la categoría gramatical a los 150 ms; el segundo, de manera menos precisa, entre los 100 y los 200 ms; sin embargo, en este último, las diferencias entre sustantivos y verbos se observan claramente a los 150 ms.

Como se comentó en el apartado anterior, nuestros resultados no cumplieron la expectativa de localizar las respuestas a sustantivos y verbos en regiones cerebrales distintas. En el trabajo que allí citamos (Preissl et al., 1995), los autores también ubicaron la diferencia entre unos y otros en regiones anteriores y bilaterales del cerebro a los 200 ms; como nosotros, no pudieron localizar regiones que selectivamente reaccionen ante una u otra clase. En relación con este punto conviene reseñar brevemente otro trabajo de publicación aún más reciente.

Koenig y Lehmann (1996) realizaron un estudio con 17 hablantes de alemán, 13 mujeres y 4 hombres, quienes observaron en el monitor

de una computadora 63 sustantivos y 63 verbos del alemán, los cuales se presentaron aleatoriamente en 4 ocasiones a lo largo del experimento. La tarea consistió en leer en voz alta, cuando apareciera una señal en el monitor, la última palabra que se les hubiera presentado. Utilizaron la técnica de PREs, pero sometieron los resultados a un análisis más complejo que el que nosotros pudimos realizar. Aunque después volveré a comentar los resultados de este análisis espacial de microestados (spatial microstate analysis), por el momento señalaré que, entre otros hallazgos, los autores pudieron identificar una etapa de la actividad neuronal, entre los 116 y los 172 ms, en la que sustantivos y verbos provocaron diferentes respuestas cerebrales. Aunque tampoco localizan zonas de actividad que se asocien con las clases de las palabras, coinciden con Preissl y colaboradores (1995) en que diferentes poblaciones neuronales reaccionan ante sustantivos y verbos.

Hay, pues, coincidencia entre nuestros resultados y los de las investigaciones citadas, tanto en lo relativo a la latencia como a la topografía de las diferencias provocadas en la actividad cerebral por sustantivos y verbos. Sin embargo, el paradigma de nuestro experimento permite hacer observaciones adicionales. Los efectos que dependen de la flexión y de las marcas formales se comentarán en la siguiente sección. Los que dependen de la frecuencia de las palabras sugieren que los procesos ubicados en esta latencia se ven afectados en su desarrollo por este factor.

Como ocurrió con el análisis de la actividad cerebral

registrada entre los 70 y los 100 ms, nuestros resultados permiten reconocer una segunda etapa del procesamiento léxico, entre los 100 y los 200 ms, en la que sustantivos y verbos provocan diferentes respuestas cerebrales, las cuales, a su vez, son sensibles a la circunstancia de que los estímulos sean frecuentes o infrecuentes.

En el siguiente rango de latencia, definido entre los 200 y los 250 ms, se registraron diferentes efectos en el primero y en el segundo experimento.

Como señalamos en relación con el primer experimento, el primero y el segundo estímulo comenzaron a diferir a partir de los 200 ms. Mientras que el primer estímulo no provocó en esta latencia respuestas que reflejen el efecto de algún factor, en el segundo se registraron cambios notables en la morfología y la amplitud de los potenciales que dependieron de que la palabra fuera igual o diferente de la que la precedió. Si bien puede concluirse que en este lapso se desarrolla un nuevo proceso cognoscitivo, los resultados indican que éste se asocia probablemente con la toma de decisión para resolver la tarea asignada a los sujetos. En otras palabras, parece tratarse de un fenómeno que depende directamente de las condiciones experimentales y que sólo ocurre en algunas de ellas.

Con respecto al segundo experimento, conviene hacer notar que, aun cuando no se probó, la morfología de los potenciales provocados por los estímulos durante los primeros 200 ms no parece diferir de la de los estímulos del primer experimento, situación que sí se presenta después de esta latencia.

Entre los 200 y los 250 ms, los potenciales asociados con las palabras del segundo experimento se modificaron por efecto de la frecuencia de éstas. Se trató de un fenómeno apenas significativo y de localización cerebral difusa. Como en esta latencia ninguna de las variables controladas en los estímulos provocó efectos significativos, es difícil interpretar este resultado. Basados en su propio trabajo y en el de otros autores, Koenig y Lehmann (1996) plantean la posibilidad de que a los 200 ms se desarrolle al menos una parte del procesamiento semántico. Si ellos tienen razón, entonces podemos proponer la hipótesis de que en esta latencia hemos registrado el sustrato neurofisiológico de un proceso cognoscitivo, presumiblemente semántico, que está también modulado por la frecuencia de empleo de las palabras.

En contraste con la inespecificidad de los fenómenos que acabamos de comentar, hubo en el segundo experimento, entre los 250 y los 300 ms, un efecto muy notable y de localización precisa en la región parietal izquierda atribuible a la presencia o ausencia de morfemas flexivos en las palabras. Ya he mencionado que, hasta donde sé, no existen antecedentes con los cuales discutir estos resultados. Hay ciertas indicaciones sobre la posibilidad de que los procesos morfológicos se localicen en la corteza perisilviana postcentral izquierda (Nadeau y Gonzalez Rothi, 1992), lo que corresponde aproximadamente con nuestros resultados; sin embargo, los procesos a los que hacen referencia no son léxicos, sino que los ubican en el contexto más amplio del procesamiento gramatical, oponiéndolos a los sintácticos, cuya localización parece ser

frontal. El papel de la morfología en el nivel léxico ha sido estudiado con atención por la psicolingüística, pero esta disciplina no formula propuestas sobre el sustrato neurofisiológico de los fenómenos que estudia. Por lo anterior, los resultados que en el segundo experimento obtuvimos sobre la temporalidad y la topografía de la actividad cerebral asociada con el procesamiento de morfemas flexivos se refieren a un fenómeno que no había sido estudiado. Hay en ellos dos aspectos que merecen destacarse. El primero es que, desde nuestro punto de vista, demuestran la existencia de una etapa de procesamiento léxico cuya localización difiere de aquellas desarrolladas entre los 100 y los 250 ms. El segundo, es que esta localización coincide en cierta medida con la de los procesos asociados entre los 70 y los 100 ms con la frecuencia y la lexicalidad. En la siguiente sección propondremos una explicación al hecho de que este proceso sólo se haya registrado en el segundo experimento.

También entre los 250 y los 300 ms, se registró en el segundo experimento un efecto marginal y difuso de la frecuencia de las palabras. Aunque no fue estadísticamente significativo, estuvo muy cerca de serlo y, por lo tanto, no conviene desestimarlos. Como tampoco en esta latencia interactuó con el efecto de las variables de los estímulos, no hay razones para suponer que se asocia con un proceso diferente del que detectamos entre los 200 y los 250 ms. Es decir, nuestros resultados localizan un efecto de la frecuencia de las palabras que va de los 200 a los 300 ms. Antes propusimos la hipótesis, basada en las sugerencias de algunos autores, de que se

trata de un proceso semántico temprano e inespecífico. El que vuelva a presentarse entre los 250 y los 300 ms admite la misma interpretación. Sin embargo, este último resultado, y la falta de interacción con otros factores, parecen indicar que se trata de un proceso que se desarrolla 'en paralelo' con el de la morfología.

Después de los 300 ms, no hubo en el segundo experimento actividad cerebral que pueda interpretarse en función de las variables investigadas. En el primer experimento, en cambio, se registraron diferencias notables entre el primero y el segundo estímulo hacia los 400 ms. Estas, como anotamos, no pueden atribuirse a las propiedades de los estímulos, sino a las expectativas con que se perciben. También en los componentes tardíos del primer estímulo, se registró un efecto de la habituación que hizo disminuir la amplitud del componente P2 a lo largo del experimento; nuevamente, parece tratarse de un efecto de las condiciones experimentales y no de las propiedades de las palabras.

En conclusión, la perspectiva con que en esta sección analizamos los resultados ha permitido, de acuerdo con la forma en que planteamos la hipótesis, demostrar la existencia de diferentes procesos neurofisiológicos asociados con el reconocimiento de las propiedades de los estímulos. Hemos establecido, hasta donde la técnica utilizada nos lo permite, su temporalidad y su localización cerebral. En la siguiente sección intentaremos caracterizar estos procesos en su dimensión lingüística.

DIMENSION LINGUISTICA DE LOS PROCESOS COGNOSCITIVOS Y NEUROFISIOLOGICOS ASOCIADOS CON EL LEXICO

Un objetivo importante de este trabajo ha sido el de especificar en términos lingüísticos los procesos cognoscitivos cuyo sustrato neurofisiológico hemos caracterizado. La discusión desarrollada en las dos secciones anteriores ha mostrado que los fenómenos descritos en la actividad cerebral se asocian directamente con las propiedades lingüísticas de los estímulos. Ahora estableceremos, en una secuencia temporal, la forma en que diferentes principios lingüísticos intervienen en cada etapa del procesamiento léxico. Esto quiere decir, de acuerdo con lo discutido en la sección dedicada al nivel léxico en los Antecedentes Generales, que, con una perspectiva lingüística, caracterizaremos el tipo de conocimiento que parece actualizarse en las diferentes etapas del procesamiento léxico.

En el segundo experimento comparamos las respuestas cerebrales ante palabras y pseudopalabras. Aunque existen suficientes antecedentes sobre la investigación de este tema, los cuales hemos discutido a lo largo del trabajo, la forma en que construimos la lista de estímulos nos permite hacer consideraciones nuevas.

Ya mencionamos que la ubicación espacio-temporal de la diferencia entre palabras y pseudopalabras, entre los 70 y los 100 ms en la región posterior del hemisferio izquierdo, es coherente con lo señalado en otros trabajos, Sin embargo, como en ellos no se

han utilizado pseudopalabras, sino secuencias de letras que no siguen patrones silábicos y morfológicos propios de la lengua, las respuestas cerebrales podrían atribuirse a procesos cognoscitivos de diferente índole. El empleo de pseudopalabras, en cambio, apoya la hipótesis de que los fenómenos registrados dependen de las propiedades de las palabras. Además, como palabras y pseudopalabras poseen estructura similar y comparten las mismas terminaciones, podemos descartar la posibilidad de que la identificación de las palabras se funde en el reconocimiento de marcas formales de estructura general. De acuerdo con lo anterior, la pregunta por responder es a qué se debe la diferencia entre palabras y pseudopalabras; toda vez que no es posible proponer un algoritmo que, basado en las unidades constitutivas de los estímulos, distinga entre unas y otras; y que, por la latencia temprana del fenómeno registrado y por su localización cerebral, tampoco depende de la posibilidad o imposibilidad de atribuirles significado. Al respecto, a nuestro parecer, sólo puede concluirse que las palabras provocan respuestas características por la propiedad que poseen de activar, como elementos individuales, representaciones neurofisiológicas, o ensambles de neuronas, que, de acuerdo con lo desarrollado en la sección anterior, se han establecido por efecto de la experiencia. Ahora bien, es interesante observar que esta propiedad la comparten las palabras con y sin flexión; de modo que en esta etapa del procesamiento léxico parece que se activan representaciones neurológicas para ambas clases de palabras.

Lo anterior sugiere que en esta etapa el cerebro reacciona

ante la forma total de la palabra o ante su lexema. Los efectos de la frecuencia ya se han tratado en las secciones anteriores y se han podido explicar en términos neurofisiológicos: inciden sobre el proceso y no son evidencia de una organización cerebral (topográfica) del léxico fundada en la frecuencia.

Obtuvimos, sin embargo, resultados que indican que, 'en paralelo', hay respuestas cerebrales asociadas con el procesamiento de unidades inferiores a la palabra. Las pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e 'ir' provocan en O1 respuestas diferentes a las de las otras clases de pseudopalabras. Debemos interpretar este fenómeno en el sentido de que estas formas, que constituyen una clase de morfemas ligados a los lexemas verbales, fueron identificadas, aun cuando no se haya demostrado en el caso de las palabras. En el apartado dedicado a la discusión del esquema neurolingüístico del procesamiento léxico propondremos una explicación a este último hecho.

Por otra parte, conviene repetir que la frecuencia tuvo en T5 y O1 efectos sobre todas las clases de palabras; en P3, en cambio, sus efectos se manifestaron sólo en el caso de las palabras con flexión. Es significativo el hecho de que haya sido en esta misma región cerebral donde se demostraron los efectos de la morfología entre los 250 y los 300 ms. Este resultado plantea algunos problemas para su interpretación. Como se refiere a un efecto de la frecuencia y no de la flexión; y como la flexión de estas palabras no se reconoce por sus propiedades sustanciales, ya que la terminación vocal + 's' también aparece en las pseudopalabras;

podemos proponer la hipótesis de que los morfemas flexivos se han reconocido, a través de un proceso analítico, en el contexto de palabras ya identificadas. No parece, desde nuestro punto de vista, que el hecho pueda interpretarse como evidencia de que, como primera etapa del proceso léxico, el cerebro haya reaccionado a unidades discretas, pero con función morfológica, inferiores a la palabra. Si éste fuera el caso, el efecto de la frecuencia de las palabras no afectaría el reconocimiento de sus morfemas, y se esperaría, asimismo, que las terminaciones -ar, -er e -ir provocaran respuestas características. Como estas circunstancias no se presentaron, puede concluirse que los morfemas se identificaron al reconocerse sus unidades mayores como lexemas o palabras. Así, interpretamos los resultados como datos sugerentes de que, 'en paralelo' y en una región cerebral particular, se desarrolla ante las palabras un proceso de descomposición en morfemas.

Independientemente de nuestras interpretaciones, los resultados indican que las palabras desencadenan respuestas cerebrales características en la región parieto-temporal izquierda. 'En paralelo', o como subcomponentes de un proceso complejo, la región occipital izquierda reacciona ante marcas **sustanciales** de la expresión (terminación de infinitivo) en pseudopalabras; la región parietal izquierda, ante morfemas flexivos.

Con respecto a la demostración de que entre los 100 y los 200 ms sustantivos y verbos provocan diferentes respuestas cerebrales, hemos indicado que los únicos antecedentes de investigaciones similares a la nuestra que no plantean serios problemas en la

interpretación de sus resultados son los trabajos de Preissl et al. (1995) y Koenig y Lehmann (1996), ambos sobre el alemán. Ya hemos comparado nuestros resultados con los de ellos, pero la forma en que construimos la lista de estímulos nos permite hacer observaciones nuevas sobre la naturaleza del proceso implicado.

Como en el primer experimento sólo utilizamos verbos en infinitivo y sustantivos en singular, no pudimos evaluar el papel que las marcas formales de los primeros desempeñan en el reconocimiento de las palabras. Los resultados del segundo experimento nos permiten concluir que las diferentes respuestas cerebrales a sustantivos y verbos no dependen de marcas formales. Contribuyen a esta interpretación el hecho de que no se demostraran efectos significativos de la flexión --y que, por lo tanto, no existan diferencias entre las respuestas cerebrales provocadas en esta latencia por verbos conjugados y en infinitivo-- y la circunstancia de que tampoco haya habido efectos de la forma de las pseudopalabras.

Por otra parte, los resultados de los análisis estadísticos demuestran que las diferencias entre sustantivos y verbos se presentan de igual forma en las palabras con y sin flexión; demuestran también que no hay diferencias entre sustantivos en singular y en plural, ni entre verbos en infinitivo y conjugados. De acuerdo con lo anterior, un hallazgo interesante de nuestro trabajo en relación con este tema es que, hasta esta etapa de procesamiento léxico, la actividad neurofisiológica asociada con sustantivos y verbos no se ve afectada por la flexión de las

palabras. Es decir: como miembros de clase, sustantivos o verbos, con y sin flexión, poseen la misma representación cognoscitiva y neurofisiológica.

Para concluir con lo relacionado con la categoría gramatical, conviene llamar la atención sobre el hecho de que nuestros resultados básicos coinciden con los obtenidos en investigaciones sobre el alemán (Koenig y Lehmann, 1996; Preissl *et al.*, 1995), de tal modo que la especialización cerebral para los procesos mencionados podría no depender de la lengua en cuestión⁶.

Ahora bien, a pesar de que son abundantes los datos que sugieren que el cerebro reacciona de manera diferente ante sustantivos y verbos, en experimentos como los citados, y en el mío, las palabras se han presentado sin contexto sintáctico, lo que hace que ninguna interpretación de los resultados pueda ser concluyente. En este sentido, sería interesante contar con datos que permitieran comparar ambas clases de palabras en contextos oracionales y controlando su función sintáctica, lo que en español podría hacerse utilizando verbos conjugados y en infinitivo, y sustantivos y nominalizaciones. Por otra parte, ya hemos destacado el hecho de que no existe una teoría neurológica o neurolingüística desarrollada sobre la manera en que el cerebro especializa diferentes áreas para el procesamiento de sustantivos y verbos. Es probable que esta teoría debiera considerar los mecanismos de

⁶Hemos dejado de comentar lo relativo a la participación del hemisferio derecho porque nuestros resultados no proporcionan indicaciones sobre cuál es su función.

aprendizaje y la constitución de representaciones neurológicas de acuerdo con las propuestas de Hebb (1949) y Milner (1996) ya comentadas. Bajo esta perspectiva, aunque nuestros resultados parecen sugerir que las diferencias entre unos y otros no parecen asociarse con procesos semánticos, sino con la activación de las representaciones léxicas, esto no descarta la posibilidad de que, durante el aprendizaje de la lengua, el mecanismo por el cual se establecen los ensambles neuronales asociados con sustantivos y verbos tenga una base que podría describirse en términos semánticos.

En cuanto al efecto de la morfología registrado entre los 250 y los 300 ms, hemos desarrollado ya la mayor parte de nuestras conclusiones durante la exposición del segundo experimento. Tal como ahí se dijo, los resultados son compatibles con la hipótesis lexicalista que sostiene que los procesos morfológicos se localizan en el lexicon; en el marco de la investigación psicolingüística, apoyan la propuesta de que, durante su procesamiento, las palabras se descomponen en morfemas, y refutan las teorías citadas en los antecedentes generales que no admiten este hecho.

Es conveniente, sin embargo, matizar ahora la última aserción. Los resultados que comentamos algunos párrafos más arriba demuestran que entre los 70 y los 100 ms se identifican, en el contexto de las palabras, ciertos morfemas. Hemos interpretado parte de la actividad cerebral desarrollada en ese lapso como el sustrato neurofisiológico de un procesos de descomposición de las palabras en morfemas. Igual interpretación hemos dado a los

resultados obtenidos entre los 250 y los 300 ms en la región parietal izquierda. Debe quedar claro, empero, que el único dato con el que contamos es la demostración de que el cerebro reacciona de manera diferente ante palabras con y sin flexión. Relacionar este hecho empírico con un proceso de descomposición en morfemas es sólo una forma de interpretar el fenómeno. Ahora bien, es innegable que, al menos cuando se habla de procesos cognoscitivos, siempre hay un salto entre el dato empírico y su interpretación; por eso es que, en relación con este tema, hay posturas psicolingüísticas que de manera contradictoria interpretan los mismos resultados proporcionados por investigaciones experimentales.

Según lo que expusimos en secciones anteriores, la forma de la actividad cerebral asociada con palabras con y sin morfología flexiva no sugiere que ellas posean una distinta representación neurofisiológica --como sería el caso si la actividad se presentara en diferentes localizaciones cerebrales-- sino que los procesos relacionados con ellas se desarrollan de distinta manera. Contribuye a esta interpretación, nos parece, el hecho de que, aun cuando no haya sido estadísticamente significativo, el efecto de la morfología en P3 entre los 250 y los 300 ms fue más claro en las palabras infrecuentes que en las frecuentes, y más en los verbos que en los sustantivos; lo que sugeriría que estamos frente a un mismo proceso cuyo desarrollo se ve afectado por la frecuencia, por la categoría gramatical y por la flexión de las palabras. Pero, aun estando de acuerdo con lo anterior, decidir que se trata de un proceso asociado con la descomposición de las palabras en morfemas

continúa siendo sólo una forma de interpretar el fenómeno y definirlo en términos lingüísticos.

Hay todavía otro problema para integrar nuestros resultados en la discusión psicolingüística sobre el procesamiento de la morfología. En el capítulo dedicado al segundo experimento mencionamos que hay propuestas teóricas en las que las palabras se descomponen en morfemas; otras en los que las palabras se procesan como unidades indivisibles; y propuestas mixtas en los que las palabras con morfología flexiva se analizan en morfemas y las que tienen morfología derivativa se identifican como unidades totales. En ese momento citamos también una propuesta que distingue entre los procesos que se desarrollan durante el acceso a la representación léxica y los que ocurren durante la representación (Marslen-Wilson *et al.*, 1994; Marslen-Wilson y Warren, 1994). Lo interesante de esta teoría es que manifiesta explícitamente la necesidad de identificar la etapa de procesamiento léxico en que se manifiesta el análisis morfológico. Aunque me parece dudoso que podamos asociar inequívocamente nuestros resultados con procesos de acceso o representación, según los definen aquellos autores, sí es posible ubicar la latencia absoluta y relativa en que se manifiestan los efectos de la flexión. En este sentido, nuestros resultados sólo pueden apoyar las teorías que proponen que, en caso de manifestarse, el análisis morfológico ocurre en una etapa específica del procesamiento léxico.

Los comentarios anteriores hacen evidente que la interpretación de nuestros resultados en el marco de la discusión

psicolingüística sobre el procesamiento morfológico es problemática. Quizá cabría preguntarse, entonces, por qué se hace el intento. Al respecto, repetiré que no hay antecedentes de investigaciones con PREs sobre el tema, y que los proporcionados por el estudio de casos patológicos no pueden interpretarse con un esquema desarrollado sobre el procesamiento léxico. La psicolingüística, en cambio, ha abordado este asunto con cierta exhaustividad y nos proporcionó el marco teórico para plantear objetivos y plantear cuestionamientos que podrían orientar futuras investigaciones. Además de que en esa etapa de la investigación no podíamos anticipar los resultados, pienso que los problemas para interpretarlos, tal como los planteo ahora, los comparten las investigaciones psicolingüísticas, aun cuando sus datos no provengan del estudio de la actividad cerebral. Por otra parte, parece que en la medida en que un proceso que en principio se define en términos cognoscitivos es asociado con procesos neurofisiológicos descritos cada vez más finamente, se termina indefectiblemente con algo que ya no es cognoscitivo sino, tal vez, simplemente, una reacción bioquímica en el nivel molecular.

Una vez hechas las consideraciones anteriores, que me parecieron ineludibles, podemos intentar caracterizar en su dimensión lingüística los fenómenos asociados con la morfología.

Ya hemos dicho que entre los 70 y los 100 ms, en P3, la frecuencia interactuó con la flexión. Por la forma en que ocurrió esta interacción, concluimos que los morfemas flexivos fueron identificados, pero que este proceso no intervino en el

reconocimiento de las palabras. También en esta latencia, en O1, deben de haber sido identificadas las terminaciones de infinitivo en las pseudopalabras, pero no contamos con evidencia de que la presencia de marcas formales haya influido en los procesos asociados con las palabras.

Los resultados obtenidos entre los 100 y los 200 ms en las regiones anteriores del cerebro, donde se manifestó el efecto de la categoría gramatical, descartan claramente la posibilidad de que en el proceso los gramemas de los verbos en infinitivo hayan sido un factor determinante.

Los efectos registrados entre los 250 y los 300 ms en la región parietal izquierda tampoco se asocian con procesos que atribuyan una función a la marca de infinitivo; sí, en cambio, a la flexión morfológica. Es importante enfatizar que sólo en este momento las palabras con y sin flexión pueden considerarse clases distintas, y que entre los principios que rigen la pertenencia de clase no está el de la categoría gramatical⁷. Tal como lo hemos manifestado, si se atiende a la forma en que se presentan las respuestas cerebrales en esta latencia, sustantivos y verbos son indistinguibles. De acuerdo con esto, puede aceptarse que las formas de cita constituyen una clase diferente a la de las formas flexionadas. Podría parecer un resultado contraintuitivo que esta clasificación no opere en la primera etapa del procesamiento

⁷Los efectos que antes mencionamos en relación con la frecuencia, y que se manifestaron en P3 sólo en el caso de las palabras con flexión, dependen, según los análisis estadísticos, de la frecuencia y no de la flexión.

léxico. Pero si se considera que esa etapa se asocia con procesos neurofisiológicos establecidos por la exposición reiterada a los estímulos que, intensificando las conexiones neuronales, crea ensambles de células que reaccionan específicamente a las palabras, y que los fenómenos registrados más tardíamente parecen ser el sustrato de procesos a los que se someten las unidades ya identificadas, no es un resultado aberrante que estos procesos se desarrollen de manera diferente ante palabras con morfología flexiva. Ya se han expuesto los argumentos para considerar que la actividad cerebral registrada en esta latencia es el sustrato de una etapa de procesamiento léxico diferente de las anteriores.

Hay, además, otro aspecto de los resultados que debe considerarse. Con el primer experimento demostramos que a los 200 ms se cuenta ya con la información suficiente para decidir si la palabra que se observa es igual o diferente a la que se ha visto con anterioridad; hemos expuesto los argumentos para considerar que en este proceso se comparan palabras y no formas visuales. El hecho de que los efectos de la flexión se manifiesten de manera más tardía indica que el proceso tiene como input unidades léxicas ya identificadas como tales. Como la flexión provocó en el segundo experimento respuestas características que no se registraron en el primero, donde no se utilizaron palabras flexionadas, podemos proponer la hipótesis de que a partir de los 200 ms comienzan a desarrollarse, cuando así se requiere, procesos cognoscitivos de una jerarquía superior a los que intervienen en la identificación de las palabras.

Antes he dicho que no existen antecedentes de investigaciones con PREs en las que se persiga el objetivo de establecer las etapas que se desarrollan durante el procesamiento léxico. He citado algún trabajo donde sí ha habido el intento de interpretar los resultados en estos términos (Dehaene, 1995). Con lo que he presentado es claro que las etapas que existan no podrán distinguirse si los únicos parámetros son neurofisiológicos. Es sólo con el control de las variables lingüísticas como será posible profundizar en la investigación sobre el tema. La forma en que construimos los estímulos del segundo experimento permitió aislar los efectos de la morfología flexiva que sólo pueden presentarse si los morfemas se identifican en una etapa posterior a la identificación de la palabra (o del lexema). Las peculiaridades del español nos permitieron contrastar los efectos de las marcas formales y los de los morfemas flexivos; nos permitieron también utilizar verbos conjugados sin que con ello, como ocurriría por ejemplo en inglés, tuviéramos que presentar estructuras incompletas o agramaticales, y esto posibilitó la demostración de que los efectos de la flexión son similares en sustantivos y verbos; la ortografía transparente del español hizo viable la presentación de pseudopalabras equivalentes en el aspecto formal a las diferentes clases de palabras; la utilización de verbos en infinitivo y pseudopalabras con terminaciones similares nos hizo concluir que tales marcas formales no desempeñan función alguna ni en el reconocimiento de las palabras ni en la discriminación entre sustantivos y verbos.

Los resultados comentados a lo largo de esta sección

demuestran la hipótesis de que los procesos léxicos están guiados por principios que pueden describirse con términos lingüísticos. Aunque esto puede parecer trivial, convendría considerar que las investigaciones que se realizan sin profundizar en la especificación lingüística de sus estímulos proceden como si las propiedades lingüísticas de las palabras fueran irrelevantes para el estudio de la neurofisiología del procesamiento léxico.

Finalmente, en relación con este tópico, conviene reevaluar los resultados sobre la frecuencia de las palabras. Habíamos anotado que el efecto tan consistente que esta variable tiene en las respuestas conductuales analizadas en los experimentos psicolingüísticos motivó, en gran medida, la formulación de teorías sobre la organización del 'léxico mental'. Dijimos, asimismo, que algunas investigaciones atribuyen a las palabras frecuentes propiedades lingüísticas que no comparten las infrecuentes (Fidelholtz, 1975). Aunque sin concentrarse en aspectos propiamente léxicos, señalamos también que múltiples investigaciones habían demostrado efectos evidentes de la frecuencia de las palabras en las respuestas cerebrales registradas con PREs. Tales antecedentes, aunados a los resultados que indican que las palabras infrecuentes se encuentran más afectadas en los casos patológicos de disnomia, permitían predecir que en el segundo experimento demostraríamos efectos importantes de este factor. Aunque, ciertamente, éste fue el caso, nuestros resultados sugieren que la frecuencia es una variable distinta a la lexicalidad, la categoría gramatical y la morfología. No hemos detectado procesos específicos para las

palabras frecuentes e infrecuentes, como sí los hubo en cuanto a latencia y topografía para las otras variables. Como lo indicamos en el momento pertinente, los efectos de la frecuencia registrados después de los 100 ms o son difusos e inespecíficos, o sólo interactúan con los de las variables propiamente lingüísticas. Para los que aparecen entre los 70 y los 100 ms no encontramos sino una explicación neurofisiológica. De esta manera, si nuestra interpretación es correcta, las palabras frecuentes e infrecuentes se someten a idénticos procesos cognoscitivos, lo que no implica negar que estos procesos sean sensibles a la frecuencia de aquéllas. Esta propuesta no es irrelevante, pues, de resultar cierta, ubicaría el efecto de la frecuencia en las manifestaciones patológicas como un fenómeno no cognoscitivo o, al menos, no lingüístico.

ESQUEMA NEUROLINGUISTICO

DEL PROCESAMIENTO LEXICO

En el capítulo donde planteamos los objetivos generales señalamos que ésta pretende ser una investigación interdisciplinaria, en la que los conceptos teóricos y empíricos provenientes de diferentes áreas de estudio intervengan tanto en el diseño de la investigación como en la interpretación de los resultados. Indicamos que la originalidad de este trabajo se encuentra en su intento por aprehender en un solo esquema la especificación de los procesos neurofisiológicos, lingüísticos y psicolingüísticos que se

desarrollan durante la lectura de palabras sin contexto sintáctico.

Con lo expuesto en los apartados anteriores ha sido evidente la dificultad para discutir cada tema sin aludir a los otros, lo que en cierto modo es ya indicativo de que para la interpretación de los resultados no es suficiente el enfoque multidisciplinario, sino que se requiere una perspectiva interdisciplinaria.

Hemos dicho que no hay antecedentes de trabajos similares al nuestro. El objetivo de realizar una investigación interdisciplinaria se materializa ahora con nuestra propuesta teórica sobre la manera en que los resultados empíricos que hemos obtenido se integran en un esquema neurolingüístico del procesamiento léxico.

Enseguida expondremos las etapas que, desde nuestro punto de vista, se desarrollan durante la lectura de palabras. Posteriormente analizaremos las consecuencias teóricas de nuestra propuesta.

1. Visión

Caracterizada de manera muy general, esta etapa comprende los procesos neurofisiológicos que se desarrollan desde que la retina es estimulada y la información se transmite hasta llegar a la corteza visual primaria, localizada en la parte posterior del lóbulo occipital (corteza estriada), después de seguir su trayecto por el nervio óptico, el quiasma óptico y el núcleo geniculado lateral del tálamo. En los potenciales evocados por destellos luminosos, las primeras respuestas se registran hacia los 50 ms en

la región occipital. En nuestro experimento, las primeras respuestas aparecen en latencias algo más tardías porque se asocian con el procesamiento de la información y no con la llegada de ésta a la corteza visual primaria.

2. Análisis de rasgos visuales

La corteza visual primaria es esencial para la visión, pero no para la lectura (Binder y Mohr, 1992). Si se lesiona la corteza estriada del lóbulo occipital izquierdo, se provocará la pérdida del campo visual derecho (hemianopsia homónima derecha), pero la información visual que llegue a la corteza visual primaria del lóbulo occipital derecho podrá transmitirse al hemisferio cerebral izquierdo y no habrá trastornos en la lectura. Si la lesión se localiza en las áreas que circundan a la corteza visual primaria izquierda, pero sin afectar a esta última, habrá trastornos en la lectura, pero ninguna alteración en la visión (Caffarra, 1987).

El análisis de los rasgos visuales se realiza en el exterior de la corteza visual primaria: en la corteza extraestriada lateral. Aunque es un proceso que se realiza en ambos hemisferios cerebrales, hay evidencia de que el derecho tiene una mayor participación (Corbetta et al., 1990; Petersen, 1988, 1989, 1990, Posner et al., 1989; Posner y Petersen 1990).

En nuestro experimento no se modificaron las características físicas de los estímulos, por lo que no contamos con resultados sobre esta etapa del proceso. Registramos, sin embargo, una notable asimetría de la actividad occipital entre los 70 y los 100 ms,

consistente en mayor amplitud de los componentes de la región derecha. Este efecto, que se presentó en las respuestas ante palabras y pseudopalabras, coincide con los resultados de otros autores y se atribuye, precisamente, a la mayor participación del hemisferio derecho en el análisis de rasgos visuales.

3. Identificación de las letras

El análisis de los rasgos visuales permite identificar las letras como unidades en un proceso que debe de hacer intervenir cierto conocimiento adquirido con la experiencia. Aunque nuestro trabajo experimental no proporciona resultados que permitan hacer observaciones sobre esta etapa, las razones para proponer que se trata de un proceso diferente del anterior, y de los que posteriormente mencionaremos, son las siguientes.

En los trabajos ya citados de Petersen y colaboradores (1988, 1989, 1990), los autores reportan los resultados obtenidos al estudiar con la tomografía por emisión de positrones la actividad cerebral asociada con diferentes tipos de estímulos visuales. Ya hemos dicho que esta técnica proporciona una definición topográfica mucho más fina que la que se obtiene con el registro de PREs, pero su resolución en la escala temporal es nula, por lo que la secuencia de los fenómenos que registra sólo puede establecerse hipotéticamente. Utilizaron cuatro clases de estímulos: palabras del inglés, pseudopalabras, secuencias de letras "impronunciables" y cadenas de caracteres inexistentes (false fonts). Aunque todos los estímulos activaron la corteza extraestriada lateral izquierda,

encontraron que los caracteres falsos provocan en la corteza del lado derecho mayor actividad que los otros estímulos, lo que se asocia con la etapa de análisis de rasgos visuales que ya comentamos. Aunque los autores no hablan de una etapa de procesamiento cognoscitivo en que las letras se identifican, existe evidencia de que ésta es distinta a la del análisis visual y que puede afectarse selectivamente por lesiones en el lóbulo occipital izquierdo (Arguin y Bub, 1993; Bub y Arguin, 1995).

En los antecedentes generales mencionamos que la palabra se percibe como un todo, pero que se identifica sobre la base de las unidades que la componen. De lo que ahora hablamos es de la identificación discreta de estas unidades. No hay evidencia neurofisiológica sobre la manera en que se realiza este proceso. Sin embargo, casi todas las teorías proponen que se trata de un proceso 'en paralelo' y no serial. Es decir, que las letras no se identifican una después de otra, sino todas simultáneamente (Adams, 1979; McClelland, 1976; McClelland y Rumelhart, 1981; Morton, 1969).

4. Representación abstracta de los grafemas

Hemos señalado que después de la identificación de las letras se desarrolla un proceso cognoscitivo en el que se activan representaciones abstractas, no icónicas, de los grafemas. Conviene repetir que la existencia de esta etapa se propone, en gran medida, por razones teóricas, ya que no hay datos que permitan atribuirle un sustrato neurofisiológico específico. Los resultados

proporcionados por psicolingüística indican que si en una palabra que se lee se alternan diferentes tipos de letras no se provocan efectos significativos en el reconocimiento de aquélla; lo anterior ha llevado a pensar que las unidades que intervienen en la identificación de las palabras son representaciones abstractas de los grafemas.

Lo que puede someterse a discusión es si, en efecto, existen dos procesos diferentes, uno para la identificación de letras y otro para asociarlas con representaciones abstractas, o si se trata de un solo proceso complejo en el que no es posible reconocer sustratos neurofisiológicos diferenciados asociados con sus hipotéticas etapas. No hay duda, en cambio, de que la identificación y/o representación de letras y grafemas constituye una etapa discreta en el procesamiento léxico, que es posterior al análisis visual y anterior a la identificación de las palabras. La prueba más contundente proviene de las manifestaciones clínicas de los pacientes con alexia pura, situación patológica que provoca trastornos en la lectura, pero no en la escritura ni en ninguna otra modalidad del lenguaje. En este padecimiento se distinguen dos variedades: la alexia global, en la que hay una total incapacidad para identificar las letras y nombrarlas (Beauvois, 1982; Beauvois y Dérousné, 1979; Beauvois et al., 1978); y la alexia con lectura letra a letra (letter-by-letter reading o spelling dyslexia), donde la lectura está también severamente afectada, pero se conserva la capacidad para reconocer las letras. Los síntomas de la alexia global, causada por lesiones que incluyen el splenium del cuerpo

calloso y la sustancia blanca dorsal occipital (Binder y Mohr, 1992), permiten distinguir una etapa de procesamiento previa a la identificación de las palabras y establecer su anatomía.

En el contexto de esta discusión, basados también en las manifestaciones patológicas de la alexia pura, algunos autores las interpretan postulando la existencia de un proceso en el que las letras activan representaciones abstractas: "...normal reading is performed in a hierarchic fashion, with letter units activated in a spatially parallel manner and mapped onto higher level orthographic representations" (Arguin y Bub, 1993:454).

5. Síntesis de la representación léxica.

Muy poco se sabe sobre los procesos neurofisiológicos que intervienen en la activación de la representación de las palabras a partir de las representaciones abstractas de los grafemas. Las investigaciones neurolingüísticas realizadas con pacientes con dislexias adquiridas (alexia pura, dislexia superficial y dislexia profunda) y los estudios psicolingüísticos sobre la lectura de sujetos sanos sugieren, como se expuso en el capítulo dedicado a los antecedentes generales, que existen dos mecanismos de lectura: lectura total y lectura mediante la conversión de grafemas a fonemas. En ese momento señalamos que, en términos generales, el primer mecanismo es el que normalmente se usa, y que el segundo parece ser un recurso que sólo se emplea para leer pseudopalabras y, quizás, palabras infrecuentes. No hay, sin embargo, investigaciones que permitan asociar estos mecanismos con sustratos

neurofisiológicos precisos.

Además de que nos permitirá interpretar algunos de nuestros resultados, decidimos proponer la existencia de esta etapa, a pesar de la falta de antecedentes, para dar cuenta de ciertos hallazgos descritos por Petersen y proporcionar una explicación alternativa a la que ellos mismos ofrecen.

En los experimentos de Petersen y colaboradores (1988, 1989, 1990), los cuatro tipos de estímulos activaron, como antes dijimos, la corteza extraestriada lateral en ambos hemisferios. Pero las palabras y las pseudopalabras (no así las cadenas de letras impronunciables) provocaron además respuestas en la corteza extraestriada medial izquierda. No reportan diferencias en la actividad cerebral registrada ante palabras y pseudopalabras. Con base en estos resultados, los autores sugieren que como palabras y pseudopalabras respetan reglas ortográficas (el subrayado es nuestro), activan el lexicon que se localiza precisamente en el área del lóbulo occipital mencionada; añaden que se trata de un proceso más visual que lingüístico. Hay, desde nuestro punto de vista, evidentes problemas con la interpretación de sus resultados, algunos de los cuales los han señalado otros autores que citaremos posteriormente. Llama la atención, en primer lugar, que consideren que se trata de un proceso visual que hace intervenir la aplicación de reglas ortográficas y, en segundo lugar, que hablen de un lexicon que admite representaciones de pseudopalabras. Ubicar este lexicon en la región occipital también contradice otro tipo de resultados, los cuales mencionaremos en la discusión de la

siguiente etapa del procesamiento léxico.

Independientemente de los problemas que acarrea su interpretación, permanece el hecho de que palabras y pseudopalabras activan un área occipital izquierda bien delimitada que no responde a las cadenas impronunciables ni a los caracteres falsos. Este resultado indica, justamente, que hay una etapa en que palabras y pseudopalabras se someten a procesos idénticos. Descartando que se trate de un mecanismo visual que utiliza reglas ortográficas, pude pensarse que consiste en un proceso de lectura letra a letra, o en un proceso que reconoce, por la experiencia adquirida, ciertas secuencias de letras. Como se recordará, en nuestro segundo experimento, entre los 70 y los 100 ms registramos cierta actividad occipital izquierda provocada por las pseudopalabras con terminación de infinitivo. Interpretamos este resultado como si se tratara de un proceso que 'en paralelo' identifica unidades formales inferiores a la palabra y que, por alguna razón, sólo se manifiesta en el caso de las pseudopalabras. Consideramos que nuestros resultados y los de Petersen podrían asociarse con el mismo proceso, cuya naturaleza aún no es posible especificar, pero podría relacionarse con los mecanismos mediante los cuales se construye la representación de los estímulos que, en el caso de las palabras, posteriormente activará su representación léxica. Es decir: dependiendo del output de este proceso, el estímulo provocará respuestas distintas según se trate de una palabra o una pseudopalabra.

De acuerdo con lo anterior, una vez que ha concluido la

identificación de las letras y su asociación con representaciones abstractas, estas últimas intervienen en un proceso de síntesis para conformar una nueva unidad que, en el caso de las palabras, provocará respuestas cerebrales específicas. Nuestra hipótesis es que los resultados del segundo experimento relativos a las pseudopalabras con terminación de infinitivo, y los de Petersen y colaboradores, se asocian con esta etapa. Es también posible que, al menos en ciertos casos, la causa de la dislexia con lectura letra a letra, secundaria a lesiones occipitales, sea una deficiencia de este proceso. Al respecto, conviene señalar que algunos autores explican esta patología como una limitada capacidad para aprehender formas separadas, lo que obliga a un análisis individual de cada letra (Coslett y Saffram, 1989; Behrmann *et al.*, 1990). Según lo que hemos dicho, esta explicación podría aplicarse a la etapa que hemos propuesto en esta sección.

6. Activación neurofisiológica de las representaciones léxicas.

Los resultados de nuestro trabajo sólo nos han permitido hacer observaciones marginales sobre las etapas de procesamiento léxico caracterizadas en los puntos anteriores; aunque, como hemos señalado, los datos sobre la neurofisiología y la anatomía de tales procesos proporcionada por otras investigaciones son escasos y, sin duda, difíciles de interpretar. Nuestros hallazgos son, en cambio, relevantes para discutir las etapas que se desarrollan a partir de este momento.

Como hemos repetido en varias ocasiones, las palabras

provocaron respuestas diferentes a las de las pseudopalabras en el área parietotemporal izquierda entre los 70 y los 00 ms. Hemos expuesto detalladamente las características de este proceso. Ahora conviene reconsiderar el lugar que ocupa en el esquema de procesamiento léxico que proponemos.

Comenzaré por hacer referencia nuevamente al trabajo de Petersen y colaboradores (1988, 1989, 1990). Ponemos tanta atención en él porque, además de su innegable valor, la técnica que emplean permite una definición topográfica muy fina de los fenómenos que estudian y la suya es, probablemente, la investigación más importante que con tal técnica se ha realizado sobre el procesamiento léxico. Los autores proponen que el lexicon se localiza en la corteza extraestriada medial izquierda. Apoyan sus conclusiones con la evidencia indiscutible de que esta área se encuentra afectada frecuentemente en los pacientes con alexia pura. Aunque no proporcionan una definición satisfactoria del lexicon, puede entenderse que en él se encuentran almacenadas las representaciones ortográficas de las palabras y que, por lo tanto, se relaciona con lo que Warrington y Shallice (1980) llaman word-form system; persiste, sin embargo, el problema teórico de considerar que tanto palabras como pseudopalabras activen este lexicon, al cual se añade el de que ellos mismos no demuestren diferencias entre ambos tipos de estímulos.

Ahora bien, aunque es un hecho aceptado que la alexia pura es secundaria a lesiones en el área cerebral que ellos describen, de ello no se sigue necesariamente que la explicación funcional del

padecimiento deba considerar que ha habido una desintegración de las representaciones léxicas. En este sentido, algunos trabajos proporcionan evidencia empírica de que las deficiencias de estos pacientes no se ubican en la identificación de grafemas ni el almacenamiento de representaciones ortográficas (word-form system), sino en la conexión de ambos módulos (Patterson y Kay, 1982; Coslett y Saffram, 1989; Shallice y Saffram, 1986; Bub et al., 1989); de tal manera que la desconexión entre ellos se manifiesta "as an inability to map abstract letter identities in parallel onto existing word-level representations" (Behrmann et al., 1990:408).

Los trabajos que acabamos de citar coinciden en la propuesta de que las representaciones ortográficas propias de las palabras se encuentran almacenadas de alguna manera en el cerebro, y que el sustrato neurofisiológico de su activación no tiene una localización occipital. Otros tipos de investigaciones proporcionan indicaciones sobre cuál es su ubicación. Poco después de los trabajos de Petersen y colaboradores, otro grupo de investigadores realizó, también con tomografía por emisión de positrones, experimentos con diseños muy similares (Howard et al., 1992). Ellos encontraron que las palabras (y no las pseudopalabras) activan la parte posterior de la circunvolución media del lóbulo temporal izquierdo, área que denominaron lexicon for written words y que está muy próxima a la circunvolución angular izquierda, localizada en la parte inferior y posterior del lóbulo parietal izquierdo y en la región superior del lóbulo temporal izquierdo, y que, desde el siglo pasado, se ha asociado con los procesos de lectura.

Por su parte, basados en estudios clínicos y en imágenes de tomografía axial computarizada, Binder y Mohr (1992) concluyen que la alexia con lectura letra a letra (spelling dyslexia) es causada por lesiones temporales ventrales, y que esta área participa en etapas tardías del procesamiento visual de las palabras. Y con respecto a otro tipo de trastornos de lectura, la dislexia superficial (surface dyslexia) que, a diferencia de la alexia pura, se explica como un trastorno en el lexicon de las palabras escritas (Marshall y Newcombe, 1973; Patterson et al., 1985), suele asociarse con lesiones o atrofia del lóbulo temporal izquierdo (Binder y Mohr, 1992).

Así, hay suficientes datos para considerar que los procesos que activan las representaciones ortográficas de las palabras se desarrollan en áreas parietotemporales del hemisferio cerebral izquierdo. Nuestros resultados han sido muy claros en la demostración de que sólo las palabras provocan en esta región respuestas características que no se presentan en la correspondiente región derecha, y que las distinguen evidentemente de las pseudopalabras. Aunque la topografía de este fenómeno no la hemos ubicado con la precisión de los estudios citados, sí hemos establecido su temporalidad, situación que ninguna otra técnica permite.

Hay una profunda discusión --en la que no intervendremos porque nuestro trabajo no proporciona elementos de juicio-- sobre si los procesos de lectura activan representaciones acústicas. Cabe mencionar que la corteza auditiva también está situada en el lóbulo

temporal, pero los datos citados en los últimos párrafos --y nuestros propios resultados-- se refieren a áreas de la corteza cerebral que parecen intervenir sólo en actividades relacionadas con la lectura; sobre todo la región parietotemporal que corresponde a la circunvolución angular.

Los trabajos que hemos mencionado asocian esta región con lo que llaman lexicon for written words o visual word-form system. En los apartados anteriores nos hemos referido a los problemas conceptuales de establecer este tipo de asociaciones o identificaciones, porque de alguna manera sugieren la idea de que las palabras están allí almacenadas. Esto puede aceptarse como un concepto explicativo dentro de un modelo abstracto, pero nos parece mejor la explicación que antes desarrollamos en términos de ensambles neuronales, cuya organización se ha establecido por medio de la experiencia. Tomando esto en consideración, a la etapa de procesamiento léxico que discutimos en esta sección le corresponde una definición neurofisiológica que alude a la activación de ensambles neuronales que sólo responden a las palabras. Con ello pretendemos establecer un deslinde, con todo el riesgo que ello implica, entre lo puramente neurofisiológico y lo lingüístico (aunque esto último también posea un sustrato neurofisiológico). En diferentes lugares de este trabajo hemos analizado los resultados obtenidos entre los 70 y los 100 ms, y hemos concluido que, en el caso de las palabras, sólo hay dos fenómenos que se manifiestan en esta latencia: la diferencia entre ellas y las pseudopalabras, y el efecto de la frecuencia de las palabras; ambos pueden explicarse

con la teoría neurofisiológica de ensambles neuronales (o representaciones neurológicas) sin hacer intervenir procesos cognoscitivos de más alto nivel. En el apartado precedente indicamos que la frecuencia, de acuerdo con nuestros resultados, no puede considerarse una variable léxica o lingüística, sino como un factor que incide en el desarrollo de los diferentes procesos léxicos.

La manera en que hemos venido exponiendo el procesamiento léxico puede verse como un flujo en el que el output de cada etapa es el input de la siguiente. Así como el resultado del proceso de síntesis en la región occipital hace que sólo las palabras provoquen respuestas cerebrales específicas en la región parietotemporal, en la etapa que convencionalmente hemos denominado 'activación neurofisiológica de las representaciones léxicas', el output de este último proceso es el input del siguiente, desarrollado en un área cerebral diferente.

7. Activación lingüística de las representaciones léxicas.

La etapa de procesamiento léxico descrita en este punto es la que se desarrolla entre los 100 y los 200 ms en la región anterior del cerebro y en la que se manifiestan los efectos de la categoría gramatical ya presentados y analizados.

Nuestra propuesta es que la actividad cerebral registrada en esta área y en esta latencia se asocia con procesos que hacen intervenir un conocimiento propiamente lingüístico. De acuerdo con ella, sólo a partir de este momento puede hablarse de

representaciones lingüísticas. Los argumentos que apoyan esta hipótesis son de diferente naturaleza. Además de que los procesos cognoscitivos controlados suelen asociarse con áreas cerebrales anteriores, y que en este caso las respuestas aparecen tardíamente, después de las de las zonas posteriores, está el hecho significativo de que la actividad cerebral se modifique por las propiedades lingüísticas de los estímulos, sin que exista la posibilidad de explicar estos cambios en función de las características estructurales de las palabras.

Aunque la lexicalidad, entendida como la propiedad que distingue a las palabras de otros estímulos, puede verse como un fenómeno lingüístico, su primera manifestación en las respuestas cerebrales admite la interpretación neurofisiológica expuesta en el punto anterior. Nuestra hipótesis es que el reconocimiento lingüístico de esta propiedad debe de depender de procesos cognoscitivos desarrollados en la etapa que ahora discutimos. No existe evidencia de que para la identificación de las palabras sea suficiente la intervención de áreas cerebrales posteriores.

Por otra parte, mientras que el proceso descrito en el punto anterior parece ser específico para la lectura, el que ahora discutimos podría ocurrir con independencia de la modalidad de percepción. Y nos parece que la lexicalidad --así como los procesos lingüísticos subsecuentes-- debe ser una propiedad que dependa de la representación cognoscitiva de las palabras y no de su forma gráfica o acústica. En este sentido, es interesante notar que en el primer experimento las respuestas cerebrales que dependen de que

los estímulos sean iguales o diferentes a los que los anteceden sólo aparecen después de que se manifieste el efecto de la categoría gramatical, y después de que, según la forma en que interpretamos ahora los resultados, se ha activado ya la representación lingüística de las palabras.

Si estamos en lo correcto, cabría esperar --lo que constituye una hipótesis falseable-- que este proceso en que se distinguen las respuestas cerebrales a sustantivos y a verbos ocurra en la misma región cerebral si los estímulos son auditivos, aunque la latencia no fuese la misma por razones obvias.

8. Procesos lingüísticos especializados.

Los procesos asociados con las palabras que hemos descrito en los puntos anteriores parecen ser automáticos, en el sentido de que se desarrollan con una secuencia que no es modificada por las condiciones experimentales. Concluyen a los 200 ms --quizás antes-- con la construcción de una representación lingüística (o con el acceso a ella). Si bien estos procesos se ven afectados por la frecuencia y por la categoría gramatical de las palabras, no por ello dejan de ocurrir de una manera determinista --determinismo neurofisiológico en el que un proceso desencadena necesariamente el siguiente--. Así como las respuestas cerebrales específicas para las palabras y los efectos de la frecuencia admiten una explicación puramente neurofisiológica, las respuestas diferentes a verbos y sustantivos pueden explicarse, de acuerdo con los autores citados en un apartado anterior (Preissl et al., 1995; Koenig y Lehmann,

1996) y con múltiples resultados adicionales, porque ambas clases de palabras poseen sustratos neurales propios. Así, suponemos que estamos en este caso frente a una etapa que concluye la secuencia de eventos neurofisiológicos que en condiciones normales ocurren indefectiblemente.

Después de los 200 ms, en cambio, diferentes procesos pueden desarrollarse como respuesta a los requerimientos de la tarea cognoscitiva para cuya realización se leen las palabras. Ya hemos mencionado que las respuestas cerebrales a los estímulos del primero y del segundo experimento difirieron a partir de esta latencia; y que en el primer experimento existieron diferencias no sólo entre el primero y el segundo estímulo, sino también en el segundo estímulo, dependiendo de que éste fuera igual o diferente al que lo precedió; por no mencionar los cambios notables en latencias más tardías que se presentaron a lo largo de las sesiones experimentales y que interpretamos como efecto de la habituación. Es interesante observar que existen datos que sugieren que, en determinadas condiciones, la gente normal "lee" sin acceder al significado de las palabras (Branch, 1991), lo que justifica considerar que los procesos lingüísticos de más alto nivel son contingentes.

De acuerdo con el esquema que hemos venido desarrollando, el output de cada proceso constituye una unidad que será analizada por el siguiente. Así, los procesos que se desencadenarán a partir de los 200 ms tendrán como input las representaciones lingüísticas que caracterizamos en el punto anterior. Dependiendo de los objetivos

que se persigan con la lectura y, seguramente, de las propiedades lingüísticas de las palabras, diferentes procesos realizarán, o no, sus funciones. Ya sea por la tarea asignada a los sujetos o por la forma en que se construyó la lista de palabras, los estímulos del segundo experimento provocaron en la región parietal izquierda, entre los 250 y los 300 ms, las respuestas cerebrales asociadas con la flexión que ya hemos comentado extensamente. Como en el primer experimento no se registró la actividad de esta región cerebral, no es posible saber si en ella hubo efectos asociados con alguna variable experimental. Ya que en el segundo experimento los verbos en infinitivo y los sustantivos en singular provocaron idénticas respuestas en tal área, suponemos que en el primer experimento ocurrió lo mismo.

Después de que, según nuestra interpretación de los resultados, se tuvo acceso a la representación lingüística, hubo en el segundo experimento, entre los 200 y los 250 ms, una etapa de actividad cerebral inespecífica y difusa en la que sólo se registraron efectos marginales de la frecuencia de las palabras. Este es un resultado que, simplemente, no podemos explicar a partir del diseño o de las hipótesis del experimento. Su interpretación en el marco del esquema de procesamiento léxico que proponemos indica, en primera instancia, una interrupción o cesura en la concatenación de procesos. Las palabras con y sin flexión se distinguen muy claramente entre los 250 y los 300 ms. Este esquema permite interpretar de dos formas el proceso que se desarrolla en esta latencia: o bien se realiza en él la descomposición de la palabra

en morfemas --o, al menos, está asociado con funciones lingüísticas que pertenecen al nivel morfológico-- o bien tal proceso se ha cumplido ya entre los 200 y los 250 ms y lo que ahora registramos es un nuevo proceso --ya no vinculado con la morfología-- en el que las palabras con y sin flexión se asocian con diferentes representaciones cognoscitivas. Tal vez convenga más al esquema esta última interpretación, ya que con ella se mantiene ininterrumpida la secuencia de procesos; pero entonces surge el problema de que no contamos con evidencia empírica para postular la existencia de una etapa de análisis morfológico a la cual pueda atribuirse un claro sustrato neurofisiológico. Aunque no podemos proponer una conclusión definitiva, la discusión no es impertinente, pues no sólo tiene que ver con la interpretación de los fenómenos que ocurren entre los 200 y los 300 ms, sino también con los que se presentarán posteriormente.

En cualquier caso, el hecho concreto es que entre los 250 y los 300 ms se demostraron efectos indiscutibles de la flexión. Se discute la interpretación funcional de este resultado empírico en el marco del esquema de procesamiento léxico. Si se acepta que el análisis morfológico ha concluido con anterioridad, entonces es el sustrato neurofisiológico de un proceso en que se construye una nueva representación cognoscitiva, más abstracta y, probablemente, analítica. Si es en este lapso cuando se realiza la descomposición de la representación de la palabra en morfemas, entonces se trata de un proceso morfológico cuyo output desencadenará la actualización, en procesos subsecuentes, de representaciones más

abstractas. Atendiendo a nuestros resultados, la cuestión parece indecidible. Pero, cualquiera que sea la respuesta, puede aceptarse que a partir de los 200 ms, dependiendo de las propiedades de las palabras, se desarrollan procesos lingüísticos especializados de mayor jerarquía cognoscitiva, entre los cuales nuestro segundo experimento ha detectado los que se relacionan con la morfología flexiva.

9. Activación de las representaciones semánticas.

Nuestros experimentos no proporcionaron resultados que claramente puedan asociarse con procesos semánticos, aunque se diseñaron para probar, entre otras, la hipótesis de que la diferencia entre sustantivos y verbos es de naturaleza semántica. Los estudios sobre la organización cerebral del léxico y sobre el procesamiento léxico realizados con pacientes afásicos, citados en los antecedentes generales, demuestran que sustantivos y verbos pueden, en situaciones patológicas, perderse o conservarse selectivamente tanto en la expresión como en la comprensión. De manera explícita o implícita, en muchos de esos trabajos, y en otros que utilizan diferentes técnicas de estudio, se sugiere que el fenómeno se relaciona con las representaciones semánticas o con el acceso a ellas. Con tales antecedentes, esperábamos demostrar diferencias en las respuestas cerebrales a unos y otros en latencias cuya ubicación absoluta y relativa permitiera interpretarlos como dependientes de un proceso semántico. Como ya lo hemos señalado en diferentes lugares del trabajo, esta situación

no se cumplió y, en cambio, se demostró que las diferencias se establecían en etapas muy tempranas. Este hallazgo fue, además de inesperado, sorpresivo, pues los trabajos que antes hemos citado y que coinciden con nosotros en ubicar la diferencia entre sustantivos y verbos en latencias cortas sólo aparecieron después de que nosotros obtuvimos nuestros resultados (Koenig y Lehmann, 1996; Preissl et al., 1995). Ahora bien, ya hemos expuesto las razones por las que el hecho de no verificar la hipótesis de que la diferencia es semántica no significa que la hayamos falseado.

Decidir que los resultados que acabamos de comentar no se relacionan con aspectos semánticos implica cierta toma de posición sobre lo que debe entenderse por 'semántica'. Este es un aspecto teórico delicado que deliberadamente hemos postergado. Para los fines del esquema de procesamiento léxico que proponemos, hemos partido del concepto de que en el signo lingüístico debe distinguirse lo que corresponde al significante y al significado, o al plano de la expresión y al plano del contenido. Hemos supuesto que la relación entre significante y significado se establece con procesos cognoscitivos que transcurren en el tiempo. Nuestra propuesta es que los registrados a partir de los 300 ms se relacionan con la construcción o el acceso a la representación cognoscitiva del significado, y que los que ocurren antes operan sobre representaciones léxicas en el plano del significante. Sólo bajo estos términos se compromete nuestro trabajo con los conceptos teóricos relacionados con la semántica.

Aunque nuestros resultados no se asocian, en principio, con

procesos semánticos, sí permiten hacer algunas consideraciones sobre la etapa en que se activan las representaciones semánticas. De acuerdo con nuestro esquema, ésta se inicia a los 300 ms, lo que contradice algunas expectativas. Las investigaciones con PREs suelen ubicar los procesos semánticos a los 400 ms; sin embargo, conviene notar que, en sentido estricto, sus resultados no se refieren a la activación de representaciones semánticas ni a fenómenos del nivel léxico, sino a tareas semánticas más complejas. Por otra parte, Hall (1992) y Koenig y Lehmann (1996), con diferentes motivos, llaman la atención sobre la rapidez con que la gente normal es capaz de leer, velocidad muy superior a la de una palabra cada 400 ms. Aunque este hecho sólo es significativo si se asume un esquema serial para explicar el procesamiento léxico, proporciona a Koenig y Lehmann, cuando analizan sus propios resultados, argumentos para sugerir que al menos una parte del procesamiento semántico se desarrolla a los 200 ms; nosotros mismos, basados en los efectos de la frecuencia de las palabras registrados entre los 200 y los 250 ms, hemos planteado antes la posibilidad de que en esta etapa la actividad cerebral se asocie con aspectos del significado. Y, en la discusión del punto anterior, mencionamos que, bajo cierta interpretación, los fenómenos registrados entre los 250 y los 300 ms podrían asociarse también con el acceso a las representaciones semánticas. En este caso, las diferencias entre palabras con y sin flexión indicarían que los procesos semánticos se desarrollan de distinta manera, pero no apoyarían, a nuestro parecer, la idea de una organización de las

representaciones semánticas fundada en principios morfológicos, pues esto último implicaría aceptar que verbos y sustantivos sin flexión constituyen una clase semántica diferente de la conformada por verbos y sustantivos flexionados, sin que en ningún caso existiera una diferencia semántica entre sustantivos y verbos; los problemas teóricos de tal hipótesis y su contradicción con múltiples antecedentes son evidentes.

Para no restar valor a los datos empíricos proporcionados por nuestro trabajo, hemos considerado que los procesos desarrollados entre los 250 y los 300 ms son morfológicos; los posteriores, semánticos. En cualquier caso, nuestros resultados apoyan la hipótesis de que los procesos semánticos admiten como input unidades inferiores a la palabra o, al menos, representaciones lingüísticas analizadas en morfemas.

Con las propuestas desarrolladas en los puntos anteriores pretendemos haber contribuido, en algún modo, a la especificación neurolingüística del esquema de procesamiento léxico sobre el cual nos basamos para el planteamiento de las hipótesis y los objetivos de este trabajo (Miceli et al., 1988, 1991, 1994).

En su versión original, la propuesta de Miceli fue reseñada en los antecedentes, donde también esquematizamos, de una manera algo más elaborada, los procesos que tienen lugar durante la lectura de palabras. Los reproducimos ahora en las figuras 1 y 2.

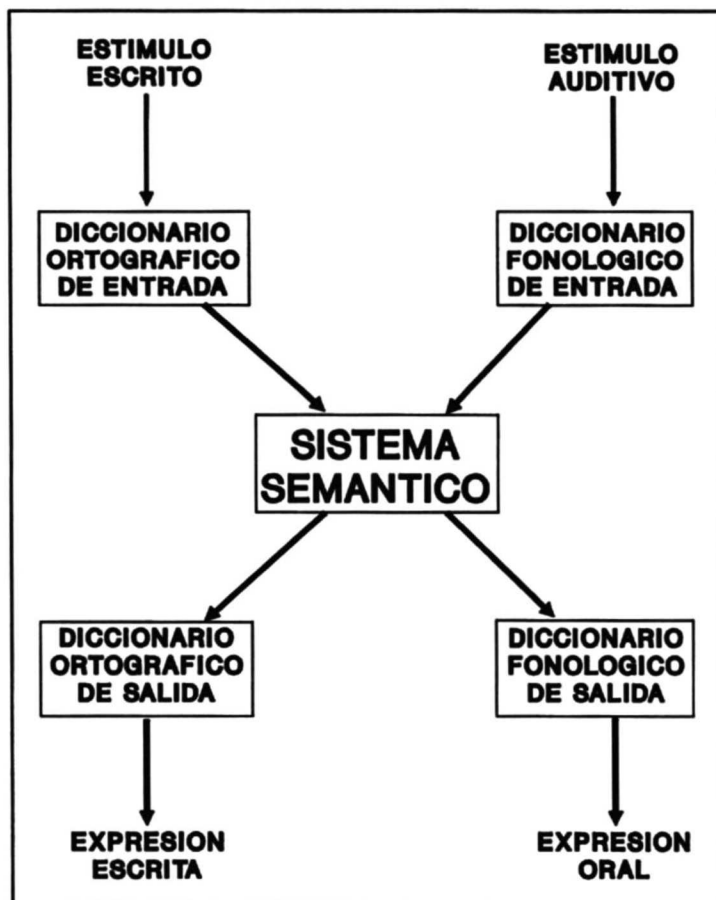


Figura 1. Esquema simplificado de los procesos de acceso al léxico (Miceli, 1994).



Figura 2. Procesos de acceso al léxico desarrollados durante la lectura (Lesser y Milroy, 1993).

Aunque tal propuesta cumple satisfactoriamente su propósito de establecer la causa de las manifestaciones patológicas que se observan en diferentes trastornos léxicos, cuando se abstrae de ese contexto específico, y se pretende verlo como un modelo explicativo que dé cuenta de los procesos que se desarrollan en la gente normal, se hacen evidentes en él algunas deficiencias que, de acuerdo con lo que anotaremos más adelante, no sólo remiten a su falta de especificidad --perfectamente justificable, si se considera las limitaciones que impone la forma de obtener la

evidencia a partir de la cual se deduce el esquema-- sino que tienen consecuencias teóricas importantes.

Ya hemos comentado algunas de estas deficiencias, pero conviene puntualizarlas para destacar los aspectos en los que nuestro trabajo ha profundizado. Además de que el esquema no proporciona indicaciones sobre la localización cerebral de los módulos ni de los procesos de acceso a ellos, y que tampoco establece la temporalidad de los sucesos que se desarrollan en las diferentes etapas, hay en él escasa preocupación por caracterizar los fenómenos en su dimensión lingüística. Aunque admite la posibilidad de interpretar el efecto de algunos factores asociados con las palabras, como la frecuencia, la categoría gramatical y la categoría semántica, ya señalamos que, en la práctica, se asume que todos ellos inciden en el módulo semántico. La forma en que nuestros resultados han contribuido a la especificación de cada uno de estos puntos la hemos comentado con suficiente detenimiento.

Pero, como apuntamos antes, tiene el esquema ciertas implicaciones teóricas que, a la luz de nuestros resultados, adquieren mayor importancia. La deficiente caracterización lingüística del conocimiento que se actualiza en cada módulo sugiere, erróneamente a nuestro parecer, que en el nivel léxico del lenguaje intervienen sólo dos formas de representación cognoscitiva, las cuales se encuentran almacenadas en módulos independientes y con distinta localización cerebral: la del significante y la del significado. Bajo esta concepción, el procesamiento léxico consiste en asociar un significante con su

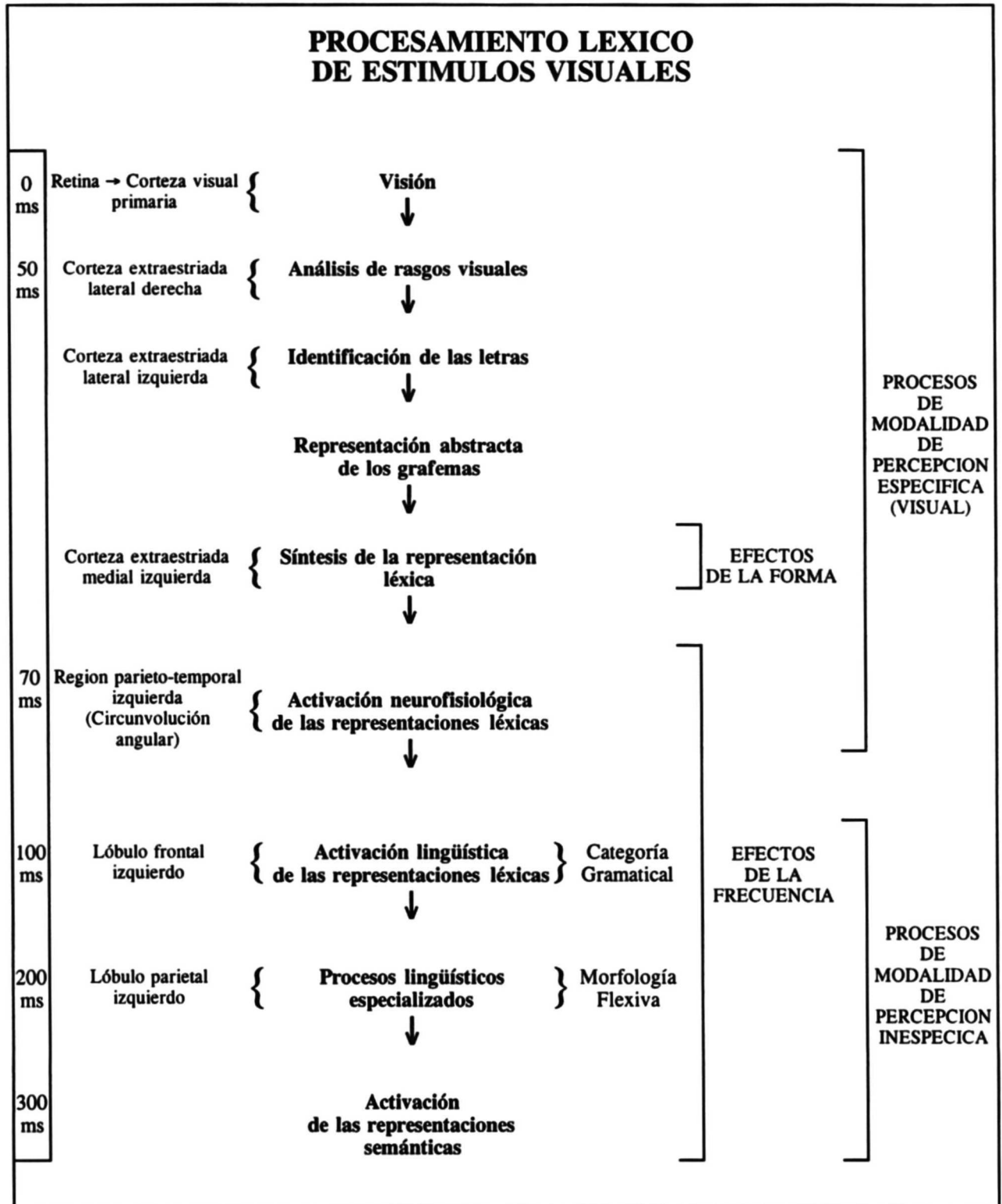
significado correspondiente, sin que intervengan otros procesos cognoscitivos. De ahí que los trastornos léxicos se describan según su ubicación en diccionario de entrada, en el sistema semántico o en el acceso a este último. Ya en este punto, nuestros resultados requieren una interpretación alternativa del fenómeno léxico. En primer lugar, la demostración de que en el nivel léxico interviene el análisis morfológico --lo que coincide con la hipótesis lexicalista, planteada desde la lingüística-- después de la identificación de la palabra y antes de la actualización de su significado, indica que la asociación entre significante y significado no puede aprehenderse con la explicación que sólo alude a la conexión entre un área cerebral y otra, sino que se trata de un proceso controlado que actualiza conocimientos lingüísticos. Este hecho no carece de relevancia para la clínica. Si nuestra interpretación es correcta, algunas de las situaciones catalogadas como trastornos de acceso al sistema semántico podrían ser, en realidad, la manifestación de déficits en alguno de los procesos lingüísticos especializados, como el del análisis morfológico. Por otra parte, la idea de concebir el diccionario de entrada y el sistema semántico como repertorio de representaciones parece cada vez más metafórica. Nuestros resultados no parecen relacionarse con unidades de representación, sino, en todo caso, con los procesos neurofisiológicos que las actualizan y las analizan. En este sentido, desde la perspectiva neurofisiológica que incluye una dimensión temporal, la representación no es una unidad discreta, preexistente, con una realidad atemporal y casi física, sino un

proceso cognoscitivo y fisiológico cuyo desarrollo dinámico interpretamos desde el exterior como la actualización de esa representación.

Así, nuestros resultados nos han alejado progresivamente del esquema que nos sirvió de punto de partida. Pero conviene repetir que si lo elegimos fue porque no hay elaboraciones teóricas más complejas que se funden en evidencias neurofisiológicas o neuroanatómicas. Los trabajos realizados con PREs los hemos reseñado y hemos destacado sus deficiencias. Las propuestas psicolingüísticas poseen, sin duda, planteamientos teóricos impecables, pero en el estado actual de la neurolingüística no hay forma de atribuirles un sustrato neurofisiológico. Por lo tanto, antes de discutir otro aspecto teórico de nuestro trabajo que nos parece de especial importancia, procederemos a establecer las correspondencias entre nuestro esquema de procesamiento léxico y el propuesto por Miceli.

En el cuadro 1 presentamos el resumen de nuestra propuesta. Se trata de una hipótesis de trabajo cuyos aspectos más problemáticos se han reconocido en la exposición de los puntos anteriores. La latencia en que se inicia cada etapa se ha establecido de acuerdo con la metodología descrita en los apartados correspondientes, pero conviene señalar su correspondencia con la cronología de eventos cerebrales descrita por otros autores. Koenig y Lehmann (1996) utilizaron una técnica especial de análisis de los PREs que les permitió identificar nueve microestados funcionales en el procesamiento léxico de estímulos visuales, aun cuando no los

Cuadro 1.



asociaron con procesos cognoscitivos específicos; es decir, nueve etapas sucesivas en el procesamiento cerebral de la información. Las primeras cuatro de ellas tienen las siguientes latencias: 76-116 ms, 116-172 ms, 172-224 ms, 224-292 ms. Las etapas que nosotros identificamos, con diferentes medios y procedimientos, son: 70-100 ms, 100-200 ms, 200-250 ms, 250-300 ms. Es interesante notar la aproximación entre ambas propuestas y que, en nuestro caso, pudimos asociar cada etapa con procesos léxicos específicos.

Si se compara el cuadro 1 con la figura 1, se aprecia que no hay diferencias hasta lo que nosotros hemos llamado síntesis de la representación léxica, que podría asociarse con los dos procesos de lectura (total y por conversión grafema-fonema); aunque nosotros hemos postulado que en esta etapa se manifiestan efectos de la forma de las palabras, entendidos como el reconocimiento de unidades inferiores a la palabra --no funcionales-- que respetan patrones usuales en la combinación de grafemas. Este es el momento donde ubicamos el efecto de la terminación de infinitivo de las pseudopalabras y lo asociamos con las respuestas cerebrales específicas ante palabras y pseudopalabras (no ante secuencias de letras impronunciables) descritas por Petersen y colaboradores (1988, 1989, 1990). A partir de este punto, las diferencias entre nuestro esquema y el de Miceli comienzan a ser evidentes y a tener fuertes implicaciones teóricas.

La siguiente etapa en la versión original del esquema corresponde a los procesos que se desarrollan en el diccionario ortográfico de entrada (orthographic input lexicon), definido como

un repertorio de formas lingüísticas sin significado. En nuestro esquema, dos etapas parecen corresponder a ella: activación neurofisiológica de las representaciones léxicas y activación lingüística de las representaciones léxicas; en la primera se presenta la diferencia entre palabras y pseudopalabras y hay efectos notables de la frecuencia; en la segunda, sustantivos y verbos dan lugar a diferentes procesos neurofisiológicos. Pero nuestros resultados no sólo descomponen una etapa en dos, sino que establecen diferencias cualitativas entre estas últimas. En tanto que hemos definido la primera etapa (70-100 ms) como un proceso neurofisiológico en el que los estímulos activan ensambles neuronales en la región parieto-temporal izquierda y, por lo tanto, es específico para la modalidad de percepción visual, la segunda etapa (100-200 ms) es el sustrato neurofisiológico en una diferente localización cerebral de un proceso cognoscitivo en el que intervienen principios lingüísticos y, de acuerdo con nuestra hipótesis, ocurre con independencia de la modalidad de percepción.

La siguiente etapa, que en el esquema de Miceli se interpreta como el acceso al sistema semántico, en nuestro esquema se asocia con procesos lingüísticos especializados, entre los cuales están los léxico-morfológicos que hemos analizado. Nuevamente, la diferencia entre ambos esquemas es, desde el punto de vista teórico, considerable. Mientras que en el de Miceli se trata de un proceso inespecífico que establece la conexión entre una representación y otra, en el nuestro es un proceso de análisis lingüístico que, como tal, no hay razones para suponer que dependa

de la modalidad de percepción.

Nuestros resultados no nos permiten opinar sobre la forma en que corresponde el proceso que definimos convencionalmente como activación de la representación semántica con el sistema semántico del otro esquema.

De acuerdo con lo anterior, nuestro esquema y el que hemos discutido son irreconciliables en el nivel teórico. Nuestros resultados nos obligan a reconocer en el procesamiento léxico el desarrollo de procesos cognoscitivos más complejos que la simple conexión mecánica entre el significante y el significado. La consecuencia de este hecho es que no hay razón para suponer que en el cerebro hay áreas distintas, pero con funciones lingüísticas idénticas, que se activan dependiendo de que las palabras sean leídas o escuchadas, lo que nos ha llevado a proponer que tales procesos son de modalidad inespecífica. Se trata, por supuesto, de una hipótesis que puede ser falseada. Pero, a mi entender, además de que permite explicar los datos patológicos que han llevado a la formulación del esquema de Miceli, hace predicciones interesantes sobre las manifestaciones lingüísticas que podrían observarse, o al menos investigarse, en esos pacientes.

COMENTARIOS FINALES

En diferentes lugares de este trabajo hemos señalado que la nuestra es una investigación básica sobre la actividad cerebral asociada con la lectura. En el primer nivel de análisis, los resultados

proporcionaron información sobre la manera en que el cerebro reacciona ante la presentación de estímulos lingüísticos en condiciones experimentales definidas concretamente y, por lo tanto, replicables. No hay duda de que diferentes estados patológicos se asocian con trastornos léxicos, y que la edad y el nivel académico son factores que inciden de manera importante en los procesos léxicos (Prather et al., 1991; Stern et al., 1991; Tainturier et al., 1992). Los resultados con los que ahora contamos permitirán, en futuros experimentos, someter a prueba hipótesis sobre los efectos de estos factores; por tal razón, la presentación de los resultados ha sido exhaustiva.

En el segundo nivel de análisis, estos mismos resultados han permitido verificar hipótesis concretas y han contribuido a la discusión de los aspectos teóricos tratados en este capítulo. En este caso, la relación con las teorías que han intervenido en la definición de los conceptos desarrollados en los apartados anteriores ha trascendido la dimensión empírica de los datos. Es por eso que muchas de nuestras propuestas han tomado la forma de hipótesis, que se verificarán cuando en los experimentos se modifiquen las variables lingüísticas y las tareas cognoscitivas.

Así, hemos comenzado por describir nuestros resultados en términos neurofisiológicos; posteriormente los hemos discutido en el contexto de teorías particulares sobre la organización cerebral del léxico y sobre los procesos léxicos; hemos intentado proporcionar una caracterización lingüística de estos procesos y, finalmente, en un nivel de mayor abstracción, hemos concluido con

una propuesta teórica que pretende aprehender los aspectos anteriores, explicar otro tipo de datos y establecer predicciones.

El proyecto de realizar una investigación cuyos resultados se interpreten con una perspectiva interdisciplinaria plantea serias dificultades. Sin embargo, la propuesta que hemos desarrollado en el apartado anterior cumple en alguna medida este propósito. Considero que hemos demostrado que el procesamiento léxico puede concebirse como un objeto de estudio interdisciplinario; como tal, ninguna de las disciplinas que intervienen en la investigación puede aprehenderlo sin la contribución de las otras. La existencia de los fenómenos descritos se estableció sólo cuando fue posible reconocerlos y definirlos con criterios fisiológicos, anatómicos y lingüísticos. Con esta perspectiva, cada etapa del procesamiento léxico posee tres propiedades: se asocia con un patrón característico de actividad electrofisiológica que se presenta en una latencia específica, tiene una localización cerebral determinada y es sensible al efecto de factores lingüísticos. Por separado, ninguna de las condiciones anteriores es suficiente para sostener que, en efecto, estamos frente a un proceso neurolingüístico. Ha sido también esta forma de interpretar los resultados la que ha proporcionado los argumentos para plantear hipótesis concretas sobre los procesos neurolingüísticos de modalidad inespecífica. Al respecto, aunque nuestra investigación se ha concentrado en los procesos desarrollados durante la lectura, hemos propuesto que, a partir de cierta etapa, éstos se desarrollan también si la modalidad de percepción es auditiva. Una sugerencia

similar la hace Hall (1992) con argumentos teóricos psicolingüísticos; la nuestra se fundamenta en consideraciones neurofisiológicas y lingüísticas.

Después de esta somera caracterización de la investigación que realizamos, queda por establecer el papel que trabajos como el nuestro desempeñan en el contexto de las disciplinas autónomas. La discusión del tema trasciende nuestros objetivos, pero la reflexión sobre él parece inevitable, por lo que haré algunos comentarios desde la perspectiva de mi propio trabajo.

Recientemente apareció en Language una investigación sobre la actividad cerebral asociada con el procesamiento de verbos del inglés con morfología regular e irregular. En cuanto al tema que tratamos, los autores concluyen lo siguiente: "it is clear that our results demonstrate the value of applying neurolinguistic evidence to controversies in linguistics" (Jaeger et al., 1996: 489).

No se trata de una propuesta novedosa. Hace casi cincuenta años, Jakobson (1953, 1963), refiriéndose a los datos proporcionados por la patología, hizo una sugerencia similar, la cual hemos comentado en los antecedentes generales. Conviene, sin embargo, analizar las razones por las que ahora se actualiza esta idea. Los mismos autores escriben:

One of the main issues running through linguistic research during the last several decades is whether the constructs developed by linguists to account for structures and patterns found in languages have cognitive status, and if so, what form this linguistic knowledge takes in the minds of speakers (Jaeger et al., 1996: 451).

En efecto, los casos en que las investigaciones lingüísticas aluden a procesos cognoscitivos son frecuentes; algunos son tan conocidos e influyentes que no hace falta mencionarlos. En ocasiones, este hecho ha motivado críticas como las siguientes:

[...] linguistic theories are often structured with reference to a stance taken about the working of the human mind, but these stances are rarely informed by data from studies of psychological or neurological processing (Jaeger et al., 1996: 489).

Linguistic concepts are part of a theory about language systems in the abstract, and do not about realtime language processing (Chiat y Jones, 1988: 38).

Los puntos de vista anteriores podrían resumirse así. La lingüística pretende investigar procesos cognoscitivos sin atender a los datos empíricos que sobre el mismo tema proporcionan otras disciplinas. En el plano epistemológico, la crítica llega a tener mayores alcances:

Generalizations by linguists are made at an idealized level somewhat removed from the 'raw' data they purport to describe; they are therefore, in the strict sense, not «empirical» (Hurford, 1977: 579).

Bajo este mismo rubro, Geschwind (1984) opina que en la lingüística no se ha comprendido que las teorías deben reconstruirse de acuerdo con las modificaciones que la evidencia empírica les impone. Y, por su parte, Lesser y Milroy (1993: 268) citan algunos autores que caracterizan a la lingüística por la actitud que toma en contra de modificar sus teorías para estar de acuerdo con las investigaciones psicolingüísticas.

Algunas de las críticas anteriores son excesivas y están

fundadas en dos presupuestos. Según el primero, la mejor forma de estudiar la cognición (en relación con el lenguaje) es con aproximaciones neurolingüísticas. Según el segundo, la evidencia proporcionada por las investigaciones que poseen este enfoque es incontrovertible. Aunque personalmente comparto la primera opinión, considero también que existen otras posibilidades. Los mismos autores con quienes comenzamos la serie de citas reconocen los presupuestos de su investigación: "... the mind (which we will take to be reflected in patterns of brain activity" (Jaeger et al., 1996: 489).

Si, de acuerdo con lo que expuse en el principio de este apartado, es posible concebir un dominio interdisciplinario, no hay razones para esperar que los datos obtenidos en él deban forzosamente ser tomados en cuenta por las disciplinas autónomas, menos aun para que éstas modifiquen sus teorías sin poseer criterios para evaluar tales datos como evidencias. Es en este contexto en el que debiera interpretarse la posición de la lingüística comentada por Lesser y Milroy (1993: 268). Sobre todo si se considera que en no pocas ocasiones las investigaciones sobre la neurofisiología y la patología del lenguaje se han realizado sin gran esmero en la definición de los conceptos lingüísticos que utilizan y que esto ha llevado a interpretaciones erróneas. En los antecedentes generales mencioné algunos de estos casos y en otros lugares de este trabajo he reseñado investigaciones sobre la neurofisiología del lenguaje cuyos resultados no pueden interpretarse con perspectivas lingüísticas. En cuanto a mi propia

investigación, antes he señalado los riesgos de establecer generalizaciones y extrapolar los resultados.

A partir de las consideraciones anteriores, mi opinión es que la decisión sobre la manera en que los resultados proporcionados por la neurolingüística se integran en la teoría lingüística deben tomarla los propios lingüistas. En tal caso, la cuestión que venimos discutiendo puede reformularse así: ¿cuál es la función que la lingüística cumple en la investigación neurolingüística? La respuesta me parece clara. Debe ser ella la que defina el objeto de estudio en la dimensión lingüística, la que oriente el diseño y el control de las variables lingüísticas, la que interprete los resultados en términos lingüísticos y la que establezca restricciones lingüísticas a las generalizaciones hechas a partir de los resultados. Por más que lo anterior parezca una obviedad, no son pocas las investigaciones sobre la neurofisiología y la patología del lenguaje que no respetan estos principios y cuyos resultados se interpretan erróneamente o, simplemente, no pueden interpretarse en términos lingüísticos. En este sentido, considero que los resultados más interesantes de mi investigación se deben a la participación de la lingüística en el diseño de los experimentos y en la interpretación y discusión de aquéllos, aun cuando los conceptos teóricos no hayan sido excesivamente complejos.

En cuanto a la función que la investigación neurolingüística cumple en el contexto de las teorías neurofisiológicas, puede decirse exactamente lo mismo. Es indiscutible que los resultados deben integrarse --como hemos intentado hacerlo-- en el área de

estudio de las funciones cerebrales superiores y en las teorías explicativas de los trastornos del lenguaje. Pero su relevancia para la neurofisiología será evaluada, justamente, por los especialistas de esta disciplina.

APENDICE DEL PRIMER EXPERIMENTO

1. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación¹. 1.1. Sobre la amplitud.

Tabla 1. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de N1.

		N1 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-1.765	-1.585	-2.186	-1.845
	STD	1.480	1.143	1.634	1.415
	E.E	0.427	0.330	0.472	0.236
SERIE II	AVG	-2.081	-1.927	-2.463	-2.157
	STD	1.583	1.623	2.031	1.721
	E.E	0.457	0.468	0.586	0.287
AVG SERIE I-II	AVG	-1.923	-1.756	-2.325	-2.001
	STD	1.507	1.384	1.808	1.572
	E.E	0.308	0.282	0.369	0.185

DERIVACION: $F[2,22]=2.795$; $p=0.0828$
 SERIE: $F[1,11]=3.024$; $p=0.1099$

¹Las tablas presentan los promedios (AVG) de amplitud o latencia obtenidos de los doce sujetos para cada uno de los componentes analizados. Se indica también la desviación estándar (STD) y el error estándar (E.E.) del promedio. En la parte inferior se proporciona el resultado del análisis de la varianza de medidas repetidas con que se probó el efecto de los factores. Los asteriscos señalan los resultados significativos ($p<0.05$). El análisis de los efectos simples se realizó sólo cuando la interacción correspondiente resultó significativa.

Tabla 2. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de P1.

		P1 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	5.508	5.780	5.880	5.723
	STD	1.895	1.493	2.791	2.074
	E.E	0.547	0.431	0.806	0.346
SERIE II	AVG	5.223	5.544	5.770	5.512
	STD	2.217	1.247	2.982	2.209
	E.E	0.640	0.360	0.861	0.368
AVG SERIE I-II	AVG	5.366	5.662	5.825	5.618
	STD	2.022	1.351	2.825	2.130
	E.E	0.413	0.276	0.577	0.251

DERIVACION: $F[2,22]=0.445$; $p=0.6463$

SERIE: $F[1,11]=0.586$; $p=0.4601$

Tabla 3. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de N1-P1.

		N1-P1 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.273	7.365	8.067	7.568
	STD	2.990	2.193	4.200	3.161
	E.E	0.863	0.633	1.212	0.527
SERIE II	AVG	7.304	7.471	8.233	7.669
	STD	3.423	2.401	4.797	3.591
	E.E	0.988	0.693	1.385	0.598
AVG SERIE I-II	AVG	7.289	7.418	8.150	7.619
	STD	3.143	2.249	4.410	3.359
	E.E	0.642	0.459	0.900	0.396

DERIVACION: $F[2,22]=0.897$; $p=0.4222$

SERIE: $F[1,11]=0.064$; $p=0.8044$

Tabla 4. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de N2.

		N2 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-3.849	-4.234	-4.484	-4.189
	STD	1.716	1.867	2.367	1.963
	E.E	0.495	0.539	0.683	0.327
SERIE II	AVG	-3.972	-4.071	-3.946	-3.936
	STD	1.131	1.375	1.371	1.265
	E.E	0.326	0.397	0.396	0.211
AVG SERIE I-II	AVG	-3.820	-4.152	-4.215	-4.063
	STD	1.422	1.606	1.912	1.644
	E.E	0.290	0.328	0.390	0.194

DERIVACION: $F[2,22]=0.673$; $p=0.5205$

SERIE: $F[1,11]=0.405$; $p=0.5374$

Tabla 5. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de P2.

		P2 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	3.296	3.328	3.899	3.508
	STD	1.593	1.689	2.310	1.857
	E.E	0.460	0.488	0.667	0.310
SERIE II	AVG	2.955	3.078	3.715	3.249
	STD	1.132	1.306	2.099	1.561
	E.E	0.327	0.377	0.606	0.260
AVG SERIE I-II	AVG	3.126	3.203	3.807	3.379
	STD	1.362	1.482	2.161	1.709
	E.E	0.278	0.303	0.441	0.201

DERIVACION: $F[2,22]=1.919$; $p=0.1705$

SERIE: $F[1,11]=0.696$; $p=0.4219$

Tabla 6. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la amplitud de N2-P2.

		N2-P2 AMPLITUD MICROVOLTS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.145	7.562	8.383	7.697
	STD	2.829	2.806	4.258	3.311
	E.E	0.817	0.810	1.229	0.552
SERIE II	AVG	6.747	7.149	7.661	7.186
	STD	1.732	2.007	2.987	2.271
	E.E	0.500	0.579	0.862	0.379
AVG SERIE I-II	AVG	6.946	7.355	8.022	7.441
	STD	2.303	2.396	3.616	2.831
	E.E	0.470	0.489	0.738	0.334

DERIVACION: $F[2,22]=1.250$; $p=0.3061$

SERIE: $F[1,11]=1.207$; $p=0.2953$

1.2. Sobre la latencia.

Tabla 7. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la latencia de N1.

		N1 LATENCIA MILISEGUNDOS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	95.746	93.466	93.792	94.335
	STD	13.383	14.475	14.431	13.375
	E.E	3.863	4.179	4.166	2.289
SERIE II	AVG	99.654	99.328	98.677	99.220
	STD	12.636	12.069	12.921	12.190
	E.E	3.648	3.484	3.730	2.032
AVG SERIE I-II	AVG	97.700	96.397	96.234	96.777
	STD	12.884	13.373	13.626	13.126
	E.E	2.030	2.730	2.781	1.547

DERIVACION: $F[2,22]=0.593$; $p=0.5614$

SERIE: $F[1,11]=2.778$; $p=0.1237$

Tabla 8. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la latencia de P1.

		P1 LATENCIA MILISEGUNDOS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	144.270	142.642	142.642	143.185
	STD	15.223	13.691	12.188	13.381
	E.E	4.395	3.952	3.519	2.230
SERIE II	AVG	144.922	144.270	142.316	143.836
	STD	15.314	11.111	15.132	13.628
	E.E	4.421	3.207	4.368	2.271
AVG SERIE I-II	AVG	144.596	143.456	142.479	143.510
	STD	14.937	12.222	13.438	13.414
	E.E	3.049	2.495	2.743	1.581

DERIVACION: $F[2,22]=0.704$; $p=0.5055$

SERIE: $F[1,11]=0.084$; $p=0.7773$

Tabla 9. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la latencia de N2.

		N2 LATENCIA MILISEGUNDOS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	276.309	269.743	273.234	273.095
	STD	52.150	59.813	46.850	51.734
	E.E	15.055	17.267	13.525	8.622
SERIE II	AVG	267.047	269.652	260.533	265.744
	STD	43.528	50.075	44.475	49.948
	E.E	12.566	14.455	12.839	7.491
AVG SERIE I-II	AVG	271.678	269.697	266.884	269.420
	STD	47.215	53.947	45.143	48.260
	E.E	9.638	11.012	9.215	5.687

DERIVACION: $F[2,22]=0.061$; $p=0.9406$

SERIE: $F[1,11]=0.527$; $p=0.4832$

Tabla 10. Primer estímulo: efectos de la serie y la derivación sobre la latencia de P2.

		P2 LATENCIA MILISEGUNDOS			
		C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	441.278	436.393	413.271	430.314
	STD	56.766	53.902	49.911	53.500
	E.E	16.387	15.560	14.408	8.397
SERIE II	AVG	437.045	446.481	427.275	436.933
	STD	61.449	72.513	52.520	61.396
	E.E	17.739	20.933	15.161	10.233
AVG SERIE I-II	AVG	439.161	441.437	420.273	433.624
	STD	57.894	62.697	50.614	57.274
	E.E	11.818	12.798	10.332	6.750

DERIVACION: F[2,22]=6.552; p=0.0058***

SERIE: F[1,11]=0.617; p=0.4486

**2. Primer estímulo:
efectos de la categoría gramatical,
la serie y la derivación.
2.1. Sobre la amplitud.**

Tabla 11. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N1.

N1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-1.762	-1.561	-2.611	-1.978	-2.085	-1.866	-2.373	-2.108
	STD	1.744	1.801	2.483	2.039	1.521	0.967	1.715	1.410
	E.E	0.512	0.520	0.717	0.340	0.439	0.279	0.495	0.235
SERIE II	AVG	-2.411	-2.278	-2.741	-2.476	-2.596	-2.710	-3.023	-2.776
	STD	1.802	1.713	1.919	1.772	1.433	1.517	2.016	1.637
	E.E	0.520	0.495	0.554	0.295	0.414	0.438	0.582	0.273
AVG SERIE I-II	AVG	-2.086	-1.920	-2.676	-2.227	-2.341	-2.288	-2.698	-2.442
	STD	1.780	1.758	2.171	1.913	1.468	1.316	1.860	1.554
	E.E	0.363	0.359	0.443	0.225	0.300	0.269	0.380	0.183

ESTIMULO: $F[1,11]=0.380$; $p=0.5501$
 SERIE: $F[1,11]=6.722$; $p=0.0250***$
 DERIVACION: $F[2,22]=2.866$; $p=0.0783$

Tabla 12. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de P1.

P1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	5.499	5.395	6.104	5.666	5.850	6.181	6.169	6.067
	STD	2.145	1.871	3.207	2.425	1.997	1.333	2.526	1.960
	E.E	0.619	0.540	0.926	0.404	0.577	0.385	0.729	0.327
SERIE II	AVG	5.698	6.168	6.448	6.105	5.702	6.122	6.074	5.966
	STD	1.677	1.403	2.593	1.927	2.968	1.621	3.040	2.556
	E.E	0.484	0.405	0.749	0.321	0.857	0.468	0.878	0.426
AVG SERIE I-II	AVG	5.599	5.781	6.276	5.885	5.766	6.152	6.122	6.016
	STD	1.885	1.665	2.858	2.186	2.475	1.452	2.734	2.262
	E.E	0.385	0.340	0.583	0.258	0.505	0.296	0.558	0.267

ESTIMULO: $F[1,11]=0.159$; $p=0.6977$
 SERIE: $F[1,11]=0.299$; $p=0.5951$
 DERIVACION: $F[2,22]=0.536$; $p=0.5927$

Tabla 13. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N1-P1.

N1-P1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.261	6.956	8.714	7.644	7.935	8.047	8.543	8.175
	STD	3.412	2.915	5.268	3.957	2.928	1.989	3.892	2.961
	E.E	0.985	0.841	1.521	0.659	0.845	0.574	1.123	0.494
SERIE II	AVG	8.109	8.446	9.189	8.581	8.298	8.832	9.097	8.742
	STD	3.184	2.533	4.149	3.290	3.722	2.432	4.658	3.626
	E.E	0.919	0.731	1.198	0.548	1.074	0.702	1.345	0.604
AVG SERIE I-II	AVG	7.685	7.701	8.951	8.112	8.117	8.440	8.820	8.459
	STD	3.256	2.777	4.644	3.644	3.280	2.209	4.207	3.299
	E.E	0.665	0.567	0.948	0.429	0.670	0.451	0.859	0.389

ESTIMULO: $F[1,11]=0.666$; $p=0.4318$

SERIE: $F[1,11]=2.557$; $p=0.1381$

DERIVACION: $F[2,22]=1.106$; $p=0.3487$

Tabla 14. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N2.

N2 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-4.546	-5.176	-5.639	-5.120	-4.203	-4.321	-4.472	-4.332
	STD	2.061	1.987	3.019	2.376	1.671	1.739	1.888	1.720
	E.E	0.595	0.573	0.871	0.396	0.482	0.502	0.545	0.287
SERIE II	AVG	-4.661	-4.875	-4.961	-4.833	-4.071	-4.462	-4.160	-4.231
	STD	1.513	1.611	1.944	1.655	1.031	1.402	1.354	1.248
	E.E	0.437	0.465	0.561	0.276	0.298	0.405	0.391	0.208
AVG SERIE I-II	AVG	-4.603	-5.026	-5.300	-4.976	-4.137	-4.392	-4.316	-4.282
	STD	1.769	1.755	2.507	2.038	1.359	1.546	1.615	1.493
	E.E	0.361	0.362	0.512	0.240	0.277	0.316	0.330	0.176

ESTIMULO: $F[1,11]=4.386$; $p=0.0601$

SERIE: $F[1,11]=0.301$; $p=0.5942$

DERIVACION: $F[2,22]=0.803$; $p=0.4606$

Tabla 15. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de P2.

P2 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	3.988	3.432	5.030	4.150	3.792	4.130	4.263	4.062
	STD	1.704	1.755	3.033	2.290	1.627	1.785	2.074	1.796
	E.E	0.492	0.512	0.875	0.382	0.470	0.515	0.599	0.299
SERIE II	AVG	4.186	4.146	4.952	4.428	3.004	3.140	3.823	3.322
	STD	1.473	1.798	2.460	1.934	1.131	1.205	2.045	1.518
	E.E	0.425	0.519	0.710	0.322	0.326	0.348	0.590	0.253
AVG SERIE I-II	AVG	4.087	3.789	4.991	4.289	3.398	3.635	4.043	3.692
	STD	1.561	1.785	2.701	2.109	1.428	1.573	2.027	1.643
	E.E	0.319	0.364	0.551	0.249	0.292	0.321	0.414	0.199

ESTIMULO: F[1,11] = 6.059; p=0.0316***
 SERIE: F[1,11] = 0.448; p=0.5172
 DERIVACION: F[2,22] = 2.648; p=0.0932
 EST x SERIE: F[1,11] = 4.635; p=0.0543*
 Est * Ser1: F[1,11] = 0.051; p=0.826
 Est * Ser2: F[1,11] = 15.977; p=0.002***
 Ser * Sust: F[1,11] = 0.329; p=0.578
 Ser * Verb: F[1,11] = 4.750; p=0.052
 EST x DER: F[2,22] = 4.716; p=0.0197***
 Est * C3: F[1,11] = 7.477; p=0.019***
 Est * C4: F[1,11] = 0.302; p=0.593
 Est * F3: F[1,11] = 8.645; p=0.013***
 Der * Sust: F[2,22] = 4.198; p=0.029***
 Der * Verb: F[2,22] = 1.311; p=0.290

Tabla 16. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N2-P2.

		N2-P2 AMPLITUD MICROVOLTS							
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	8.534	8.608	10.670	9.271	7.995	8.451	8.735	8.394
	STD	3.455	2.579	5.574	4.076	2.829	2.647	3.494	2.941
	E.E	0.997	0.744	1.609	0.679	0.817	0.764	1.009	0.490
SERIE II	AVG	8.847	9.021	9.913	9.260	7.075	7.602	7.983	7.553
	STD	2.275	2.824	3.378	2.819	1.632	1.931	2.859	2.173
	E.E	0.657	0.815	0.975	0.470	0.471	0.557	0.825	0.362
AVG	AVG	8.690	8.815	10.291	9.266	7.535	8.027	8.359	7.974
SERIE	STD	2.865	2.653	4.524	3.479	2.307	2.307	3.146	2.602
I-II	E.E	0.585	0.542	0.923	0.410	0.471	0.471	0.642	0.307

ESTIMULO: F[1,11]=13.507; p=0.0036***
 SERIE: F[1,11]= 0.764; p=0.4008
 DERIVACION: F[2,22]= 1.726; p=0.2012
 EST x DER: F[2,22]= 6.408; p=0.0064***
 Est * C3: F[1,11]=11.782; p=0.006***
 Est * C4: F[1,11]= 4.443; p=0.059
 Est * F3: F[1,11]=16.663; p=0.002***
 Der * Sust: F[2,22]= 3.134; p=0.063
 Der * Verb: F[2,22]= 0.735; p=0.491

2.2. Sobre la latencia.

Tabla 17. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de N1.

N1 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	94.769	98.677	96.723	96.723	96.072	93.141	91.823	93.678
	STD	14.729	17.880	14.539	15.418	14.475	14.221	15.142	14.308
	E.E	4.252	5.161	4.197	2.570	4.179	4.105	4.371	2.385
SERIE II	AVG	82.394	80.765	79.138	80.766	93.466	93.793	96.397	94.552
	STD	28.254	28.296	30.092	28.088	20.777	19.925	14.172	18.037
	E.E	8.156	8.168	8.687	4.681	5.998	5.752	4.091	3.006
AVG	AVG	88.582	89.721	87.930	88.744	94.769	93.467	94.110	94.115
SERIE	STD	22.923	24.890	24.796	23.888	17.562	16.932	14.532	16.171
I-II	E.E	4.679	5.081	5.061	2.815	3.585	3.456	2.966	1.906

ESTIMULO: F[1,11]=4.425; p=0.0592
 SERIE: F[1,11]=1.975; p=0.1875
 DERIVACION: F[2,22]=0.057; p=0.9442
 EST x SERIE: F[1,11]=6.652; p=0.0256***
 Est * Ser1: F[1,11]=0.637; p=0.442
 Est * Ser2: F[1,11]=9.606; p=0.010***
 Ser * Sust: F[1,11]=4.574; p=0.056
 Ser * Verb: F[1,11]=0.033; p=0.859

Tabla 18. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de P1.

P1 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	138.734	141.991	144.596	141.774	146.224	144.929	142.642	144.598
	STD	14.858	13.261	13.121	13.590	15.223	13.883	14.479	14.197
	E.E	4.289	3.828	3.788	2.265	4.395	4.008	4.180	2.366
SERIE II	AVG	138.774	137.757	134.166	136.886	147.201	145.899	145.572	146.224
	STD	25.079	25.876	30.611	25.581	13.755	13.156	12.814	12.890
	E.E	7.240	7.470	8.837	4.430	3.976	3.798	3.699	2.148
AVG	AVG	138.734	139.874	139.381	139.330	146.713	145.414	144.107	145.411
SERIE	STD	20.159	20.224	23.640	21.104	14.207	13.237	13.455	13.488
I-II	E.E	4.115	4.128	4.826	2.487	2.900	2.702	2.746	1.590

ESTIMULO: F[1,11]=2.716; p=0.1275
 SERIE: F[1,11]=0.397; p=0.5416
 DERIVACION: F[2,22]=0.308; p=0.7380

Tabla 19. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de N2.

N2 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	257.602	284.307	270.294	270.734	289.518	271.606	302.219	287.781
	STD	41.239	59.528	49.558	50.422	50.693	61.645	52.810	55.142
	E.E	11.905	17.184	14.306	8.404	14.634	17.795	15.245	9.190
SERIE II	AVG	257.277	272.583	267.986	265.949	283.656	270.963	268.039	274.219
	STD	31.168	46.483	45.116	40.822	57.495	53.446	44.060	50.932
	E.E	8.997	13.419	13.024	6.804	16.597	15.428	12.719	8.489
AVG SERIE I-II	AVG	257.439	278.445	269.140	268.342	286.587	271.284	285.129	281.000
	STD	35.749	52.574	46.362	45.613	53.094	56.424	50.666	53.144
	E.E	7.297	10.372	9.464	5.376	10.838	11.517	10.342	6.263

ESTIMULO: $F[1,11]=2.116$; $p=0.1737$

SERIE: $F[1,11]=1.405$; $p=0.2609$

DERIVACION: $F[2,22]=0.086$; $p=0.9177$

Tabla 20. Primer estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de P2.

P2 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	438.347	440.301	443.558	440.736	458.539	451.374	410.991	440.301
	STD	66.776	59.416	64.183	61.728	56.665	54.649	57.043	58.490
	E.E	19.277	17.152	18.528	10.288	16.358	15.766	16.467	9.748
SERIE II	AVG	428.252	431.834	415.876	425.321	433.462	439.324	432.819	435.202
	STD	59.395	59.700	47.439	54.628	54.850	61.305	54.056	55.262
	E.E	17.146	17.234	13.695	9.105	15.834	17.647	15.605	9.210
AVG SERIE I-II	AVG	433.299	436.068	429.717	433.028	446.000	445.349	421.905	437.752
	STD	62.020	58.409	56.977	58.393	56.023	57.128	55.480	56.555
	E.E	12.660	11.923	11.630	6.882	11.436	11.621	11.325	6.665

ESTIMULO: $F[1,11]=0.363$; $p=0.5592$

SERIE: $F[1,11]=0.814$; $p=0.3861$

DERIVACION: $F[2,22]=3.684$; $p=0.0417***$

**3. Segundo estímulo:
efectos de la categoría gramatical,
la serie y la derivación.
3.1. Sobre la amplitud.**

Tabla 21. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N1.

N1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-1.789	-1.270	-1.903	-1.654	-2.402	-1.525	-2.673	-2.200
	STD	1.176	0.755	1.265	1.093	1.824	1.376	1.848	1.721
	E.E	0.340	0.218	0.365	0.182	0.527	0.397	0.534	0.287
SERIE II	AVG	-1.296	-1.019	-1.399	-1.238	-1.678	-1.276	-2.381	-1.778
	STD	1.007	0.729	1.148	0.963	1.511	1.139	1.581	1.458
	E.E	0.291	0.211	0.332	0.160	0.436	0.329	0.456	0.243
AVG SERIE I-II	AVG	-1.543	-1.145	-1.651	-1.446	-2.040	-1.401	-2.527	-1.989
	STD	1.100	0.737	1.209	1.044	1.679	1.242	1.689	1.598
	E.E	0.225	0.150	0.247	0.123	0.343	0.254	0.354	0.188

ESTIMULO: $F[1,11]=4.281$; $p=0.0628$
 SERIE: $F[1,11]=2.634$; $p=0.1328$
 DERIVACION: $F[2,22]=7.054$; $p=0.0042***$

Tabla 22. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de P1.

P1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	6.131	5.076	5.661	5.623	5.929	4.622	5.589	5.380
	STD	2.025	1.230	2.309	1.905	2.581	1.331	1.997	2.054
	E.E	0.584	0.355	0.666	0.318	0.745	0.384	0.576	0.342
SERIE II	AVG	5.547	4.660	5.006	5.071	5.431	5.278	4.990	5.233
	STD	2.185	0.845	2.299	1.877	1.944	1.458	1.997	1.773
	E.E	0.631	0.244	0.664	0.313	0.561	0.421	0.576	0.295
AVG SERIE I-II	AVG	5.839	4.868	5.334	5.347	5.680	4.950	5.290	5.307
	STD	2.081	1.054	2.278	1.898	2.249	1.406	1.977	1.906
	E.E	0.425	0.215	0.465	0.224	0.459	0.287	0.403	0.225

ESTIMULO: $F[1,11]=0.064$; $p=0.8056$
 SERIE: $F[1,11]=1.287$; $p=0.2807$
 DERIVACION: $F[2,22]=0.970$; $p=0.3946$

Tabla 23. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la amplitud de N1-P1.

N1-P1 AMPLITUD MICROVOLTS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.920	6.347	7.564	7.277	8.331	6.147	8.262	7.580
	STD	3.106	1.597	3.162	2.728	3.545	2.343	3.574	3.278
	E.E	0.897	0.461	0.913	0.455	1.023	0.676	1.032	0.546
SERIE II	AVG	6.843	5.679	6.405	6.309	7.109	6.554	7.371	7.011
	STD	2.778	1.179	2.836	2.372	2.949	1.757	3.169	2.642
	E.E	0.802	0.340	0.819	0.395	0.851	0.507	0.915	0.440
AVG SERIE I-II	AVG	7.382	6.013	6.985	6.793	7.720	6.351	7.816	7.296
	STD	2.934	1.415	2.996	2.585	3.250	2.036	3.335	2.970
	E.E	0.599	0.289	0.612	0.305	0.663	0.416	0.681	0.350

ESTIMULO: $F[1,11]=3.311$; $p=0.0961$

SERIE: $F[1,11]=3.617$; $p=0.0837$

DERIVACION: $F[2,22]=1.925$; $p=0.1696$

3.2. Sobre la latencia.

Tabla 24. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de N1.

N1 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	92.620	90.830	96.690	95.713	90.830	91.807	84.970	89.202
	STD	16.947	15.096	12.368	14.957	17.402	17.191	13.339	15.917
	E.E	4.892	4.358	3.570	2.493	5.023	4.963	3.851	2.653
SERIE II	AVG	98.643	89.853	91.807	93.434	97.667	95.713	93.760	95.713
	STD	23.150	22.535	19.885	21.608	19.569	15.671	13.222	15.972
	E.E	6.683	6.505	5.740	3.601	5.649	4.524	3.817	2.662
AVG SERIE I-II	AVG	99.132	90.342	94.248	94.574	94.248	93.760	89.365	92.458
	STD	19.847	18.764	16.386	18.487	18.443	16.210	13.743	16.168
	E.E	4.051	3.830	3.345	2.179	3.765	3.309	2.805	1.905

ESTIMULO: $F[1,11]=0.302$; $p=0.5935$

SERIE: $F[1,11]=0.495$; $p=0.4963$

DERIVACION: $F[2,22]=1.530$; $p=0.2386$

Tabla 25. Segundo estímulo: efectos de la categoría gramatical, la serie y la derivación sobre la latencia de P1.

P1 LATENCIA MILISEGUNDOS									
		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	153.337	147.477	149.430	150.081	141.617	143.570	145.523	143.570
	STD	16.161	13.648	11.313	13.673	15.369	15.902	27.124	19.686
	E.E	4.665	3.940	3.266	2.279	4.437	4.590	7.830	3.281
SERIE II	AVG	152.360	149.430	148.453	150.081	160.173	153.337	153.337	155.616
	STD	18.018	15.902	16.824	16.532	23.617	23.683	18.333	21.631
	E.E	5.201	4.590	4.857	2.755	6.818	6.837	5.292	3.605
AVG SERIE I-II	AVG	152.848	148.453	148.942	150.081	150.895	148.453	149.430	149.593
	STD	16.746	14.526	14.030	15.063	21.669	20.349	22.990	21.412
	E.E	3.418	2.965	2.864	1.775	4.423	4.154	4.693	2.523

ESTIMULO: $F[1,11]=0.019$; $p=0.8923$

SERIE: $F[1,11]=3.725$; $p=0.0797$

DERIVACION: $F[2,22]=1.251$; $p=0.3057$

**4. Segundo estímulo:
efectos de la derivación,
la serie y la clase de estímulo
(igual o diferente de su antecedente).
4.1. Sobre la amplitud.**

Tabla 26. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la amplitud de N1.

AMPLITUD N1 MV									
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-1.893	-1.253	-2.142	-1.763	-1.795	-1.083	-1.649	-1.509
	STD	1.252	0.999	1.411	1.256	1.204	1.461	1.732	1.472
	E.E	0.362	0.288	0.407	0.209	0.348	0.422	0.500	0.245
SERIE II	AVG	-1.096	-0.984	-1.312	-1.131	-1.579	-1.113	-1.565	-1.419
	STD	1.075	0.979	1.162	1.052	1.010	1.246	1.696	1.327
	E.E	0.310	0.283	0.335	0.175	0.292	0.360	0.489	0.221
AVG SERIE I-II	AVG	-1.495	-1.118	-1.727	-1.447	-1.687	-1.098	-1.607	-1.464
	STD	1.212	0.977	1.333	1.193	1.093	1.328	1.677	1.392
	E.E	0.247	0.199	0.272	0.141	0.223	0.271	0.342	0.164

ESTIMULO: $F[1,11]=0.004$; $p=0.9505$
 SERIE: $F[1,11]=1.913$; $p=0.1940$
 DERIVACION: $F[2,22]=4.019$; $p=0.0325***$

Tabla 27. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la amplitud de P1.

AMPLITUD P1 MV									
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	5.892	4.996	5.375	5.421	5.769	4.963	5.549	5.427
	STD	2.198	1.396	1.988	1.874	2.505	1.543	2.411	2.160
	E.E	0.635	0.403	0.574	0.312	0.723	0.445	0.696	0.360
SERIE II	AVG	5.103	4.463	4.891	4.819	5.731	5.212	5.241	5.395
	STD	1.937	0.722	2.251	1.734	2.492	1.484	2.228	2.064
	E.E	0.559	0.208	0.650	0.289	0.719	0.428	0.643	0.344
AVG SERIE I-II	AVG	5.497	4.730	5.133	5.120	5.750	5.088	5.395	5.411
	STD	2.066	1.120	2.092	1.818	2.443	1.486	2.275	2.098
	E.E	0.422	0.229	0.427	0.214	0.499	0.303	0.464	0.047

ESTIMULO: F[1,11]=1.568; p=0.2365

SERIE: F[1,11]=1.124; p=0.3117

DERIVACION: F[2,22]=0.667; p=0.5232

Tabla 28. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la amplitud de N2.

		AMPLITUD N2 MV							
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	-1.841	-1.498	-1.264	-1.535	-2.704	-2.936	-2.623	-2.754
	STD	2.294	1.719	1.657	1.872	2.730	1.409	1.797	2.000
	E.E	0.662	0.486	0.478	0.312	0.788	0.407	0.519	0.333
SERIE II	AVG	-2.237	-1.731	-1.946	-1.971	-3.162	-2.606	-3.225	-2.998
	STD	2.690	1.735	1.693	2.041	1.869	2.277	2.100	2.048
	E.E	0.776	0.501	0.489	0.340	0.539	0.657	0.606	0.341
AVG SERIE I-II	AVG	-2.039	-1.615	-1.605	-1.753	-2.933	-2.771	-2.924	-2.876
	STD	2.453	1.693	1.675	1.957	2.300	1.859	1.936	2.013
	E.E	0.501	0.346	0.342	0.231	0.469	0.380	0.395	0.237

ESTIMULO: F[1,11]=7.252; p=0.0209***
 SERIE: F[1,11]=1.155; p=0.3055
 DERIVACION: F[2,22]=0.176; p=0.8397
 SERIE x DER: F[2,22]=3.490; p=0.0482***
 Ser * C3: F[1,11]=1.145; p=0.307
 Ser * C4: F[1,11]=0.018; p=0.897
 Ser * F3: F[1,11]=5.190; p=0.044***
 Der * Sust: F[2,22]=0.206; p=0.815
 Der * Verb: F[2,22]=0.587; p=0.564

Tabla 29. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la amplitud de N1-P1.

AMPLITUD N1-P1 MV									
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.785	6.249	7.516	7.184	7.564	6.046	7.198	6.936
	STD	3.215	1.648	3.060	2.740	3.468	2.213	3.711	3.175
	E.E	0.928	0.476	0.883	0.457	1.001	0.639	1.071	0.529
SERIE II	AVG	6.198	5.447	6.203	5.950	7.310	6.325	6.806	6.814
	STD	2.451	1.227	2.835	2.240	3.282	1.869	3.309	2.844
	E.E	0.708	0.354	0.818	0.373	0.947	0.540	0.955	0.474
AVG SERIE I-II	AVG	6.992	5.848	6.860	6.567	7.437	6.186	7.002	6.875
	STD	2.911	1.479	2.962	2.561	3.305	2.009	3.445	2.994
	E.E	0.594	0.302	0.605	0.302	0.675	0.410	0.703	0.353

ESTIMULO: F[1,11]=0.782; p=0.3955
 SERIE: F[1,11]=3.385; p=0.0929
 DERIVACION: F[2,22]=1.305; p=0.2912
 SERIE x DER: F[2,22]=3.558; p=0.0458***
 Est * C3: F[1,11]=4.842; p=0.050
 Est * C4: F[1,11]=0.361; p=0.560
 Est * F3: F[1,11]=6.267; p=0.029***
 Der * Sust: F[2,22]=1.974; p=0.163
 Der * Verb: F[2,22]=0.690; p=0.512

Tabla 30. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la amplitud de P1-N2.

AMPLITUD P1-N2 MV									
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	7.733	6.494	6.639	6.956	8.474	7.899	8.172	8.182
	STD	3.935	2.646	2.596	3.082	4.789	2.705	3.400	3.633
	E.E	1.136	0.764	0.749	0.514	1.382	0.781	0.981	0.605
SERIE II	AVG	7.340	6.194	6.838	6.790	8.893	7.818	8.466	8.392
	STD	3.846	1.709	3.310	3.039	3.672	2.799	3.671	3.337
	E.E	1.110	0.493	0.956	0.507	1.060	0.808	1.060	0.556
AVG	AVG	7.536	6.344	6.738	6.873	8.683	7.859	8.319	8.287
SERIE I-II	STD	3.811	2.184	2.911	3.040	4.179	2.692	3.464	3.465
	E.E	0.778	0.446	0.594	0.358	0.853	0.550	0.707	0.408

ESTIMULO: $F[1,11]=13.94$; $p=0.0033^{***}$

SERIE: $F[1,11]=0.003$; $p=0.9579$

DERIVACION: $F[2,22]=0.438$; $p=0.6509$

4.2. Sobre la latencia.

Tabla 31. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la latencia de N1.

LATENCIA N1 MS									
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	100.597	91.807	93.760	95.388	95.713	92.783	92.783	93.760
	STD	10.552	13.987	14.992	13.481	17.903	16.916	13.648	15.848
	E.E	3.046	4.038	4.328	2.247	5.168	4.883	3.940	2.641
SERIE II	AVG	94.737	89.853	92.783	92.458	100.597	104.503	94.737	99.946
	STD	19.648	18.920	15.369	17.670	16.916	20.881	15.369	17.826
	E.E	5.672	5.462	4.437	2.945	4.883	6.028	4.437	2.971
AVG	AVG	97.667	90.830	93.272	93.923	98.155	98.643	93.760	96.853
SERIE I-II	STD	15.711	16.302	14.857	15.674	17.215	19.525	14.250	17.034
	E.E	3.207	3.328	3.033	1.847	3.514	3.985	2.909	2.008

ESTIMULO: $F[1,11]=1.121$; $p=0.3124$

SERIE: $F[1,11]=0.227$; $p=0.6430$

DERIVACION: $F[2,22]=2.916$; $p=0.0752$

Tabla 32. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la latencia de P1.

		LATENCIA P1 MS							
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	149.430	145.523	145.523	146.826	150.407	148.453	147.477	148.779
	STD	16.668	14.534	13.648	14.688	13.987	17.550	13.648	14.777
	E.E	4.812	4.196	3.940	2.448	4.038	5.066	3.940	2.463
SERIE II	AVG	150.407	144.547	144.547	146.500	156.267	155.290	152.360	154.639
	STD	14.853	14.426	14.426	14.422	24.140	22.419	22.349	22.381
	E.E	4.288	4.165	4.165	2.404	6.969	6.472	6.452	3.730
AVG SERIE I-II	AVG	149.918	145.035	145.035	146.663	153.337	151.872	149.918	151.709
	STD	15.448	14.171	13.743	14.454	19.525	19.997	18.281	19.060
	E.E	3.153	2.893	2.805	1.703	3.985	4.082	3.732	2.246

ESTIMULO: $F[1,11]=2.678$; $p=0.1299$
 SERIE: $F[1,11]=1.268$; $p=0.2841$
 DERIVACION: $F[2,22]=3.279$; $p=0.0567$
 EST x SERIE $F[1,11]=5.617$; $p=0.0371***$
 Est * Ser1: $F[1,11]=0.429$; $p=0.526$
 Est * Ser2: $F[1,11]=4.900$; $p=0.049***$
 Ser * Sust: $F[1,11]=0.032$; $p=0.862$
 Ser * Verb: $F[1,11]=2.829$; $p=0.121$

Tabla 33. Segundo estímulo: efectos de la derivación, la serie y la clase de estímulo (igual o diferente de su antecedente) sobre la latencia de N2.

		LATENCIA N2 MS							
		IGUALES				DIFERENTES			
		C3	C4	F3	AVG	C3	C4	F3	AVG
SERIE I	AVG	207.053	199.240	201.193	202.496	219.750	216.820	210.960	215.843
	STD	24.140	27.824	34.200	28.380	37.439	32.579	26.912	31.866
	E.E	6.969	8.032	9.873	4.730	10.808	9.405	7.769	5.311
SERIE II	AVG	208.030	205.100	199.240	204.123	230.493	222.680	226.587	226.587
	STD	28.325	23.172	24.482	24.960	31.738	42.698	34.382	35.659
	E.E	8.177	6.689	7.067	4.160	9.162	12.326	9.925	5.943
AVG SERIE I-II	AVG	207.542	202.170	200.217	203.309	225.122	219.750	218.773	221.215
	STD	25.742	25.220	29.104	26.548	34.384	37.263	31.232	34.010
	E.E	5.255	5.148	5.941	3.129	7.019	7.606	6.375	4.008

ESTIMULO: $F[1,11]=16.41$; $p=0.0019***$
 SERIE: $F[1,11]=3.345$; $p=0.0946$
 DERIVACION: $F[2,22]=0.492$; $p=0.6181$

APENDICE DEL SEGUNDO EXPERIMENTO

1. PROMEDIOS Y MEDIDAS DE DISPERSION

1.1. LEXICALIDAD

Tabla 1. Palabras y pseudopalabras. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS				PSEUDOPALABRAS			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.032 0.262	0.866 0.307	-0.309 0.361	-1.412 0.419	-1.000 0.375	0.493 0.336	-0.334 0.390	-1.310 0.284
F3	AVG E.E	-1.199 0.208	1.114 0.184	-0.862 0.375	-1.560 0.483	-0.843 0.356	0.873 0.130	-0.885 0.367	-1.620 0.428
C3	AVG E.E	-1.073 0.189	1.200 0.213	-0.953 0.321	-1.292 0.475	-0.628 0.307	1.062 0.151	-0.982 0.328	-1.468 0.436
P3	AVG E.E	-0.512 0.219	0.868 0.211	-0.481 0.200	-0.203 0.430	0.110 0.289	0.688 0.176	-0.448 0.236	-0.476 0.380
O1	AVG E.E	0.703 0.333	-0.714 0.334	1.036 0.348	0.173 0.298	0.997 0.300	-0.797 0.327	1.088 0.400	0.046 0.270
F7	AVG E.E	-0.850 0.155	0.949 0.189	-0.282 0.291	-1.272 0.371	-0.914 0.290	0.723 0.170	-0.309 0.250	-1.408 0.366
T3	AVG E.E	-0.658 0.124	0.786 0.196	-0.296 0.193	-0.593 0.210	-0.384 0.159	0.661 0.147	-0.217 0.181	-0.684 0.181
T5	AVG E.E	0.078 0.164	-0.297 0.257	0.044 0.169	0.516 0.194	0.611 0.138	-0.318 0.281	0.088 0.177	0.427 0.194
F2	AVG E.E	-1.160 0.270	0.866 0.321	-0.347 0.357	-0.978 0.458	-1.045 0.314	0.734 0.226	-0.159 0.390	-1.050 0.384
F4	AVG E.E	-1.169 0.191	1.113 0.227	-0.828 0.396	-1.516 0.442	-0.909 0.336	1.059 0.182	-0.770 0.403	-1.520 0.422
C4	AVG E.E	-0.836 0.186	1.323 0.215	-0.776 0.301	-1.078 0.470	-0.696 0.317	1.110 0.166	-0.881 0.309	-1.352 0.419
P4	AVG E.E	-0.080 0.272	0.997 0.222	-0.298 0.234	-0.402 0.446	0.222 0.357	0.822 0.172	-0.197 0.286	-0.716 0.419
O2	AVG E.E	1.476 0.435	-0.555 0.387	0.887 0.384	-0.404 0.213	1.620 0.437	-0.579 0.348	0.991 0.383	-0.471 0.243
F8	AVG E.E	-1.115 0.180	0.645 0.161	-0.641 0.216	-0.627 0.284	-0.804 0.238	0.704 0.134	-0.463 0.238	-0.689 0.217
T4	AVG E.E	-0.416 0.146	0.855 0.190	-0.641 0.222	0.067 0.271	-0.398 0.219	0.768 0.145	-0.487 0.233	-0.090 0.259
T6	AVG E.E	0.648 0.275	-0.139 0.187	-0.222 0.146	0.580 0.242	0.695 0.251	-0.054 0.175	0.002 0.176	0.497 0.295

1.2. FORMA DE LAS PSEUDOPALABRAS

Tabla 2. Pseudopalabras terminadas en -ar,er,ir; -Vocal; -Vocal + 's'. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PSEUDOPALABRAS — ar/er/ir				PSEUDOPALABRAS — Vocal + 's'				PSEUDOPALABRAS — Vocal			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.058 0.441	0.638 0.488	-0.419 0.403	-1.225 0.410	-0.911 0.526	0.657 0.326	0.138 0.483	-1.361 0.355	-1.014 0.371	0.208 0.285	-0.682 0.379	-1.309 0.287
F3	AVG E.E	-1.018 0.489	1.088 0.167	-1.240 0.496	-1.650 0.570	-0.963 0.420	0.807 0.173	-0.601 0.390	-1.705 0.409	-0.523 0.316	0.779 0.225	-0.849 0.372	-1.524 0.367
C3	AVG E.E	-0.863 0.403	1.125 0.161	-1.475 0.470	-1.423 0.583	-0.592 0.371	1.028 0.164	-0.645 0.348	-1.546 0.408	-0.425 0.307	0.995 0.232	-0.921 0.352	-1.468 0.379
P3	AVG E.E	-0.295 0.342	0.641 0.186	-0.706 0.385	-0.376 0.455	0.309 0.414	0.809 0.183	-0.153 0.280	-0.587 0.403	0.301 0.271	0.616 0.247	-0.485 0.244	-0.466 0.354
O1	AVG E.E	0.601 0.367	-0.869 0.356	0.976 0.526	-0.009 0.298	1.451 0.327	-0.564 0.319	1.398 0.443	0.021 0.340	0.952 0.291	-0.945 0.346	0.922 0.325	0.078 0.347
F7	AVG E.E	-0.760 0.394	0.857 0.275	-0.486 0.290	-1.023 0.441	-0.643 0.394	0.683 0.266	-0.159 0.376	-1.366 0.335	-1.226 0.486	0.623 0.230	-0.315 0.383	-1.758 0.496
T3	AVG E.E	-0.437 0.198	0.759 0.151	-0.190 0.201	-0.562 0.252	-0.268 0.279	0.625 0.174	0.129 0.205	-0.545 0.182	-0.416 0.240	0.588 0.218	-0.571 0.296	-0.915 0.242
T5	AVG E.E	0.442 0.258	-0.253 0.423	0.165 0.370	0.499 0.217	0.930 0.309	-0.160 0.259	0.263 0.210	0.409 0.343	0.494 0.180	-0.502 0.243	-0.138 0.265	0.362 0.226
F2	AVG E.E	-1.350 0.385	0.855 0.243	-0.454 0.358	-0.907 0.524	-0.933 0.283	0.730 0.256	0.273 0.470	-1.193 0.416	-0.830 0.402	0.581 0.320	-0.318 0.467	-1.034 0.391
F4	AVG E.E	-0.949 0.384	1.090 0.208	-1.371 0.560	-1.696 0.521	-1.159 0.414	1.012 0.165	-0.206 0.401	-1.569 0.423	-0.633 0.324	1.055 0.230	-0.752 0.397	-1.309 0.381
C4	AVG E.E	-0.841 0.398	1.164 0.156	-1.338 0.416	-1.447 0.557	-0.782 0.322	1.133 0.199	-0.579 0.327	-1.366 0.434	-0.467 0.365	1.054 0.231	-0.757 0.321	-1.262 0.325
P4	AVG E.E	-0.009 0.398	0.809 0.152	-0.661 0.341	-0.755 0.520	0.319 0.363	0.870 0.214	0.110 0.367	-0.720 0.430	0.347 0.380	0.804 0.225	-0.077 0.285	-0.675 0.375
O2	AVG E.E	1.407 0.442	-0.680 0.366	0.838 0.442	-0.619 0.295	1.937 0.489	-0.447 0.373	1.103 0.435	-0.444 0.237	1.533 0.488	-0.579 0.355	1.030 0.359	-0.338 0.310
F8	AVG E.E	-0.748 0.297	0.822 0.211	-0.874 0.312	-0.987 0.297	-0.912 0.333	0.667 0.162	-0.154 0.236	-0.682 0.209	-0.733 0.225	0.628 0.151	-0.375 0.248	-0.413 0.288
T4	AVG E.E	-0.572 0.257	0.869 0.156	-0.799 0.267	-0.190 0.241	-0.428 0.283	0.663 0.204	-0.347 0.248	-0.191 0.271	-0.181 0.239	0.739 0.189	-0.310 0.267	0.100 0.335
T6	AVG E.E	0.780 0.400	-0.040 0.211	-0.170 0.187	0.438 0.258	0.822 0.247	0.058 0.176	0.107 0.264	0.541 0.291	0.542 0.204	-0.190 0.193	0.070 0.200	0.527 0.384

1.3. FRECUENCIA

Tabla 3. Palabras frecuentes y palabras infrecuentes. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS FRECUENTES				PALABRAS INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.778	0.844	-0.165	-1.155	-1.334	0.918	-0.479	-1.715
	E.E	0.416	0.343	0.406	0.433	0.231	0.364	0.361	0.458
F3	AVG	-1.255	1.070	-0.799	-1.379	-1.131	1.166	-0.944	-1.769
	E.E	0.255	0.237	0.433	0.466	0.212	0.181	0.328	0.524
C3	AVG	-1.197	1.153	-0.900	-1.154	-0.918	1.235	-1.012	-1.460
	E.E	0.201	0.279	0.335	0.472	0.260	0.175	0.318	0.499
P3	AVG	-0.690	0.806	-0.381	-0.065	-0.293	0.946	-0.623	-0.402
	E.E	0.189	0.249	0.179	0.417	0.320	0.209	0.271	0.472
O1	AVG	0.525	-0.725	1.117	0.198	0.928	-0.737	0.951	0.121
	E.E	0.320	0.361	0.390	0.314	0.354	0.329	0.326	0.301
F7	AVG	-0.890	0.813	-0.352	-1.092	-0.785	1.140	-0.198	-1.476
	E.E	0.218	0.208	0.302	0.448	0.190	0.248	0.284	0.301
T3	AVG	-0.803	0.793	-0.246	-0.415	-0.479	0.745	-0.400	-0.834
	E.E	0.148	0.264	0.227	0.223	0.249	0.147	0.210	0.229
T5	AVG	-0.153	-0.288	0.032	0.546	0.357	-0.311	0.049	0.464
	E.E	0.167	0.292	0.209	0.209	0.191	0.262	0.169	0.214
F2	AVG	-0.992	0.907	-0.170	-0.811	-1.347	0.832	-0.575	-1.145
	E.E	0.344	0.315	0.404	0.455	0.307	0.387	0.349	0.525
F4	AVG	-1.236	1.139	-0.644	-1.346	-1.068	1.101	-1.072	-1.695
	E.E	0.301	0.276	0.426	0.416	0.234	0.275	0.396	0.500
C4	AVG	-0.896	1.301	-0.679	-0.914	-0.783	1.318	-0.924	-1.278
	E.E	0.162	0.285	0.299	0.436	0.272	0.159	0.315	0.531
P4	AVG	-0.082	1.013	-0.186	-0.300	-0.105	0.972	-0.471	-0.523
	E.E	0.254	0.284	0.235	0.427	0.325	0.185	0.302	0.496
O2	AVG	1.405	-0.519	1.004	-0.330	1.566	-0.630	0.734	-0.510
	E.E	0.407	0.392	0.403	0.235	0.477	0.406	0.371	0.210
F8	AVG	-1.055	0.632	-0.528	-0.495	-1.202	0.629	-0.820	-0.764
	E.E	0.172	0.211	0.199	0.302	0.233	0.136	0.301	0.291
T4	AVG	-0.452	0.790	-0.522	0.157	-0.410	0.926	-0.808	-0.016
	E.E	0.153	0.210	0.190	0.307	0.235	0.169	0.271	0.250
T6	AVG	0.660	-0.114	-0.130	0.587	0.593	-0.170	-0.324	0.567
	E.E	0.288	0.196	0.149	0.280	0.275	0.222	0.194	0.199

Tabla 4. Sustantivos frecuentes y sustantivos infrecuentes. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS FRECUENTES				SUSTANTIVOS INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.078	0.831	-0.595	-1.284	-1.222	0.933	-0.549	-1.926
	E.E	0.484	0.385	0.480	0.463	0.294	0.386	0.372	0.393
F3	AVG	-1.423	1.224	-0.792	-1.330	-0.968	1.363	-1.018	-2.013
	E.E	0.231	0.274	0.476	0.437	0.192	0.215	0.350	0.447
C3	AVG	-1.263	1.153	-0.924	-1.136	-0.760	1.433	-0.930	-1.675
	E.E	0.249	0.306	0.390	0.466	0.168	0.209	0.333	0.397
P3	AVG	-0.729	0.787	-0.419	0.053	-0.219	1.045	-0.505	-0.552
	E.E	0.283	0.282	0.294	0.440	0.213	0.225	0.311	0.385
O1	AVG	0.636	-0.842	1.049	0.262	0.917	-0.818	1.013	0.065
	E.E	0.323	0.354	0.410	0.333	0.338	0.342	0.364	0.345
F7	AVG	-0.990	1.023	-0.284	-1.303	-0.756	1.322	0.023	-1.486
	E.E	0.263	0.291	0.368	0.477	0.296	0.332	0.301	0.281
T3	AVG	-0.778	0.845	-0.337	-0.464	-0.357	0.861	-0.336	-0.982
	E.E	0.175	0.276	0.276	0.288	0.253	0.217	0.179	0.204
T5	AVG	-0.004	-0.329	0.004	0.702	0.148	-0.507	0.068	0.341
	E.E	0.184	0.334	0.250	0.241	0.292	0.287	0.164	0.258
F2	AVG	-1.068	1.034	-0.334	-0.937	-1.269	0.872	-0.665	-1.410
	E.E	0.421	0.377	0.463	0.437	0.407	0.410	0.395	0.484
F4	AVG	-1.418	1.134	-0.793	-1.349	-0.730	1.695	-0.907	-1.832
	E.E	0.327	0.298	0.472	0.444	0.302	0.241	0.459	0.433
C4	AVG	-0.963	1.336	-0.797	-0.900	-0.699	1.612	-0.817	-1.520
	E.E	0.219	0.328	0.360	0.474	0.237	0.203	0.392	0.478
P4	AVG	0.110	0.985	-0.206	-0.272	-0.079	1.142	-0.259	-0.730
	E.E	0.346	0.328	0.303	0.411	0.223	0.209	0.375	0.409
O2	AVG	1.352	-0.641	1.062	-0.342	1.516	-0.598	0.673	-0.586
	E.E	0.449	0.421	0.428	0.221	0.466	0.399	0.381	0.179
F8	AVG	-0.984	0.787	-0.641	-0.590	-1.110	0.803	-0.780	-1.039
	E.E	0.233	0.229	0.247	0.351	0.255	0.147	0.344	0.298
T4	AVG	-0.323	0.903	-0.641	-0.028	-0.416	0.974	-0.601	-0.233
	E.E	0.244	0.268	0.275	0.330	0.189	0.166	0.281	0.260
T6	AVG	0.693	-0.105	-0.218	0.569	0.404	-0.139	-0.302	0.514
	E.E	0.365	0.212	0.169	0.279	0.220	0.187	0.238	0.261

Tabla 5. Verbos frecuentes y verbos infrecuentes. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS FRECUENTES				VERBOS INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.493	0.836	0.228	-1.007	-1.473	0.891	-0.412	-1.473
	E.E	0.575	0.357	0.467	0.553	0.309	0.398	0.446	0.561
F3	AVG	-1.099	0.928	-0.796	-1.409	-1.317	0.948	-0.900	-1.531
	E.E	0.421	0.246	0.426	0.536	0.265	0.175	0.383	0.651
C3	AVG	-1.129	1.144	-0.889	-1.167	-1.107	1.023	-1.154	-1.220
	E.E	0.299	0.280	0.324	0.503	0.435	0.180	0.362	0.637
P3	AVG	-0.626	0.808	-0.357	-0.182	-0.373	0.843	-0.800	-0.238
	E.E	0.227	0.238	0.145	0.420	0.635	0.221	0.334	0.656
O1	AVG	0.407	-0.615	1.172	0.126	0.918	-0.645	0.854	0.166
	E.E	0.360	0.373	0.385	0.320	0.488	0.340	0.346	0.330
F7	AVG	-0.805	0.602	-0.408	-0.870	-0.847	0.938	-0.463	-1.463
	E.E	0.373	0.188	0.328	0.444	0.273	0.228	0.462	0.396
T3	AVG	-0.841	0.728	-0.141	-0.377	-0.607	0.638	-0.491	-0.717
	E.E	0.264	0.272	0.215	0.213	0.314	0.128	0.266	0.287
T5	AVG	-0.304	-0.239	0.077	0.384	0.543	-0.116	-0.027	0.558
	E.E	0.244	0.273	0.208	0.309	0.280	0.252	0.286	0.273
F2	AVG	-0.942	0.802	-0.026	-0.662	-1.448	0.787	-0.487	-0.879
	E.E	0.442	0.322	0.436	0.522	0.386	0.384	0.423	0.685
F4	AVG	-1.073	1.132	-0.498	-1.366	-1.422	0.500	-1.249	-1.550
	E.E	0.423	0.303	0.417	0.445	0.284	0.408	0.438	0.644
C4	AVG	-0.857	1.278	-0.574	-0.913	-0.892	0.981	-1.078	-1.069
	E.E	0.222	0.282	0.289	0.457	0.450	0.141	0.306	0.664
P4	AVG	-0.278	1.022	-0.173	-0.320	-0.139	0.783	-0.744	-0.315
	E.E	0.249	0.270	0.219	0.472	0.605	0.193	0.285	0.710
O2	AVG	1.452	-0.392	0.950	-0.342	1.620	-0.682	0.788	-0.433
	E.E	0.415	0.372	0.414	0.285	0.588	0.433	0.433	0.360
F8	AVG	-1.127	0.469	-0.443	-0.401	-1.335	0.457	-0.899	-0.484
	E.E	0.242	0.253	0.209	0.308	0.323	0.156	0.319	0.416
T4	AVG	-0.583	0.692	-0.393	0.333	-0.412	0.894	-1.038	0.216
	E.E	0.160	0.204	0.164	0.342	0.362	0.199	0.329	0.343
T6	AVG	0.621	-0.146	-0.039	0.602	0.801	-0.208	-0.365	0.601
	E.E	0.277	0.208	0.172	0.308	0.471	0.283	0.227	0.230

Tabla 6. Palabras frecuentes sin morfología flexiva (singular e infinitivo) y palabras infrecuentes sin morfología flexiva. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS (Sing/Inf) FRECUENTES				PALABRAS (Sing/Inf) INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.891	0.480	-0.567	-1.378	-1.263	0.910	-0.312	-1.727
	E.E	0.513	0.444	0.477	0.421	0.286	0.324	0.387	0.453
F3	AVG	-1.211	1.199	-0.977	-1.383	-1.145	1.227	-0.760	-1.642
	E.E	0.337	0.284	0.555	0.484	0.262	0.144	0.303	0.520
C3	AVG	-1.173	1.217	-1.098	-1.108	-0.938	1.379	-0.849	-1.217
	E.E	0.243	0.337	0.471	0.533	0.363	0.150	0.268	0.542
P3	AVG	-0.466	0.876	-0.616	0.162	-0.398	1.041	-0.714	0.045
	E.E	0.203	0.279	0.259	0.490	0.466	0.182	0.297	0.616
O1	AVG	0.743	-0.632	0.995	0.401	0.875	-0.729	0.929	0.354
	E.E	0.305	0.423	0.340	0.310	0.390	0.319	0.336	0.309
F7	AVG	-0.942	0.971	-0.406	-1.085	-0.327	1.547	0.136	-1.269
	E.E	0.324	0.300	0.383	0.432	0.293	0.456	0.375	0.374
T3	AVG	-0.718	0.890	-0.361	-0.295	-0.419	0.787	-0.270	-0.783
	E.E	0.207	0.314	0.288	0.264	0.368	0.160	0.145	0.258
T5	AVG	-0.061	-0.225	-0.178	0.515	0.482	-0.256	0.240	0.716
	E.E	0.141	0.365	0.230	0.269	0.354	0.250	0.214	0.287
F2	AVG	-1.108	0.773	-0.551	-0.980	-1.133	0.620	-0.502	-1.360
	E.E	0.380	0.465	0.446	0.494	0.375	0.380	0.365	0.567
F4	AVG	-1.301	1.185	-0.776	-1.507	-1.015	1.181	-0.754	-1.489
	E.E	0.341	0.326	0.514	0.462	0.202	0.261	0.295	0.560
C4	AVG	-0.867	1.393	-0.799	-0.865	-0.839	1.342	-0.677	-1.148
	E.E	0.238	0.358	0.408	0.491	0.350	0.135	0.233	0.578
P4	AVG	0.018	1.142	-0.265	-0.157	-0.410	0.992	-0.386	-0.164
	E.E	0.233	0.355	0.251	0.468	0.328	0.174	0.299	0.610
O2	AVG	1.526	-0.392	1.107	-0.218	1.467	-0.709	0.847	-0.341
	E.E	0.444	0.424	0.403	0.259	0.486	0.447	0.422	0.223
F8	AVG	-0.921	0.598	-0.731	-0.661	-1.230	0.664	-0.620	-0.927
	E.E	0.260	0.280	0.260	0.345	0.240	0.211	0.283	0.313
T4	AVG	-0.455	0.757	-0.477	0.131	-0.553	0.893	-0.634	-0.091
	E.E	0.205	0.233	0.256	0.393	0.271	0.184	0.172	0.234
T6	AVG	0.761	-0.016	-0.055	0.596	0.497	-0.016	0.053	0.699
	E.E	0.350	0.248	0.159	0.334	0.238	0.220	0.258	0.240

Tabla 7. Palabras frecuentes con morfología flexiva (sustantivos en plural y verbos conjugados) y palabras infrecuentes con morfología flexiva. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS (Pl/Conj) FRECUENTES				PALABRAS (Pl/Conj) INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-0.705 0.379	1.147 0.276	0.173 0.432	-0.958 0.485	-1.652 0.331	0.814 0.505	-0.792 0.457	-1.730 0.595
F3	AVG E.E	-1.284 0.247	0.945 0.217	-0.645 0.405	-1.367 0.489	-1.302 0.276	1.113 0.252	-1.192 0.383	-1.927 0.516
C3	AVG E.E	-1.194 0.246	1.085 0.237	-0.732 0.288	-1.195 0.480	-1.053 0.333	1.137 0.252	-1.247 0.393	-1.690 0.479
P3	AVG E.E	-0.860 0.226	0.718 0.255	-0.173 0.197	-0.272 0.424	-0.172 0.390	0.941 0.280	-0.629 0.328	-0.850 0.428
O1	AVG E.E	0.342 0.398	-0.828 0.321	1.223 0.441	-0.026 0.382	0.977 0.395	-0.729 0.355	0.975 0.389	-0.147 0.381
F7	AVG E.E	-0.832 0.232	0.669 0.262	-0.277 0.287	-1.083 0.489	-1.364 0.410	0.761 0.254	-0.711 0.493	-1.715 0.328
T3	AVG E.E	-0.875 0.197	0.688 0.240	-0.136 0.246	-0.541 0.241	-0.671 0.285	0.742 0.170	-0.612 0.350	-0.927 0.208
T5	AVG E.E	-0.210 0.223	-0.342 0.247	0.248 0.234	0.564 0.214	0.203 0.263	-0.335 0.294	-0.204 0.223	0.187 0.219
F2	AVG E.E	-0.929 0.367	1.026 0.209	0.151 0.403	-0.641 0.432	-1.712 0.376	1.061 0.458	-0.646 0.386	-0.943 0.531
F4	AVG E.E	-1.176 0.337	1.076 0.262	-0.525 0.400	-1.195 0.455	-1.277 0.319	1.064 0.299	-1.485 0.569	-1.975 0.470
C4	AVG E.E	-0.914 0.174	1.219 0.245	-0.581 0.291	-0.939 0.428	-0.830 0.337	1.338 0.228	-1.252 0.444	-1.431 0.509
P4	AVG E.E	-0.125 0.303	0.865 0.250	-0.107 0.269	-0.423 0.456	0.182 0.470	1.029 0.220	-0.642 0.367	-0.882 0.456
O2	AVG E.E	1.320 0.409	-0.648 0.370	0.926 0.413	-0.465 0.261	1.668 0.531	-0.559 0.387	0.659 0.363	-0.699 0.289
F8	AVG E.E	-1.198 0.164	0.664 0.206	-0.371 0.183	-0.357 0.319	-1.256 0.400	0.610 0.202	-1.039 0.397	-0.624 0.378
T4	AVG E.E	-0.412 0.174	0.824 0.235	-0.565 0.175	0.204 0.316	-0.279 0.301	1.022 0.237	-0.962 0.394	0.108 0.339
T6	AVG E.E	0.591 0.259	-0.206 0.177	-0.228 0.148	0.564 0.270	0.764 0.371	-0.326 0.280	-0.813 0.223	0.460 0.202

Tabla 8. Sustantivos frecuentes en singular y sustantivos infrecuentes en singular. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS en Singular FRECUENTES				SUSTANTIVOS en Singular INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.524	0.088	-1.037	-1.909	-0.807	0.998	-0.194	-1.717
	E.E	0.446	0.483	0.617	0.485	0.641	0.288	0.541	0.407
F3	AVG	-1.420	1.173	-0.799	-1.501	-0.622	1.308	-0.875	-2.006
	E.E	0.328	0.377	0.682	0.414	0.471	0.200	0.398	0.429
C3	AVG	-1.330	1.071	-1.078	-1.158	-0.583	1.428	-0.843	-1.494
	E.E	0.298	0.400	0.568	0.503	0.464	0.201	0.317	0.412
P3	AVG	-0.634	0.857	-0.816	0.307	-0.123	0.932	-0.600	-0.067
	E.E	0.463	0.371	0.402	0.509	0.319	0.236	0.335	0.508
O1	AVG	0.852	-0.715	0.771	0.578	0.952	-0.888	1.020	0.327
	E.E	0.376	0.423	0.379	0.330	0.433	0.401	0.477	0.424
F7	AVG	-1.249	0.982	-0.387	-1.505	-0.466	1.670	0.403	-1.436
	E.E	0.319	0.447	0.470	0.410	0.481	0.648	0.567	0.316
T3	AVG	-0.764	0.788	-0.411	-0.434	-0.020	0.733	-0.143	-0.921
	E.E	0.233	0.349	0.377	0.306	0.443	0.248	0.216	0.262
T5	AVG	0.097	-0.340	-0.236	0.711	0.531	-0.564	0.375	0.682
	E.E	0.237	0.426	0.299	0.311	0.419	0.298	0.294	0.394
F2	AVG	-1.307	0.612	-0.858	-1.429	-0.789	0.656	-0.427	-1.492
	E.E	0.461	0.605	0.560	0.432	0.533	0.351	0.383	0.523
F4	AVG	-1.530	1.107	-0.746	-1.680	-0.505	1.595	-0.709	-1.713
	E.E	0.323	0.410	0.625	0.430	0.532	0.253	0.447	0.418
C4	AVG	-1.100	1.363	-0.810	-0.853	-0.542	1.590	-0.651	-1.297
	E.E	0.306	0.458	0.521	0.481	0.455	0.206	0.368	0.458
P4	AVG	0.089	1.150	-0.339	-0.041	-0.064	1.078	-0.239	-0.276
	E.E	0.356	0.421	0.339	0.451	0.336	0.207	0.386	0.472
O2	AVG	1.420	-0.445	0.955	-0.073	1.465	-0.677	0.847	-0.280
	E.E	0.463	0.415	0.424	0.233	0.573	0.469	0.477	0.271
F8	AVG	-0.878	0.711	-0.843	-0.617	-0.864	0.989	-0.321	-0.958
	E.E	0.276	0.301	0.346	0.330	0.382	0.224	0.385	0.283
T4	AVG	-0.501	0.680	-0.866	-0.031	-0.539	0.945	-0.476	-0.024
	E.E	0.308	0.307	0.351	0.446	0.289	0.155	0.295	0.284
T6	AVG	0.758	0.002	-0.392	0.706	0.373	0.032	0.072	0.770
	E.E	0.474	0.234	0.214	0.423	0.322	0.238	0.325	0.286

Tabla 9. Sustantivos frecuentes en plural y sustantivos infrecuentes en plural. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS en Plural FRECUENTES				SUSTANTIVOS en Plural INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.698	1.503	-0.202	-0.720	-1.811	0.748	-1.070	-2.164
	E.E	0.723	0.338	0.447	0.524	0.505	0.622	0.517	0.721
F3	AVG	-1.379	1.254	-0.834	-1.155	-1.486	1.415	-1.197	-2.032
	E.E	0.355	0.203	0.358	0.531	0.406	0.265	0.402	0.515
C3	AVG	-1.176	1.238	-0.811	-1.103	-1.023	1.421	-1.032	-1.914
	E.E	0.337	0.221	0.296	0.502	0.456	0.247	0.455	0.443
P3	AVG	-0.814	0.700	-0.088	-0.164	-0.339	1.142	-0.423	-1.064
	E.E	0.317	0.218	0.324	0.501	0.606	0.261	0.363	0.380
O1	AVG	0.492	-0.992	1.309	-0.072	0.860	-0.751	1.042	-0.170
	E.E	0.563	0.307	0.486	0.437	0.365	0.327	0.385	0.376
F7	AVG	-0.716	1.099	-0.189	-1.113	-1.171	0.871	-0.519	-1.679
	E.E	0.355	0.364	0.362	0.593	0.309	0.372	0.435	0.381
T3	AVG	-0.787	0.907	-0.315	-0.504	-0.784	1.004	-0.633	-1.076
	E.E	0.285	0.231	0.317	0.338	0.353	0.255	0.305	0.253
T5	AVG	-0.059	-0.318	0.197	0.706	-0.265	-0.451	-0.224	0.054
	E.E	0.250	0.283	0.276	0.222	0.462	0.326	0.251	0.202
F2	AVG	-0.832	1.385	0.135	-0.488	-1.911	1.048	-0.944	-1.373
	E.E	0.597	0.203	0.449	0.483	0.523	0.506	0.467	0.529
F4	AVG	-1.254	1.154	-0.845	-1.010	-1.043	1.805	-1.156	-1.986
	E.E	0.486	0.253	0.359	0.500	0.420	0.267	0.570	0.501
C4	AVG	-0.793	1.307	-0.791	-0.946	-0.955	1.664	-1.001	-1.746
	E.E	0.326	0.236	0.307	0.503	0.349	0.241	0.485	0.535
P4	AVG	0.232	0.841	-0.063	-0.501	-0.147	1.228	-0.290	-1.176
	E.E	0.504	0.245	0.400	0.472	0.429	0.246	0.444	0.429
O2	AVG	1.339	-0.846	1.175	-0.617	1.543	-0.551	0.512	-0.935
	E.E	0.508	0.439	0.473	0.266	0.425	0.390	0.342	0.185
F8	AVG	-1.079	0.883	-0.444	-0.552	-1.437	0.635	-1.280	-1.124
	E.E	0.311	0.276	0.227	0.379	0.366	0.195	0.480	0.413
T4	AVG	-0.088	1.130	-0.420	0.018	-0.441	1.040	-0.762	-0.446
	E.E	0.340	0.292	0.294	0.380	0.328	0.203	0.420	0.303
T6	AVG	0.666	-0.188	-0.086	0.414	0.445	-0.318	-0.710	0.337
	E.E	0.386	0.227	0.150	0.248	0.183	0.256	0.255	0.305

Tabla 10. Verbos frecuentes en infinitivo y verbos infrecuentes en infinitivo. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS en Infinitivo FRECUENTES				VERBOS en Infinitivo INFRECENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.277	0.876	-0.100	-0.855	-1.725	0.825	-0.436	-1.747
	E.E	0.633	0.482	0.487	0.560	0.588	0.412	0.469	0.628
F3	AVG	-1.010	1.224	-1.164	-1.259	-1.679	1.156	-0.636	-1.296
	E.E	0.398	0.246	0.463	0.614	0.436	0.181	0.351	0.682
C3	AVG	-1.034	1.368	-1.120	-1.068	-1.309	1.350	-0.850	-0.935
	E.E	0.279	0.324	0.414	0.582	0.480	0.168	0.321	0.707
P3	AVG	-0.306	0.882	-0.430	0.013	-0.684	1.172	-0.822	0.178
	E.E	0.286	0.240	0.181	0.507	0.802	0.206	0.432	0.816
O1	AVG	0.653	-0.550	1.218	0.219	0.798	-0.562	0.854	0.392
	E.E	0.390	0.446	0.364	0.342	0.453	0.299	0.361	0.294
F7	AVG	-0.654	0.942	-0.437	-0.687	-0.188	1.428	-0.138	-1.123
	E.E	0.472	0.233	0.425	0.504	0.740	0.370	0.415	0.556
T3	AVG	-0.708	0.994	-0.305	-0.149	-0.823	0.858	-0.389	-0.634
	E.E	0.313	0.308	0.284	0.268	0.363	0.171	0.222	0.356
T5	AVG	-0.200	-0.119	-0.126	0.326	0.435	0.056	0.102	0.772
	E.E	0.146	0.338	0.237	0.382	0.413	0.247	0.406	0.400
F2	AVG	-0.913	0.941	-0.243	-0.535	-1.498	0.568	-0.575	-1.230
	E.E	0.443	0.417	0.420	0.610	0.568	0.457	0.488	0.706
F4	AVG	-1.082	1.253	-0.815	-1.338	-1.522	0.753	-0.819	-1.277
	E.E	0.449	0.291	0.431	0.536	0.298	0.370	0.276	0.797
C4	AVG	-0.642	1.428	-0.777	-0.872	-1.149	1.091	-0.730	-0.985
	E.E	0.278	0.321	0.330	0.567	0.558	0.165	0.259	0.814
P4	AVG	-0.050	1.121	-0.190	-0.294	-0.759	0.920	-0.546	-0.041
	E.E	0.302	0.343	0.238	0.530	0.658	0.211	0.374	0.877
O2	AVG	1.638	-0.324	1.274	-0.367	1.465	-0.747	0.846	-0.399
	E.E	0.555	0.463	0.432	0.367	0.453	0.456	0.464	0.333
F8	AVG	-0.965	0.498	-0.616	-0.672	-1.605	0.332	-0.926	-0.908
	E.E	0.354	0.334	0.243	0.405	0.436	0.251	0.290	0.522
T4	AVG	-0.415	0.858	-0.088	0.261	-0.579	0.858	-0.807	-0.156
	E.E	0.246	0.205	0.208	0.453	0.431	0.291	0.320	0.426
T6	AVG	0.759	-0.043	0.286	0.503	0.620	-0.039	0.029	0.627
	E.E	0.386	0.302	0.215	0.323	0.409	0.265	0.278	0.265

Tabla 11. Verbos frecuentes conjugados y verbos infrecuentes conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS Conjugados FRECUENTES				VERBOS Conjugados INFRECENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.726	0.781	0.551	-1.203	-1.499	0.893	-0.538	-1.321
	E.E	0.661	0.385	0.576	0.617	0.608	0.489	0.512	0.585
F3	AVG	-1.190	0.626	-0.446	-1.573	-1.118	0.813	-1.192	-1.824
	E.E	0.546	0.336	0.539	0.528	0.636	0.310	0.451	0.582
C3	AVG	-1.215	0.928	-0.654	-1.286	-1.091	0.858	-1.468	-1.482
	E.E	0.432	0.311	0.358	0.510	0.716	0.286	0.426	0.571
P3	AVG	-0.921	0.732	-0.275	-0.383	0.004	0.740	-0.863	-0.670
	E.E	0.291	0.324	0.189	0.418	0.706	0.334	0.378	0.569
O1	AVG	0.209	-0.670	1.178	0.022	1.084	-0.682	0.910	-0.117
	E.E	0.408	0.350	0.437	0.370	0.608	0.395	0.417	0.430
F7	AVG	-0.955	0.264	-0.374	-1.053	-1.551	0.652	-0.894	-1.761
	E.E	0.431	0.250	0.383	0.443	0.710	0.314	0.669	0.467
T3	AVG	-0.964	0.454	0.042	-0.594	-0.571	0.463	-0.594	-0.787
	E.E	0.379	0.341	0.301	0.259	0.582	0.211	0.426	0.248
T5	AVG	-0.355	-0.352	0.303	0.434	0.664	-0.234	-0.188	0.284
	E.E	0.357	0.257	0.278	0.301	0.379	0.292	0.219	0.272
F2	AVG	-1.038	0.659	0.167	-0.794	-1.530	1.083	-0.354	-0.528
	E.E	0.500	0.313	0.526	0.503	0.548	0.467	0.556	0.702
F4	AVG	-1.107	1.016	-0.183	-1.376	-1.506	0.324	-1.834	-1.971
	E.E	0.542	0.443	0.543	0.533	0.680	0.514	0.728	0.556
C4	AVG	-1.047	1.143	-0.379	-0.954	-0.724	1.047	-1.509	-1.131
	E.E	0.267	0.341	0.398	0.437	0.643	0.249	0.465	0.537
P4	AVG	-0.476	0.917	-0.137	-0.359	0.514	0.811	-0.976	-0.595
	E.E	0.295	0.299	0.307	0.491	0.860	0.263	0.328	0.580
O2	AVG	1.303	-0.443	0.663	-0.317	1.794	-0.586	0.795	-0.483
	E.E	0.413	0.318	0.436	0.298	0.768	0.404	0.503	0.453
F8	AVG	-1.312	0.434	-0.284	-0.147	-1.060	0.577	-0.822	-0.115
	E.E	0.259	0.278	0.343	0.394	0.654	0.300	0.429	0.460
T4	AVG	-0.731	0.523	-0.715	0.388	-0.139	0.991	-1.152	0.663
	E.E	0.192	0.272	0.192	0.347	0.429	0.291	0.465	0.492
T6	AVG	0.524	-0.233	-0.383	0.730	1.095	-0.322	-0.903	0.606
	E.E	0.322	0.178	0.187	0.322	0.678	0.346	0.255	0.232

1.4. CATEGORIA GRAMATICAL

Tabla 12. Sustantivos y verbos. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS				VERBOS			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.159	0.872	-0.584	-1.584	-0.890	0.878	-0.036	-1.243
	E.E	0.243	0.316	0.402	0.373	0.414	0.330	0.433	0.528
F3	AVG	-1.227	1.296	-0.891	-1.626	-1.183	0.946	-0.839	-1.494
	E.E	0.165	0.207	0.405	0.419	0.326	0.184	0.393	0.561
C3	AVG	-1.041	1.293	-0.927	-1.375	-1.086	1.111	-0.971	-1.212
	E.E	0.150	0.233	0.357	0.423	0.317	0.208	0.324	0.538
P3	AVG	-0.521	0.893	-0.465	-0.210	-0.494	0.832	-0.508	-0.211
	E.E	0.220	0.227	0.274	0.405	0.368	0.209	0.169	0.483
O1	AVG	0.756	-0.824	1.030	0.186	0.633	-0.604	1.059	0.167
	E.E	0.297	0.336	0.375	0.326	0.403	0.341	0.344	0.289
F7	AVG	-0.880	1.150	-0.163	-1.384	-0.815	0.753	-0.407	-1.129
	E.E	0.181	0.267	0.283	0.355	0.291	0.163	0.363	0.399
T3	AVG	-0.603	0.852	-0.339	-0.679	-0.722	0.701	-0.263	-0.518
	E.E	0.137	0.225	0.209	0.221	0.232	0.175	0.192	0.225
T5	AVG	0.070	-0.398	0.028	0.547	0.067	-0.172	0.063	0.483
	E.E	0.195	0.293	0.167	0.235	0.231	0.238	0.190	0.244
F2	AVG	-1.166	0.953	-0.490	-1.155	-1.156	0.793	-0.212	-0.792
	E.E	0.248	0.356	0.388	0.401	0.385	0.310	0.413	0.546
F4	AVG	-1.122	1.377	-0.840	-1.557	-1.209	0.852	-0.811	-1.494
	E.E	0.252	0.235	0.451	0.426	0.246	0.266	0.402	0.488
C4	AVG	-0.862	1.459	-0.797	-1.170	-0.828	1.175	-0.765	-0.992
	E.E	0.198	0.250	0.368	0.468	0.244	0.209	0.267	0.516
P4	AVG	0.014	1.069	-0.224	-0.484	-0.176	0.932	-0.379	-0.327
	E.E	0.254	0.248	0.302	0.398	0.351	0.216	0.193	0.522
O2	AVG	1.426	-0.620	0.896	-0.466	1.542	-0.497	0.874	-0.366
	E.E	0.425	0.401	0.392	0.184	0.464	0.386	0.409	0.287
F8	AVG	-1.043	0.797	-0.697	-0.782	-1.195	0.483	-0.604	-0.449
	E.E	0.213	0.174	0.245	0.285	0.247	0.177	0.206	0.324
T4	AVG	-0.356	0.932	-0.632	-0.118	-0.473	0.785	-0.649	0.261
	E.E	0.195	0.208	0.272	0.289	0.181	0.183	0.191	0.308
T6	AVG	0.569	-0.116	-0.256	0.550	0.722	-0.140	-0.169	0.624
	E.E	0.264	0.182	0.173	0.260	0.307	0.201	0.164	0.249

Tabla 13. Sustantivos frecuentes y verbos frecuentes. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS FRECUENTES				VERBOS FRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.078	0.831	-0.595	-1.284	-0.493	0.836	0.228	-1.007
	E.E	0.484	0.385	0.480	0.463	0.575	0.357	0.467	0.553
F3	AVG	-1.423	1.224	-0.792	-1.330	-1.099	0.928	-0.796	-1.409
	E.E	0.231	0.274	0.476	0.437	0.421	0.246	0.426	0.536
C3	AVG	-1.263	1.153	-0.924	-1.136	-1.129	1.144	-0.889	-1.167
	E.E	0.249	0.306	0.390	0.466	0.299	0.280	0.324	0.503
P3	AVG	-0.729	0.787	-0.419	0.053	-0.626	0.808	-0.357	-0.182
	E.E	0.283	0.282	0.294	0.440	0.227	0.238	0.145	0.420
O1	AVG	0.636	-0.842	1.049	0.262	0.407	-0.615	1.172	0.126
	E.E	0.323	0.354	0.410	0.333	0.360	0.373	0.385	0.320
F7	AVG	-0.990	1.023	-0.284	-1.303	-0.805	0.602	-0.408	-0.870
	E.E	0.263	0.291	0.368	0.477	0.373	0.188	0.328	0.444
T3	AVG	-0.778	0.845	-0.337	-0.464	-0.841	0.728	-0.141	-0.377
	E.E	0.175	0.276	0.276	0.288	0.264	0.272	0.215	0.213
T5	AVG	-0.004	-0.329	0.004	0.702	-0.304	-0.239	0.077	0.384
	E.E	0.184	0.334	0.250	0.241	0.244	0.273	0.208	0.309
F2	AVG	-1.068	1.034	-0.334	-0.937	-0.942	0.802	-0.026	-0.662
	E.E	0.421	0.377	0.463	0.437	0.442	0.322	0.436	0.522
F4	AVG	-1.418	1.134	-0.793	-1.349	-1.073	1.132	-0.498	-1.366
	E.E	0.327	0.298	0.472	0.444	0.423	0.303	0.417	0.445
C4	AVG	-0.963	1.336	-0.797	-0.900	-0.857	1.278	-0.574	-0.913
	E.E	0.219	0.328	0.360	0.474	0.222	0.282	0.289	0.457
P4	AVG	0.110	0.985	-0.206	-0.272	-0.278	1.022	-0.173	-0.320
	E.E	0.346	0.328	0.303	0.411	0.249	0.270	0.219	0.472
O2	AVG	1.352	-0.641	1.062	-0.342	1.452	-0.392	0.950	-0.342
	E.E	0.449	0.421	0.428	0.221	0.415	0.372	0.414	0.285
F8	AVG	-0.984	0.787	-0.641	-0.590	-1.127	0.469	-0.443	-0.401
	E.E	0.233	0.229	0.247	0.351	0.242	0.253	0.209	0.308
T4	AVG	-0.323	0.903	-0.641	-0.028	-0.583	0.692	-0.393	0.333
	E.E	0.244	0.268	0.275	0.330	0.160	0.204	0.164	0.342
T6	AVG	0.693	-0.105	-0.218	0.569	0.621	-0.146	-0.039	0.602
	E.E	0.365	0.212	0.169	0.279	0.277	0.208	0.172	0.308

Tabla 14. Sustantivos infrecuentes y verbos infrecuentes. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS INFRECUENTES				VERBOS INFRECUENTES			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.222 0.294	0.933 0.386	-0.549 0.372	-1.926 0.393	-1.473 0.309	0.891 0.398	-0.412 0.446	-1.473 0.561
F3	AVG E.E	-0.968 0.192	1.363 0.215	-1.018 0.350	-2.013 0.447	-1.317 0.265	0.948 0.175	-0.900 0.383	-1.531 0.651
C3	AVG E.E	-0.760 0.168	1.433 0.209	-0.930 0.333	-1.675 0.397	-1.107 0.435	1.023 0.180	-1.154 0.362	-1.220 0.637
P3	AVG E.E	-0.219 0.213	1.045 0.225	-0.505 0.311	-0.552 0.385	-0.373 0.635	0.843 0.221	-0.800 0.334	-0.238 0.656
O1	AVG E.E	0.917 0.338	-0.818 0.342	1.013 0.364	0.065 0.345	0.918 0.488	-0.645 0.340	0.854 0.346	0.166 0.330
F7	AVG E.E	-0.756 0.296	1.322 0.332	0.023 0.301	-1.486 0.281	-0.847 0.273	0.938 0.228	-0.463 0.462	-1.463 0.396
T3	AVG E.E	-0.357 0.253	0.861 0.217	-0.336 0.179	-0.982 0.204	-0.607 0.314	0.638 0.128	-0.491 0.266	-0.717 0.287
T5	AVG E.E	0.148 0.292	-0.507 0.287	0.068 0.164	0.341 0.258	0.543 0.280	-0.116 0.252	-0.027 0.286	0.558 0.273
F2	AVG E.E	-1.269 0.407	0.872 0.410	-0.665 0.395	-1.410 0.484	-1.448 0.386	0.787 0.384	-0.487 0.423	-0.879 0.685
F4	AVG E.E	-0.730 0.302	1.695 0.241	-0.907 0.459	-1.832 0.433	-1.422 0.284	0.500 0.408	-1.249 0.438	-1.550 0.644
C4	AVG E.E	-0.699 0.237	1.612 0.203	-0.817 0.392	-1.520 0.478	-0.892 0.450	0.981 0.141	-1.078 0.306	-1.069 0.664
P4	AVG E.E	-0.079 0.223	1.142 0.209	-0.259 0.375	-0.730 0.409	-0.139 0.605	0.783 0.193	-0.744 0.285	-0.315 0.710
O2	AVG E.E	1.516 0.466	-0.598 0.399	0.673 0.381	-0.586 0.179	1.620 0.588	-0.682 0.433	0.788 0.433	-0.433 0.360
F8	AVG E.E	-1.110 0.255	0.803 0.147	-0.780 0.344	-1.039 0.298	-1.335 0.323	0.457 0.156	-0.899 0.319	-0.484 0.416
T4	AVG E.E	-0.416 0.189	0.974 0.166	-0.601 0.281	-0.233 0.260	-0.412 0.362	0.894 0.199	-1.038 0.329	0.216 0.343
T6	AVG E.E	0.404 0.220	-0.139 0.187	-0.302 0.238	0.514 0.261	0.801 0.471	-0.208 0.283	-0.365 0.227	0.601 0.230

Tabla 15. Sustantivos en singular y verbos en infinitivo. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS en Singular				VERBOS en Infinitivo			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.099	0.568	-0.627	-1.839	-0.870	0.881	-0.220	-1.234
	E.E	0.329	0.344	0.510	0.418	0.470	0.399	0.451	0.550
F3	AVG	-1.018	1.265	-0.832	-1.761	-1.242	1.190	-0.937	-1.309
	E.E	0.282	0.241	0.508	0.388	0.299	0.196	0.375	0.607
C3	AVG	-0.988	1.250	-0.982	-1.341	-1.114	1.342	-0.993	-1.031
	E.E	0.226	0.275	0.427	0.429	0.301	0.237	0.348	0.594
P3	AVG	-0.404	0.897	-0.724	0.110	-0.468	0.974	-0.581	0.088
	E.E	0.219	0.275	0.315	0.483	0.436	0.200	0.236	0.575
O1	AVG	0.886	-0.787	0.874	0.473	0.715	-0.531	1.054	0.305
	E.E	0.343	0.388	0.362	0.365	0.379	0.363	0.333	0.286
F7	AVG	-0.847	1.296	-0.020	-1.458	-0.489	1.130	-0.305	-0.904
	E.E	0.177	0.502	0.344	0.303	0.487	0.248	0.396	0.500
T3	AVG	-0.432	0.785	-0.276	-0.668	-0.728	0.920	-0.349	-0.358
	E.E	0.197	0.245	0.218	0.233	0.206	0.216	0.224	0.265
T5	AVG	0.279	-0.428	0.028	0.660	0.060	-0.053	-0.013	0.558
	E.E	0.239	0.334	0.204	0.337	0.220	0.270	0.263	0.292
F2	AVG	-1.035	0.664	-0.611	-1.465	-1.111	0.787	-0.368	-0.853
	E.E	0.310	0.427	0.358	0.424	0.426	0.380	0.418	0.592
F4	AVG	-1.059	1.343	-0.732	-1.708	-1.208	1.011	-0.799	-1.341
	E.E	0.342	0.282	0.498	0.407	0.265	0.305	0.314	0.580
C4	AVG	-0.842	1.476	-0.728	-1.068	-0.790	1.285	-0.730	-0.951
	E.E	0.306	0.305	0.435	0.459	0.277	0.237	0.220	0.609
P4	AVG	-0.004	1.108	-0.292	-0.165	-0.317	1.034	-0.322	-0.190
	E.E	0.310	0.285	0.336	0.445	0.352	0.268	0.261	0.592
O2	AVG	1.436	-0.550	0.885	-0.162	1.555	-0.488	1.065	-0.340
	E.E	0.490	0.422	0.422	0.239	0.468	0.440	0.418	0.304
F8	AVG	-0.830	0.835	-0.570	-0.777	-1.197	0.437	-0.744	-0.805
	E.E	0.248	0.209	0.319	0.252	0.340	0.271	0.186	0.368
T4	AVG	-0.482	0.798	-0.680	-0.086	-0.424	0.877	-0.357	0.068
	E.E	0.253	0.213	0.297	0.365	0.262	0.206	0.207	0.351
T6	AVG	0.581	0.012	-0.151	0.735	0.698	-0.033	0.206	0.550
	E.E	0.382	0.192	0.230	0.335	0.334	0.247	0.205	0.273

Tabla 16. Sustantivos en plural y verbos conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS en Plural				VERBOS Conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.240 0.431	1.168 0.312	-0.563 0.373	-1.327 0.429	-0.940 0.514	0.834 0.350	0.142 0.478	-1.267 0.555
F3	AVG E.E	-1.443 0.360	1.330 0.201	-0.970 0.360	-1.498 0.490	-1.127 0.517	0.694 0.257	-0.717 0.455	-1.697 0.553
C3	AVG E.E	-1.118 0.339	1.316 0.200	-0.870 0.341	-1.421 0.447	-1.081 0.438	0.855 0.242	-0.949 0.348	-1.425 0.543
P3	AVG E.E	-0.616 0.315	0.890 0.204	-0.196 0.305	-0.549 0.383	-0.522 0.344	0.673 0.259	-0.413 0.164	-0.512 0.444
O1	AVG E.E	0.634 0.379	-0.881 0.304	1.200 0.440	-0.111 0.387	0.548 0.457	-0.668 0.337	1.057 0.378	0.020 0.343
F7	AVG E.E	-0.922 0.312	0.998 0.330	-0.313 0.343	-1.327 0.443	-1.148 0.385	0.362 0.214	-0.492 0.416	-1.345 0.349
T3	AVG E.E	-0.792 0.232	0.932 0.220	-0.402 0.251	-0.694 0.253	-0.732 0.307	0.461 0.211	-0.170 0.258	-0.688 0.226
T5	AVG E.E	-0.140 0.235	-0.383 0.277	0.045 0.237	0.441 0.180	0.025 0.289	-0.295 0.226	0.143 0.166	0.417 0.250
F2	AVG E.E	-1.317 0.479	1.232 0.306	-0.335 0.456	-0.835 0.431	-1.219 0.449	0.787 0.289	-0.074 0.481	-0.753 0.540
F4	AVG E.E	-1.174 0.436	1.415 0.217	-0.941 0.442	-1.403 0.487	-1.204 0.403	0.703 0.292	-0.839 0.519	-1.636 0.414
C4	AVG E.E	-0.889 0.282	1.450 0.211	-0.853 0.363	-1.287 0.492	-0.871 0.348	1.059 0.255	-0.783 0.345	-1.048 0.464
P4	AVG E.E	0.034 0.352	1.008 0.226	-0.124 0.348	-0.775 0.384	-0.057 0.441	0.823 0.230	-0.431 0.210	-0.459 0.505
O2	AVG E.E	1.415 0.410	-0.686 0.397	0.907 0.404	-0.766 0.201	1.540 0.480	-0.497 0.342	0.680 0.421	-0.385 0.317
F8	AVG E.E	-1.248 0.306	0.777 0.216	-0.811 0.302	-0.769 0.352	-1.185 0.294	0.536 0.202	-0.476 0.289	-0.098 0.377
T4	AVG E.E	-0.219 0.290	1.078 0.239	-0.567 0.323	-0.157 0.293	-0.478 0.183	0.692 0.256	-0.948 0.253	0.443 0.357
T6	AVG E.E	0.562 0.259	-0.251 0.230	-0.350 0.150	0.358 0.216	0.742 0.388	-0.263 0.194	-0.547 0.186	0.678 0.256

Tabla 17. Sustantivos frecuentes en singular y verbos frecuentes en infinitivo. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS FRECUENTES en Singular				VERBOS FRECUENTES en Infinitivo			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.524 0.446	0.088 0.483	-1.037 0.617	-1.909 0.485	-0.277 0.633	0.876 0.482	-0.100 0.487	-0.855 0.560
F3	AVG E.E	-1.420 0.328	1.173 0.377	-0.799 0.682	-1.501 0.414	-1.010 0.398	1.224 0.246	-1.164 0.463	-1.259 0.614
C3	AVG E.E	-1.330 0.298	1.071 0.400	-1.078 0.568	-1.158 0.503	-1.034 0.279	1.368 0.324	-1.120 0.414	-1.068 0.582
P3	AVG E.E	-0.634 0.463	0.857 0.371	-0.816 0.402	0.307 0.509	-0.306 0.286	0.882 0.240	-0.430 0.181	0.013 0.507
O1	AVG E.E	0.852 0.376	-0.715 0.423	0.771 0.379	0.578 0.330	0.653 0.390	-0.550 0.446	1.218 0.364	0.219 0.342
F7	AVG E.E	-1.249 0.319	0.982 0.447	-0.387 0.470	-1.505 0.410	-0.654 0.472	0.942 0.233	-0.437 0.425	-0.687 0.504
T3	AVG E.E	-0.764 0.233	0.788 0.349	-0.411 0.377	-0.434 0.306	-0.708 0.313	0.994 0.308	-0.305 0.284	-0.149 0.268
T5	AVG E.E	0.097 0.237	-0.340 0.426	-0.236 0.299	0.711 0.311	-0.200 0.146	-0.119 0.338	-0.126 0.237	0.326 0.382
F2	AVG E.E	-1.307 0.461	0.612 0.605	-0.858 0.560	-1.429 0.432	-0.913 0.443	0.941 0.417	-0.243 0.420	-0.535 0.610
F4	AVG E.E	-1.530 0.323	1.107 0.410	-0.746 0.625	-1.680 0.430	-1.082 0.449	1.253 0.291	-0.815 0.431	-1.338 0.536
C4	AVG E.E	-1.100 0.306	1.363 0.458	-0.810 0.521	-0.853 0.481	-0.642 0.278	1.428 0.321	-0.777 0.330	-0.872 0.567
P4	AVG E.E	0.089 0.356	1.150 0.421	-0.339 0.339	-0.041 0.451	-0.050 0.302	1.121 0.343	-0.190 0.238	-0.294 0.530
O2	AVG E.E	1.420 0.463	-0.445 0.415	0.955 0.424	-0.073 0.233	1.638 0.555	-0.324 0.463	1.274 0.432	-0.367 0.367
F8	AVG E.E	-0.878 0.276	0.711 0.301	-0.843 0.346	-0.617 0.330	-0.965 0.354	0.498 0.334	-0.616 0.243	-0.672 0.405
T4	AVG E.E	-0.501 0.308	0.680 0.307	-0.866 0.351	-0.031 0.446	-0.415 0.246	0.858 0.205	-0.088 0.208	0.261 0.453
T6	AVG E.E	0.758 0.474	0.002 0.234	-0.392 0.214	0.706 0.423	0.759 0.386	-0.043 0.302	0.286 0.215	0.503 0.323

Tabla 18. Sustantivos frecuentes en plural y verbos frecuentes conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS FRECUENTES en Plural				VERBOS FRECUENTES Conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.698	1.503	-0.202	-0.720	-0.726	0.781	0.551	-1.203
	E.E	0.723	0.338	0.447	0.524	0.661	0.385	0.576	0.617
F3	AVG	-1.379	1.254	-0.834	-1.155	-1.190	0.626	-0.446	-1.573
	E.E	0.355	0.203	0.358	0.531	0.546	0.336	0.539	0.528
C3	AVG	-1.176	1.238	-0.811	-1.103	-1.215	0.928	-0.654	-1.286
	E.E	0.337	0.221	0.296	0.502	0.432	0.311	0.358	0.510
P3	AVG	-0.814	0.700	-0.088	-0.164	-0.921	0.732	-0.275	-0.383
	E.E	0.317	0.218	0.324	0.501	0.291	0.324	0.189	0.418
O1	AVG	0.492	-0.992	1.309	-0.072	0.209	-0.670	1.178	0.022
	E.E	0.563	0.307	0.486	0.437	0.408	0.350	0.437	0.370
F7	AVG	-0.716	1.099	-0.189	-1.113	-0.955	0.264	-0.374	-1.053
	E.E	0.355	0.364	0.362	0.593	0.431	0.250	0.383	0.443
T3	AVG	-0.787	0.907	-0.315	-0.504	-0.964	0.454	0.042	-0.594
	E.E	0.285	0.231	0.317	0.338	0.379	0.341	0.301	0.259
T5	AVG	-0.059	-0.318	0.197	0.706	-0.355	-0.352	0.303	0.434
	E.E	0.250	0.283	0.276	0.222	0.357	0.257	0.278	0.301
F2	AVG	-0.832	1.385	0.135	-0.488	-1.038	0.659	0.167	-0.794
	E.E	0.597	0.203	0.449	0.483	0.500	0.313	0.526	0.503
F4	AVG	-1.254	1.154	-0.845	-1.010	-1.107	1.016	-0.183	-1.376
	E.E	0.486	0.253	0.359	0.500	0.542	0.443	0.543	0.533
C4	AVG	-0.793	1.307	-0.791	-0.946	-1.047	1.143	-0.379	-0.954
	E.E	0.326	0.236	0.307	0.503	0.267	0.341	0.398	0.437
P4	AVG	0.232	0.841	-0.063	-0.501	-0.476	0.917	-0.137	-0.359
	E.E	0.504	0.245	0.400	0.472	0.295	0.299	0.307	0.491
O2	AVG	1.339	-0.846	1.175	-0.617	1.303	-0.443	0.663	-0.317
	E.E	0.508	0.439	0.473	0.266	0.413	0.318	0.436	0.298
F8	AVG	-1.079	0.883	-0.444	-0.552	-1.312	0.434	-0.284	-0.147
	E.E	0.311	0.276	0.227	0.379	0.259	0.278	0.343	0.394
T4	AVG	-0.088	1.130	-0.420	0.018	-0.731	0.523	-0.715	0.388
	E.E	0.340	0.292	0.294	0.380	0.192	0.272	0.192	0.347
T6	AVG	0.666	-0.188	-0.086	0.414	0.524	-0.233	-0.383	0.730
	E.E	0.386	0.227	0.150	0.248	0.322	0.178	0.187	0.322

Tabla 19. Sustantivos infrecuentes en singular y verbos infrecuentes en infinitivo. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS INFRECIENTES en Singular				VERBOS INFRECIENTES en Infinitivo			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.807	0.998	-0.194	-1.717	-1.725	0.825	-0.436	-1.747
	E.E	0.641	0.288	0.541	0.407	0.588	0.412	0.469	0.628
F3	AVG	-0.622	1.308	-0.875	-2.006	-1.679	1.156	-0.636	-1.296
	E.E	0.471	0.200	0.398	0.429	0.436	0.181	0.351	0.682
C3	AVG	-0.583	1.428	-0.843	-1.494	-1.309	1.350	-0.850	-0.935
	E.E	0.464	0.201	0.317	0.412	0.480	0.168	0.321	0.707
P3	AVG	-0.123	0.932	-0.600	-0.067	-0.684	1.172	-0.822	0.178
	E.E	0.319	0.236	0.335	0.508	0.802	0.206	0.432	0.816
O1	AVG	0.952	-0.888	1.020	0.327	0.798	-0.562	0.854	0.392
	E.E	0.433	0.401	0.477	0.424	0.453	0.299	0.361	0.294
F7	AVG	-0.466	1.670	0.403	-1.436	-0.188	1.428	-0.138	-1.123
	E.E	0.481	0.648	0.567	0.316	0.740	0.370	0.415	0.556
T3	AVG	-0.020	0.733	-0.143	-0.921	-0.823	0.858	-0.389	-0.634
	E.E	0.443	0.248	0.216	0.262	0.363	0.171	0.222	0.356
T5	AVG	0.531	-0.564	0.375	0.682	0.435	0.056	0.102	0.772
	E.E	0.419	0.298	0.294	0.394	0.413	0.247	0.406	0.400
F2	AVG	-0.789	0.656	-0.427	-1.492	-1.498	0.568	-0.575	-1.230
	E.E	0.533	0.351	0.383	0.523	0.568	0.457	0.488	0.706
F4	AVG	-0.505	1.595	-0.709	-1.713	-1.522	0.753	-0.819	-1.277
	E.E	0.532	0.253	0.447	0.418	0.298	0.370	0.276	0.797
C4	AVG	-0.542	1.590	-0.651	-1.297	-1.149	1.091	-0.730	-0.985
	E.E	0.455	0.206	0.368	0.458	0.558	0.165	0.259	0.814
P4	AVG	-0.064	1.078	-0.239	-0.276	-0.759	0.920	-0.546	-0.041
	E.E	0.336	0.207	0.386	0.472	0.658	0.211	0.374	0.877
O2	AVG	1.465	-0.677	0.847	-0.280	1.465	-0.747	0.846	-0.399
	E.E	0.573	0.469	0.477	0.271	0.453	0.456	0.464	0.333
F8	AVG	-0.864	0.989	-0.321	-0.958	-1.605	0.332	-0.926	-0.908
	E.E	0.382	0.224	0.385	0.283	0.436	0.251	0.290	0.522
T4	AVG	-0.539	0.945	-0.476	-0.024	-0.579	0.858	-0.807	-0.156
	E.E	0.289	0.155	0.295	0.284	0.431	0.291	0.320	0.426
T6	AVG	0.373	0.032	0.072	0.770	0.620	-0.039	0.029	0.627
	E.E	0.322	0.238	0.325	0.286	0.409	0.265	0.278	0.265

Tabla 20. Sustantivos infrecuentes en plural y verbos infrecuentes conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS INFRECIENTES en Plural				VERBOS INFRECIENTES Conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.811 0.505	0.748 0.622	-1.070 0.517	-2.164 0.721	-1.499 0.608	0.893 0.489	-0.538 0.512	-1.321 0.585
F3	AVG E.E	-1.486 0.406	1.415 0.265	-1.197 0.402	-2.032 0.515	-1.118 0.636	0.813 0.310	-1.192 0.451	-1.824 0.582
C3	AVG E.E	-1.023 0.456	1.421 0.247	-1.032 0.455	-1.914 0.443	-1.091 0.716	0.858 0.286	-1.468 0.426	-1.482 0.571
P3	AVG E.E	-0.339 0.606	1.142 0.261	-0.423 0.363	-1.064 0.380	0.004 0.706	0.740 0.334	-0.863 0.378	-0.670 0.569
O1	AVG E.E	0.860 0.365	-0.751 0.327	1.042 0.385	-0.170 0.376	1.084 0.608	-0.682 0.395	0.910 0.417	-0.117 0.430
F7	AVG E.E	-1.171 0.309	0.871 0.372	-0.519 0.435	-1.679 0.381	-1.551 0.710	0.652 0.314	-0.894 0.669	-1.761 0.467
T3	AVG E.E	-0.784 0.353	1.004 0.255	-0.633 0.305	-1.076 0.253	-0.571 0.582	0.463 0.211	-0.594 0.426	-0.787 0.248
T5	AVG E.E	-0.265 0.462	-0.451 0.326	-0.224 0.251	0.054 0.202	0.664 0.379	-0.234 0.292	-0.188 0.219	0.284 0.272
F2	AVG E.E	-1.911 0.523	1.048 0.506	-0.944 0.467	-1.373 0.529	-1.530 0.548	1.083 0.467	-0.354 0.556	-0.528 0.702
F4	AVG E.E	-1.043 0.420	1.805 0.267	-1.156 0.570	-1.986 0.501	-1.506 0.680	0.324 0.514	-1.834 0.728	-1.971 0.556
C4	AVG E.E	-0.955 0.349	1.664 0.241	-1.001 0.485	-1.746 0.535	-0.724 0.643	1.047 0.249	-1.509 0.465	-1.131 0.537
P4	AVG E.E	-0.147 0.429	1.228 0.246	-0.290 0.444	-1.176 0.429	0.514 0.860	0.811 0.263	-0.976 0.328	-0.595 0.580
O2	AVG E.E	1.543 0.425	-0.551 0.390	0.512 0.342	-0.935 0.185	1.794 0.768	-0.586 0.404	0.795 0.503	-0.483 0.453
F8	AVG E.E	-1.437 0.366	0.635 0.195	-1.280 0.480	-1.124 0.413	-1.060 0.654	0.577 0.300	-0.822 0.429	-0.115 0.460
T4	AVG E.E	-0.441 0.328	1.040 0.203	-0.762 0.420	-0.446 0.303	-0.139 0.429	0.991 0.291	-1.152 0.465	0.663 0.492
T6	AVG E.E	0.445 0.183	-0.318 0.256	-0.710 0.255	0.337 0.305	1.095 0.678	-0.322 0.346	-0.903 0.255	0.606 0.232

1.5. MORFOLOGIA

Tabla 21. Palabras sin morfología flexiva y palabras con morfología flexiva. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS (Sing/Inf)				PALABRAS (Pl/Conj)			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.078	0.692	-0.444	-1.552	-1.179	0.964	-0.310	-1.352
	E.E	0.304	0.348	0.397	0.414	0.262	0.318	0.375	0.471
F3	AVG	-1.166	1.201	-0.867	-1.513	-1.293	1.026	-0.910	-1.646
	E.E	0.234	0.191	0.408	0.477	0.228	0.206	0.372	0.496
C3	AVG	-1.063	1.298	-0.974	-1.163	-1.130	1.115	-0.995	-1.443
	E.E	0.238	0.230	0.353	0.503	0.234	0.210	0.319	0.474
P3	AVG	-0.435	0.954	-0.663	0.106	-0.517	0.822	-0.411	-0.562
	E.E	0.252	0.216	0.255	0.519	0.274	0.238	0.227	0.417
O1	AVG	0.810	-0.678	0.962	0.382	0.653	-0.780	1.098	-0.081
	E.E	0.313	0.364	0.316	0.293	0.368	0.324	0.405	0.362
F7	AVG	-0.633	1.255	-0.139	-1.181	-1.100	0.723	-0.492	-1.407
	E.E	0.275	0.353	0.328	0.372	0.267	0.217	0.351	0.372
T3	AVG	-0.571	0.839	-0.311	-0.537	-0.765	0.715	-0.374	-0.737
	E.E	0.188	0.208	0.196	0.220	0.154	0.180	0.239	0.216
T5	AVG	0.220	-0.243	0.033	0.622	-0.013	-0.338	0.017	0.375
	E.E	0.195	0.282	0.182	0.236	0.199	0.247	0.196	0.191
F2	AVG	-1.120	0.700	-0.524	-1.170	-1.322	1.042	-0.245	-0.797
	E.E	0.302	0.381	0.353	0.487	0.295	0.303	0.377	0.449
F4	AVG	-1.155	1.165	-0.772	-1.498	-1.225	1.066	-0.998	-1.579
	E.E	0.222	0.246	0.381	0.478	0.214	0.217	0.440	0.431
C4	AVG	-0.851	1.366	-0.748	-1.007	-0.872	1.283	-0.925	-1.184
	E.E	0.260	0.237	0.292	0.509	0.234	0.212	0.325	0.459
P4	AVG	-0.206	1.060	-0.327	-0.167	0.027	0.941	-0.375	-0.653
	E.E	0.246	0.245	0.265	0.498	0.366	0.210	0.247	0.430
O2	AVG	1.495	-0.548	0.971	-0.278	1.495	-0.606	0.788	-0.589
	E.E	0.447	0.422	0.404	0.225	0.442	0.370	0.384	0.257
F8	AVG	-1.066	0.636	-0.667	-0.790	-1.223	0.640	-0.711	-0.490
	E.E	0.214	0.216	0.229	0.275	0.223	0.146	0.248	0.335
T4	AVG	-0.505	0.838	-0.556	0.029	-0.351	0.923	-0.755	0.160
	E.E	0.174	0.195	0.200	0.272	0.178	0.228	0.269	0.299
T6	AVG	0.632	-0.006	0.005	0.646	0.679	-0.269	-0.514	0.510
	E.E	0.278	0.204	0.177	0.259	0.301	0.209	0.139	0.218

Tabla 22. Palabras frecuentes sin morfología flexiva y palabras frecuentes con morfología flexiva. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS FRECUENTES (Sing/Inf)				PALABRAS FRECUENTES (Pl/Conj)			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.891	0.480	-0.567	-1.378	-0.705	1.147	0.173	-0.958
	E.E	0.513	0.444	0.477	0.421	0.379	0.276	0.432	0.485
F3	AVG	-1.211	1.199	-0.977	-1.383	-1.284	0.945	-0.645	-1.367
	E.E	0.337	0.284	0.555	0.484	0.247	0.217	0.405	0.489
C3	AVG	-1.173	1.217	-1.098	-1.108	-1.194	1.085	-0.732	-1.195
	E.E	0.243	0.337	0.471	0.533	0.246	0.237	0.288	0.480
P3	AVG	-0.466	0.876	-0.616	0.162	-0.860	0.718	-0.173	-0.272
	E.E	0.203	0.279	0.259	0.490	0.226	0.255	0.197	0.424
O1	AVG	0.743	-0.632	0.995	0.401	0.342	-0.828	1.223	-0.026
	E.E	0.305	0.423	0.340	0.310	0.398	0.321	0.441	0.382
F7	AVG	-0.942	0.971	-0.406	-1.085	-0.832	0.669	-0.277	-1.083
	E.E	0.324	0.300	0.383	0.432	0.232	0.262	0.287	0.489
T3	AVG	-0.718	0.890	-0.361	-0.295	-0.875	0.688	-0.136	-0.541
	E.E	0.207	0.314	0.288	0.264	0.197	0.240	0.246	0.241
T5	AVG	-0.061	-0.225	-0.178	0.515	-0.210	-0.342	0.248	0.564
	E.E	0.141	0.365	0.230	0.269	0.223	0.247	0.234	0.214
F2	AVG	-1.108	0.773	-0.551	-0.980	-0.929	1.026	0.151	-0.641
	E.E	0.380	0.465	0.446	0.494	0.367	0.209	0.403	0.432
F4	AVG	-1.301	1.185	-0.776	-1.507	-1.176	1.076	-0.525	-1.195
	E.E	0.341	0.326	0.514	0.462	0.337	0.262	0.400	0.455
C4	AVG	-0.867	1.393	-0.799	-0.865	-0.914	1.219	-0.581	-0.939
	E.E	0.238	0.358	0.408	0.491	0.174	0.245	0.291	0.428
P4	AVG	0.018	1.142	-0.265	-0.157	-0.125	0.865	-0.107	-0.423
	E.E	0.233	0.355	0.251	0.468	0.303	0.250	0.269	0.456
O2	AVG	1.526	-0.392	1.107	-0.218	1.320	-0.648	0.926	-0.465
	E.E	0.444	0.424	0.403	0.259	0.409	0.370	0.413	0.261
F8	AVG	-0.921	0.598	-0.731	-0.661	-1.198	0.664	-0.371	-0.357
	E.E	0.260	0.280	0.260	0.345	0.164	0.206	0.183	0.319
T4	AVG	-0.455	0.757	-0.477	0.131	-0.412	0.824	-0.565	0.204
	E.E	0.205	0.233	0.256	0.393	0.174	0.235	0.175	0.316
T6	AVG	0.761	-0.016	-0.055	0.596	0.591	-0.206	-0.228	0.564
	E.E	0.350	0.248	0.159	0.334	0.259	0.177	0.148	0.270

Tabla 23. Palabras infrecuentes sin morfología flexiva y palabras infrecuentes con morfología flexiva. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		PALABRAS INFRECIENTES (Sing/Inf)				PALABRAS INFRECIENTES (Pl/Conj)			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.263 0.286	0.910 0.324	-0.312 0.387	-1.727 0.453	-1.652 0.331	0.814 0.505	-0.792 0.457	-1.730 0.595
F3	AVG E.E	-1.145 0.262	1.227 0.144	-0.760 0.303	-1.642 0.520	-1.302 0.276	1.113 0.252	-1.192 0.383	-1.927 0.516
C3	AVG E.E	-0.938 0.363	1.379 0.150	-0.849 0.268	-1.217 0.542	-1.053 0.333	1.137 0.252	-1.247 0.393	-1.690 0.479
P3	AVG E.E	-0.398 0.466	1.041 0.182	-0.714 0.297	0.045 0.616	-0.172 0.390	0.941 0.280	-0.629 0.328	-0.850 0.428
O1	AVG E.E	0.875 0.390	-0.729 0.319	0.929 0.336	0.354 0.309	0.977 0.395	-0.729 0.355	0.975 0.389	-0.147 0.381
F7	AVG E.E	-0.327 0.293	1.547 0.456	0.136 0.375	-1.269 0.374	-1.364 0.410	0.761 0.254	-0.711 0.493	-1.715 0.328
T3	AVG E.E	-0.419 0.368	0.787 0.160	-0.270 0.145	-0.783 0.258	-0.671 0.285	0.742 0.170	-0.612 0.350	-0.927 0.208
T5	AVG E.E	0.482 0.354	-0.256 0.250	0.240 0.214	0.716 0.287	0.203 0.263	-0.335 0.294	-0.204 0.223	0.187 0.219
F2	AVG E.E	-1.133 0.375	0.620 0.380	-0.502 0.365	-1.360 0.567	-1.712 0.376	1.061 0.458	-0.646 0.386	-0.943 0.531
F4	AVG E.E	-1.015 0.202	1.181 0.261	-0.754 0.295	-1.489 0.560	-1.277 0.319	1.064 0.299	-1.485 0.569	-1.975 0.470
C4	AVG E.E	-0.839 0.350	1.342 0.135	-0.677 0.233	-1.148 0.578	-0.830 0.337	1.338 0.228	-1.252 0.444	-1.431 0.509
P4	AVG E.E	-0.410 0.328	0.992 0.174	-0.386 0.299	-0.164 0.610	0.182 0.470	1.029 0.220	-0.642 0.367	-0.882 0.456
O2	AVG E.E	1.467 0.486	-0.709 0.447	0.847 0.422	-0.341 0.223	1.668 0.531	-0.559 0.387	0.659 0.363	-0.699 0.289
F8	AVG E.E	-1.230 0.240	0.664 0.211	-0.620 0.283	-0.927 0.313	-1.256 0.400	0.610 0.202	-1.039 0.397	-0.624 0.378
T4	AVG E.E	-0.553 0.271	0.893 0.184	-0.634 0.172	-0.091 0.234	-0.279 0.301	1.022 0.237	-0.962 0.394	0.108 0.339
T6	AVG E.E	0.497 0.238	-0.016 0.220	0.053 0.258	0.699 0.240	0.764 0.371	-0.326 0.280	-0.813 0.223	0.460 0.202

Tabla 24. Sustantivos en singular y sustantivos en plural. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS en Singular				SUSTANTIVOS en Plural			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.099 0.329	0.568 0.344	-0.627 0.510	-1.839 0.418	-1.240 0.431	1.168 0.312	-0.563 0.373	-1.327 0.429
F3	AVG E.E	-1.018 0.282	1.265 0.241	-0.832 0.508	-1.761 0.388	-1.443 0.360	1.330 0.201	-0.970 0.360	-1.498 0.490
C3	AVG E.E	-0.988 0.226	1.250 0.275	-0.982 0.427	-1.341 0.429	-1.118 0.339	1.316 0.200	-0.870 0.341	-1.421 0.447
P3	AVG E.E	-0.404 0.219	0.897 0.275	-0.724 0.315	0.110 0.483	-0.616 0.315	0.890 0.204	-0.196 0.305	-0.549 0.383
O1	AVG E.E	0.886 0.343	-0.787 0.388	0.874 0.362	0.473 0.365	0.634 0.379	-0.881 0.304	1.200 0.440	-0.111 0.387
F7	AVG E.E	-0.847 0.177	1.296 0.502	-0.020 0.344	-1.458 0.303	-0.922 0.312	0.998 0.330	-0.313 0.343	-1.327 0.443
T3	AVG E.E	-0.432 0.197	0.785 0.245	-0.276 0.218	-0.668 0.233	-0.792 0.232	0.932 0.220	-0.402 0.251	-0.694 0.253
T5	AVG E.E	0.279 0.239	-0.428 0.334	0.028 0.204	0.660 0.337	-0.140 0.235	-0.383 0.277	0.045 0.237	0.441 0.180
F2	AVG E.E	-1.035 0.310	0.664 0.427	-0.611 0.358	-1.465 0.424	-1.317 0.479	1.232 0.306	-0.335 0.456	-0.835 0.431
F4	AVG E.E	-1.059 0.342	1.343 0.282	-0.732 0.498	-1.708 0.407	-1.174 0.436	1.415 0.217	-0.941 0.442	-1.403 0.487
C4	AVG E.E	-0.842 0.306	1.476 0.305	-0.728 0.435	-1.068 0.459	-0.889 0.282	1.450 0.211	-0.853 0.363	-1.287 0.492
P4	AVG E.E	-0.004 0.310	1.108 0.285	-0.292 0.336	-0.165 0.445	0.034 0.352	1.008 0.226	-0.124 0.348	-0.775 0.384
O2	AVG E.E	1.436 0.490	-0.550 0.422	0.885 0.422	-0.162 0.239	1.415 0.410	-0.686 0.397	0.907 0.404	-0.766 0.201
F8	AVG E.E	-0.830 0.248	0.835 0.209	-0.570 0.319	-0.777 0.252	-1.248 0.306	0.777 0.216	-0.811 0.302	-0.769 0.352
T4	AVG E.E	-0.482 0.253	0.798 0.213	-0.680 0.297	-0.086 0.365	-0.219 0.290	1.078 0.239	-0.567 0.323	-0.157 0.293
T6	AVG E.E	0.581 0.382	0.012 0.192	-0.151 0.230	0.735 0.335	0.562 0.259	-0.251 0.230	-0.350 0.150	0.358 0.216

Tabla 25. Verbos en infinitivo y verbos conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS en Infinitivo				VERBOS conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-0.870 0.470	0.881 0.399	-0.220 0.451	-1.234 0.550	-0.940 0.514	0.834 0.350	0.142 0.478	-1.267 0.555
F3	AVG E.E	-1.242 0.299	1.190 0.196	-0.937 0.375	-1.309 0.607	-1.127 0.517	0.694 0.257	-0.717 0.455	-1.697 0.553
C3	AVG E.E	-1.114 0.301	1.342 0.237	-0.993 0.348	-1.031 0.594	-1.081 0.438	0.855 0.242	-0.949 0.348	-1.425 0.543
P3	AVG E.E	-0.468 0.436	0.974 0.200	-0.581 0.236	0.088 0.575	-0.522 0.344	0.673 0.259	-0.413 0.164	-0.512 0.444
O1	AVG E.E	0.715 0.379	-0.531 0.363	1.054 0.333	0.305 0.286	0.548 0.457	-0.668 0.337	1.057 0.378	0.020 0.343
F7	AVG E.E	-0.489 0.487	1.130 0.248	-0.305 0.396	-0.904 0.500	-1.148 0.385	0.362 0.214	-0.492 0.416	-1.345 0.349
T3	AVG E.E	-0.728 0.206	0.920 0.216	-0.349 0.224	-0.358 0.265	-0.732 0.307	0.461 0.211	-0.170 0.258	-0.688 0.226
T5	AVG E.E	0.060 0.220	-0.053 0.270	-0.013 0.263	0.558 0.292	0.025 0.289	-0.295 0.226	0.143 0.166	0.417 0.250
F2	AVG E.E	-1.111 0.426	0.787 0.380	-0.368 0.418	-0.853 0.592	-1.219 0.449	0.787 0.289	-0.074 0.481	-0.753 0.540
F4	AVG E.E	-1.208 0.265	1.011 0.305	-0.799 0.314	-1.341 0.580	-1.204 0.403	0.703 0.292	-0.839 0.519	-1.636 0.414
C4	AVG E.E	-0.790 0.277	1.285 0.237	-0.730 0.220	-0.951 0.609	-0.871 0.348	1.059 0.255	-0.783 0.345	-1.048 0.464
P4	AVG E.E	-0.317 0.352	1.034 0.268	-0.322 0.261	-0.190 0.592	-0.057 0.441	0.823 0.230	-0.431 0.210	-0.459 0.505
O2	AVG E.E	1.555 0.468	-0.488 0.440	1.065 0.418	-0.340 0.304	1.540 0.480	-0.497 0.342	0.680 0.421	-0.385 0.317
F8	AVG E.E	-1.197 0.340	0.437 0.271	-0.744 0.186	-0.805 0.368	-1.185 0.294	0.536 0.202	-0.476 0.289	-0.098 0.377
T4	AVG E.E	-0.424 0.262	0.877 0.206	-0.357 0.207	0.068 0.351	-0.478 0.183	0.692 0.256	-0.948 0.253	0.443 0.357
T6	AVG E.E	0.698 0.334	-0.033 0.247	0.206 0.205	0.550 0.273	0.742 0.388	-0.263 0.194	-0.547 0.186	0.678 0.256

Tabla 26. Sustantivos frecuentes en singular y sustantivos frecuentes en plural. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS FRECUENTES en Singular				SUSTANTIVOS FRECUENTES en Plural			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-1.524	0.088	-1.037	-1.909	-0.698	1.503	-0.202	-0.720
	E.E	0.446	0.483	0.617	0.485	0.723	0.338	0.447	0.524
F3	AVG	-1.420	1.173	-0.799	-1.501	-1.379	1.254	-0.834	-1.155
	E.E	0.328	0.377	0.682	0.414	0.355	0.203	0.358	0.531
C3	AVG	-1.330	1.071	-1.078	-1.158	-1.176	1.238	-0.811	-1.103
	E.E	0.298	0.400	0.568	0.503	0.337	0.221	0.296	0.502
P3	AVG	-0.634	0.857	-0.816	0.307	-0.814	0.700	-0.088	-0.164
	E.E	0.463	0.371	0.402	0.509	0.317	0.218	0.324	0.501
O1	AVG	0.852	-0.715	0.771	0.578	0.492	-0.992	1.309	-0.072
	E.E	0.376	0.423	0.379	0.330	0.563	0.307	0.486	0.437
F7	AVG	-1.249	0.982	-0.387	-1.505	-0.716	1.099	-0.189	-1.113
	E.E	0.319	0.447	0.470	0.410	0.355	0.364	0.362	0.593
T3	AVG	-0.764	0.788	-0.411	-0.434	-0.787	0.907	-0.315	-0.504
	E.E	0.233	0.349	0.377	0.306	0.285	0.231	0.317	0.338
T5	AVG	0.097	-0.340	-0.236	0.711	-0.059	-0.318	0.197	0.706
	E.E	0.237	0.426	0.299	0.311	0.250	0.283	0.276	0.222
F2	AVG	-1.307	0.612	-0.858	-1.429	-0.832	1.385	0.135	-0.488
	E.E	0.461	0.605	0.560	0.432	0.597	0.203	0.449	0.483
F4	AVG	-1.530	1.107	-0.746	-1.680	-1.254	1.154	-0.845	-1.010
	E.E	0.323	0.410	0.625	0.430	0.486	0.253	0.359	0.500
C4	AVG	-1.100	1.363	-0.810	-0.853	-0.793	1.307	-0.791	-0.946
	E.E	0.306	0.458	0.521	0.481	0.326	0.236	0.307	0.503
P4	AVG	0.089	1.150	-0.339	-0.041	0.232	0.841	-0.063	-0.501
	E.E	0.356	0.421	0.339	0.451	0.504	0.245	0.400	0.472
O2	AVG	1.420	-0.445	0.955	-0.073	1.339	-0.846	1.175	-0.617
	E.E	0.463	0.415	0.424	0.233	0.508	0.439	0.473	0.266
F8	AVG	-0.878	0.711	-0.843	-0.617	-1.079	0.883	-0.444	-0.552
	E.E	0.276	0.301	0.346	0.330	0.311	0.276	0.227	0.379
T4	AVG	-0.501	0.680	-0.866	-0.031	-0.088	1.130	-0.420	0.018
	E.E	0.308	0.307	0.351	0.446	0.340	0.292	0.294	0.380
T6	AVG	0.758	0.002	-0.392	0.706	0.666	-0.188	-0.086	0.414
	E.E	0.474	0.234	0.214	0.423	0.386	0.227	0.150	0.248

Tabla 27. Verbos frecuentes en infinitivo y verbos frecuentes conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS FRECUENTES en Infinitivo				VERBOS FRECUENTES conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.277	0.876	-0.100	-0.855	-0.726	0.781	0.551	-1.203
	E.E	0.633	0.482	0.487	0.560	0.661	0.385	0.576	0.617
F3	AVG	-1.010	1.224	-1.164	-1.259	-1.190	0.626	-0.446	-1.573
	E.E	0.398	0.246	0.463	0.614	0.546	0.336	0.539	0.528
C3	AVG	-1.034	1.368	-1.120	-1.068	-1.215	0.928	-0.654	-1.286
	E.E	0.279	0.324	0.414	0.582	0.432	0.311	0.358	0.510
P3	AVG	-0.306	0.882	-0.430	0.013	-0.921	0.732	-0.275	-0.383
	E.E	0.286	0.240	0.181	0.507	0.291	0.324	0.189	0.418
O1	AVG	0.653	-0.550	1.218	0.219	0.209	-0.670	1.178	0.022
	E.E	0.390	0.446	0.364	0.342	0.408	0.350	0.437	0.370
F7	AVG	-0.654	0.942	-0.437	-0.687	-0.955	0.264	-0.374	-1.053
	E.E	0.472	0.233	0.425	0.504	0.431	0.250	0.383	0.443
T3	AVG	-0.708	0.994	-0.305	-0.149	-0.964	0.454	0.042	-0.594
	E.E	0.313	0.308	0.284	0.268	0.379	0.341	0.301	0.259
T5	AVG	-0.200	-0.119	-0.126	0.326	-0.355	-0.352	0.303	0.434
	E.E	0.146	0.338	0.237	0.382	0.357	0.257	0.278	0.301
F2	AVG	-0.913	0.941	-0.243	-0.535	-1.038	0.659	0.167	-0.794
	E.E	0.443	0.417	0.420	0.610	0.500	0.313	0.526	0.503
F4	AVG	-1.082	1.253	-0.815	-1.338	-1.107	1.016	-0.183	-1.376
	E.E	0.449	0.291	0.431	0.536	0.542	0.443	0.543	0.533
C4	AVG	-0.642	1.428	-0.777	-0.872	-1.047	1.143	-0.379	-0.954
	E.E	0.278	0.321	0.330	0.567	0.267	0.341	0.398	0.437
P4	AVG	-0.050	1.121	-0.190	-0.294	-0.476	0.917	-0.137	-0.359
	E.E	0.302	0.343	0.238	0.530	0.295	0.299	0.307	0.491
O2	AVG	1.638	-0.324	1.274	-0.367	1.303	-0.443	0.663	-0.317
	E.E	0.555	0.463	0.432	0.367	0.413	0.318	0.436	0.298
F8	AVG	-0.965	0.498	-0.616	-0.672	-1.312	0.434	-0.284	-0.147
	E.E	0.354	0.334	0.243	0.405	0.259	0.278	0.343	0.394
T4	AVG	-0.415	0.858	-0.088	0.261	-0.731	0.523	-0.715	0.388
	E.E	0.246	0.205	0.208	0.453	0.192	0.272	0.192	0.347
T6	AVG	0.759	-0.043	0.286	0.503	0.524	-0.233	-0.383	0.730
	E.E	0.386	0.302	0.215	0.323	0.322	0.178	0.187	0.322

Tabla 28. Sustantivos infrecuentes en singular y sustantivos infrecuentes en plural. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		SUSTANTIVOS INFRECIENTES en Singular				SUSTANTIVOS INFRECIENTES en Plural			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG	-0.807	0.998	-0.194	-1.717	-1.811	0.748	-1.070	-2.164
	E.E	0.641	0.288	0.541	0.407	0.505	0.622	0.517	0.721
F3	AVG	-0.622	1.308	-0.875	-2.006	-1.486	1.415	-1.197	-2.032
	E.E	0.471	0.200	0.398	0.429	0.406	0.265	0.402	0.515
C3	AVG	-0.583	1.428	-0.843	-1.494	-1.023	1.421	-1.032	-1.914
	E.E	0.464	0.201	0.317	0.412	0.456	0.247	0.455	0.443
P3	AVG	-0.123	0.932	-0.600	-0.067	-0.339	1.142	-0.423	-1.064
	E.E	0.319	0.236	0.335	0.508	0.606	0.261	0.363	0.380
O1	AVG	0.952	-0.888	1.020	0.327	0.860	-0.751	1.042	-0.170
	E.E	0.433	0.401	0.477	0.424	0.365	0.327	0.385	0.376
F7	AVG	-0.466	1.670	0.403	-1.436	-1.171	0.871	-0.519	-1.679
	E.E	0.481	0.648	0.567	0.316	0.309	0.372	0.435	0.381
T3	AVG	-0.020	0.733	-0.143	-0.921	-0.784	1.004	-0.633	-1.076
	E.E	0.443	0.248	0.216	0.262	0.353	0.255	0.305	0.253
T5	AVG	0.531	-0.564	0.375	0.682	-0.265	-0.451	-0.224	0.054
	E.E	0.419	0.298	0.294	0.394	0.462	0.326	0.251	0.202
F2	AVG	-0.789	0.656	-0.427	-1.492	-1.911	1.048	-0.944	-1.373
	E.E	0.533	0.351	0.383	0.523	0.523	0.506	0.467	0.529
F4	AVG	-0.505	1.595	-0.709	-1.713	-1.043	1.805	-1.156	-1.986
	E.E	0.532	0.253	0.447	0.418	0.420	0.267	0.570	0.501
C4	AVG	-0.542	1.590	-0.651	-1.297	-0.955	1.664	-1.001	-1.746
	E.E	0.455	0.206	0.368	0.458	0.349	0.241	0.485	0.535
P4	AVG	-0.064	1.078	-0.239	-0.276	-0.147	1.228	-0.290	-1.176
	E.E	0.336	0.207	0.386	0.472	0.429	0.246	0.444	0.429
O2	AVG	1.465	-0.677	0.847	-0.280	1.543	-0.551	0.512	-0.935
	E.E	0.573	0.469	0.477	0.271	0.425	0.390	0.342	0.185
F8	AVG	-0.864	0.989	-0.321	-0.958	-1.437	0.635	-1.280	-1.124
	E.E	0.382	0.224	0.385	0.283	0.366	0.195	0.480	0.413
T4	AVG	-0.539	0.945	-0.476	-0.024	-0.441	1.040	-0.762	-0.446
	E.E	0.289	0.155	0.295	0.284	0.328	0.203	0.420	0.303
T6	AVG	0.373	0.032	0.072	0.770	0.445	-0.318	-0.710	0.337
	E.E	0.322	0.238	0.325	0.286	0.183	0.256	0.255	0.305

Tabla 29. Verbos infrecuentes en infinitivo y verbos infrecuentes conjugados. Amplitud (en microvoltios) de cuatro ventanas de latencia. Promedio (AVG) y error estándar (EE) en dieciséis derivaciones.

		VERBOS INFRECIENTES en Infinitivo				VERBOS INFRECIENTES conjugados			
		70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms	70-100 ms	100-200 ms	200-250 ms	250-300 ms
F1	AVG E.E	-1.725 0.588	0.825 0.412	-0.436 0.469	-1.747 0.628	-1.499 0.608	0.893 0.489	-0.538 0.512	-1.321 0.585
F3	AVG E.E	-1.679 0.436	1.156 0.181	-0.636 0.351	-1.296 0.682	-1.118 0.636	0.813 0.310	-1.192 0.451	-1.824 0.582
C3	AVG E.E	-1.309 0.480	1.350 0.168	-0.850 0.321	-0.935 0.707	-1.091 0.716	0.858 0.286	-1.468 0.426	-1.482 0.571
P3	AVG E.E	-0.684 0.802	1.172 0.206	-0.822 0.432	0.178 0.816	0.004 0.706	0.740 0.334	-0.863 0.378	-0.670 0.569
O1	AVG E.E	0.798 0.453	-0.562 0.299	0.854 0.361	0.392 0.294	1.084 0.608	-0.682 0.395	0.910 0.417	-0.117 0.430
F7	AVG E.E	-0.188 0.740	1.428 0.370	-0.138 0.415	-1.123 0.556	-1.551 0.710	0.652 0.314	-0.894 0.669	-1.761 0.467
T3	AVG E.E	-0.823 0.363	0.858 0.171	-0.389 0.222	-0.634 0.356	-0.571 0.582	0.463 0.211	-0.594 0.426	-0.787 0.248
T5	AVG E.E	0.435 0.413	0.056 0.247	0.102 0.406	0.772 0.400	0.664 0.379	-0.234 0.292	-0.188 0.219	0.284 0.272
F2	AVG E.E	-1.498 0.568	0.568 0.457	-0.575 0.488	-1.230 0.706	-1.530 0.548	1.083 0.467	-0.354 0.556	-0.528 0.702
F4	AVG E.E	-1.522 0.298	0.753 0.370	-0.819 0.276	-1.277 0.797	-1.506 0.680	0.324 0.514	-1.834 0.728	-1.971 0.556
C4	AVG E.E	-1.149 0.558	1.091 0.165	-0.730 0.259	-0.985 0.814	-0.724 0.643	1.047 0.249	-1.509 0.465	-1.131 0.537
P4	AVG E.E	-0.759 0.658	0.920 0.211	-0.546 0.374	-0.041 0.877	0.514 0.860	0.811 0.263	-0.976 0.328	-0.595 0.580
O2	AVG E.E	1.465 0.453	-0.747 0.456	0.846 0.464	-0.399 0.333	1.794 0.768	-0.586 0.404	0.795 0.503	-0.483 0.453
F8	AVG E.E	-1.605 0.436	0.332 0.251	-0.926 0.290	-0.908 0.522	-1.060 0.654	0.577 0.300	-0.822 0.429	-0.115 0.460
T4	AVG E.E	-0.579 0.431	0.858 0.291	-0.807 0.320	-0.156 0.426	-0.139 0.429	0.991 0.291	-1.152 0.465	0.663 0.492
T6	AVG E.E	0.620 0.409	-0.039 0.265	0.029 0.278	0.627 0.265	1.095 0.678	-0.322 0.346	-0.903 0.255	0.606 0.232

2. ANALISIS ESTADISTICOS

Se analizó el efecto que las variables experimentales tienen sobre el promedio de la amplitud de cuatro rangos de latencia:

- 1a. Ventana: 70-100ms.
- 2a. Ventana: 100-200 ms.
- 3a. Ventana: 200-250 ms.
- 4a. Ventana: 250-300 ms.

Con los promedios de cada ventana se realizaron tres análisis estadísticos (análisis de la varianza de medidas repetidas):

1. Palabras vs Pseudopalabras.- Donde se probaron los efectos de tres factores:
 - a) Lexicalidad: palabras vs pseudopalabras.
 - b) Lateralidad: hemisferio izquierdo vs hemisferio derecho.
 - c) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4, T5/T6, O1/O2.
2. Pseudopalabras.- Donde se probó el efecto de:
 - a) Forma: pseudopalabras terminadas en vocal vs pseudopalabras terminadas en vocál más 's' vs pseudopalabras terminadas en 'ar', 'er' e 'ir'.
 - b) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4, T5/T6, O1/O2.
3. Palabras.- Donde se probó el efecto de cuatro factores:
 - a) Categoría gramatical: sustantivos vs verbos.
 - b) Frecuencia: palabras frecuentes vs palabras infrecuentes.
 - c) Morfología flexiva: palabras sin flexión (sustantivos en singular, verbos en infinitivo) vs palabras con flexión (sustantivos en plural, verbos conjugados).
 - d) Derivación: F1/F2, F3/F4, F7/F8, C3/C4, T3/T4, P3/P4, T5/T6, O1/O2.

De acuerdo con este esquema de análisis, a continuación se presentan los resultados estadísticos con las siguientes convenciones. En cada caso se proporciona el estadígrafo de los efectos principales y se indica con un asterisco si el resultado fue estadísticamente

significativo ($p < 0.05$). Los valores relacionados con las interacciones se anotan únicamente cuando el resultado fue significativo. El análisis de los efectos simples se realizó sólo cuando el efecto de la interacción fue significativo y, como en el caso anterior, solamente se reportan los resultados significativos. En los análisis de los efectos simples, el nombre del factor cuyo efecto resultó significativo aparece en negritas.

2.1. PRIMERA VENTANA (70-100 milisegundos).

2.1.1. PALABRAS VS PSEUDOPALABRAS (70-100 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Lexicalidad: $F[1,11]=2.598$; $p=0.135$

Lateralidad: $F[1,11]=1.855$; $p=0.200$

Derivación: $F[7,77]=18.466$; $p < 0.000001^*$

Lateralidad X Derivación: $F[7,77]=3.648$; $p=0.002^*$

Lexicalidad X Lateralidad X Derivación: $F[7,77]=2.442$; 0.026^*

EFFECTOS SIMPLES

1. Lateralidad X Derivación.

a) **Lateralidad** X O1/O2: $F[1,11]=6.255$; $p=0.029$

b) **Derivación** X Izquierdo: $F[7,77]=13.687$; $p < 0.00001$

Derivación X Derecho: $F[7,77]=21.703$; $p < 0.00001$

2. Lexicalidad X Lateralidad X Derivación.

a) [Lexicalidad X Lateralidad] X C3/C4: $F[1,11]=7.360$; $p=0.020$

[Lexicalidad X Lateralidad] X P3/P4: $F[1,11]=5.411$; $p=0.040$

i) **Lexicalidad** X [Izquierdo X P3/P4]: $F[1,11]=5.167$; $p=0.044$

[Lexicalidad X Lateralidad] X T5/T6: $F[1,11]=10.495$; $p=0.008$

i) **Lexicalidad** X [Izquierdo X T5/T6]: $F[1,11]=12.552$; $p=0.005$

b) [Lexicalidad X Derivación] X Izquierdo: $F[7,77]=2.503$; $p=0.023$

i) **Lexicalidad** X [P3/P4 X Izquierdo]: $F[1,11]=5.167$; $p=0.044$

ii) **Lexicalidad** X [T5/T6 X Izquierdo]: $F[1,11]=10.495$; $p=0.008$

iii) **Derivación** X [Palabras X Izquierdo]: $F[7,77]=12.744$; $p < 0.00001$

iv) **Derivación** X [No-Palabras X Izquierdo]: $F[7,77]=11.744$; $p < 0.00001$

c) [Lateralidad X Derivación] X Palabras $F[7,77]=5.995$; $p < 0.0001$

i) **Lateralidad** X [O1/O2 X Palabras]: $F[1,11]=7.875$; $p=0.017$

ii) **Lateralidad** X [F7/F8 X Palabras]: $F[1,11]=5.025$; $p=0.040$

iii) **Derivación** X [Izquierdo X Palabras]: $F[7,77]=12.744$; $p < 0.00001$

iv) **Derivación** X [Derecho X Palabras]: $F[7,77]=18.544$; $p < 0.00001$

2.1.2. PSEUDOPALABRAS (70-100 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Forma: $F[2,22]=0.770$; $p=0.475$

Derivación: $F[15,165]=13.282$; $p<0.00001^*$

Forma X Derivación: $F[30,330]=1.504$; $p=0.047^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Forma X Derivación

a) Forma X O1: $F[2,22]=6.793$; $p=0.005$

i) Duncan 0.05: Diferencia entre -VS y -AR/ER/IR

B) Derivación X -V: $F[15,165]=7.692$; $p<0.00001$

Derivación X -VS: $F[15,165]=13.341$; $p<0.00001$

Derivación X -AR/ER/IR: $F[15,165]=7.819$; $p<0.00001$

2.1.3. PALABRAS (70-100 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Categoría: $F[1,11]=0.028$; $p=0.871$

Frecuencia: $F[1,11]=0.075$; $p=0.789$

Morfología: $F[1,11]=0.0427$; $p=0.527$

Derivación: $F[15,165]=15.355$; $p<0.000001^*$

Frecuencia X Derivación: $F[15,165]=1.789$; $p=0.040^*$

Frecuencia X Morfología X Derivación: $F[15,165]=1.790$; $p=0.040^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Frecuencia X Derivación.

a) Frecuencia X O1: $F[1,11]=6.187$; $p=0.030$

Frecuencia X T5: $F[1,11]=9.325$; $p=0.010$

b) Derivación X Frecuentes: $F[15,165]=10.192$; $p<0.00001$

Derivación X Infrecuentes: $F[15,165]=15.285$; $p<0.00001$

2. Frecuencia X Morfología X Derivación.

a) [Frecuencia X Morfología] X F7: $F[1,11]=5.539$; $p=0.038$

i) Frecuencia X [S/Morfología X F7]: $F[1,11]=4.808$; $p=0.051$

b) [Frecuencia X Derivación] X C/Morfología: $F[15,165]=2.490$; $p=0.025$

i) Frecuencia X [P3 X C/Morfología]: $F[1,11]=5.011$; $p=0.047$

ii) Deriv. X [Frecuentes X C/Morfología]: $F[15,165]=8.055$; $p<0.00001$

2.2. SEGUNDA VENTANA (100-200 milisegundos).

2.2.1. PALABRAS VS PSEUDOPALABRAS (100-200 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Lexicalidad: $F[1,11]=1.822$; $p=0.204$

Lateralidad: $F[1,11]=1.652$; $p=0.225$

Derivación: $F[7,77]=15.444$; $p<0.000001^*$

2.2.2. PSEUDOPALABRAS (100-200 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Forma: $F[2,22]=0.853$; $p=0.440$

Derivación: $F[15,165]=10.247$; $p<0.000001^*$

2.2.3. PALABRAS (100-200 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Categoría: $F[1,11]=2.055$; $p=0.178$

Frecuencia: $F[1,11]=0.076$; $p=0.788$

Morfología: $F[1,11]=0.509$; $p=0.490$

Derivación: $F[15,165]=13.043$; $p<0.000001^*$

Categoría X Derivación: $F[15,165]=4.020$; $p=0.000003^*$

Categoría X Frecuencia X Derivación: $F[15,165]=1.887$; $p=0.028^*$

Categoría X Frecuencia X Morfología X Derivación: $F[15,165]=2.776$;
 $p<0.001^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Categoría X Derivación

a) Categoría X F3: $F[1,11]=9.069$; $p=0.012$

Categoría X O1: $F[1,11]=5.031$; $p=0.046$

Categoría X F4: $F[1,11]=9.053$; $p=0.012$

Categoría X F8: $F[1,11]=6.221$; $p=0.030$

b) Derivación X Sustantivos: $F[15,165]=15.878$; $p<0.00001$

Derivación X Verbos: $F[15,165]=8.957$; $p<0.00001$

2. Categoría X Frecuencia X Derivación

a) [Categoría X Frecuencia] X F4: $F[1,11]=4.872$; $p=0.049$

i) Categoría X [Infrecuentes X F4]: $F[1,11]=8.493$; $p=0.014$

[Categoría X Frecuencia] X C4: $F[1,11]=6.050$; $p=0.032$

i) Categoría X [Infrecuentes X C4]: $F[1,11]=14.425$; $p=0.003$

b) [Categoría X Derivación] X Infrecuentes: $F[15,165]=4.081$; $p<0.00001$

- i) **Categoría X** [F3 X Infrecuentes]: $F[1,11]=6.992$; $p=0.023$
- ii) **Categoría X** [C3 X Infrecuentes]: $F[1,11]=5.264$; $p=0.042$
- iii) **Categoría X** [T5 X Infrecuentes]: $F[1,11]=8.315$; $p=0.015$
- iv) **Categoría X** [F4 X Infrecuentes]: $F[1,11]=8.493$; $p=0.015$
- v) **Categoría X** [C4 X Infrecuentes]: $F[1,11]=14.425$; $p=0.003$
- vi) **Categoría X** [F8 X Infrecuentes]: $F[1,11]=7.280$; $p=0.021$
- vii) **Deriv. X** [Sustantivos Infrecuentes]: $F[15,165]=12.813$; $p<0.00001$
- viii) **Deriv. X** [Verbos Infrecuentes]: $F[15,165]=5.808$; $p<0.00001$

3. Categoría X Frecuencia X Morfología X Derivación

- a) [Categoría X Frecuencia X Morfología] X T4: $F[1,11]=5.021$; $p=0.047$
 - i) **Frecuencia X** [Verbos X C/Morfología X T4]: $F[1,11]=9.761$; $p=0.010$
- b) [Categ. X Frecuencia X Deriv.] X C/Morfología: $F[15,165]=2.831$; $p<0.001$
 - i) **Categ. X** [Frecuentes X O1 X C/Morfología]: $F[1,11]=6.291$; $p=0.029$
 - ii) **Categ. X** [Frecuentes X F7 X C/Morfología]: $F[1,11]=6.454$; $p=0.027$
 - iii) **Categ. X** [Frecuentes X F2 X C/Morfolog.]: $F[1,11]=5.198$; $p=0.044$
 - iv) **Categ. X** [Infrecuentes X C3 X C/Morfol.]: $F[1,11]=9.749$; $p=0.010$
 - v) **Categ. X** [Infrecuentes X F4 X C/Morfolog.]: $F[1,11]=7.084$; $p=0.022$
 - vi) **Categ. X** [Infrecuentes X C4 X C/Morfol]: $F[1,11]=10.446$; $p=0.008$
 - vii) **Frecuencia X** [Verbos X T4 X C/Morfolog.]: $F[1,11]=9.761$; $p=0.010$
 - viii) **Der. X** [Susts X Frecs. X C/Morfol]: $F[15,165]=13.753$; $p<0.00001$
 - ix) **Der. X** [Verbos X Frecs. X C/Morfol]: $F[15,165]=8.223$; $p<0.00001$
 - x) **Der X** [Susts X Infrecs. X C/Morfol]: $F[15,165]=8.583$; $p<0.00001$
 - xi) **Der X** [Verbos X Infrecs. X C/Morfol]: $F[15,165]=4.292$; $p<0.00001$
- c) [Categ. X Morfología X Deriv.] X Frecuentes: $F[15,165]=2.780$; $p<0.001$
 - i) **Categ. X** [S/Morfología X F1 X Frecuentes]: $F[1,11]=5.027$; $p=0.047$
 - ii) **Categ. X** [C/Morfología X O1 X Frecuentes]: $F[1,11]=6.291$; $p=0.029$
 - ii) **Categ. X** [C/Morfología X F7 X Frecuentes]: $F[1,11]=6.454$; $p=0.027$
 - iii) **Categ. X** [C/Morfol. X F2 X Frecuentes]: $F[1,11]=5.198$; $p=0.044$
 - iv) **Morfología X** [Susts X F1 X Frecuentes]: $F[1,11]=17.361$; $p=0.002$
 - v) **Morfología X** [Susts X O2 X Frecuentes]: $F[1,11]=8.081$; $p=0.016$
 - vi) **Morfología X** [Verbos X F7 X Frecuentes]: $F[1,11]=4.919$; $p=0.049$
 - vii) **Der. X** [Susts X S/Morf. X Frecs.]: $F[15,165]=7.535$; $p<0.00001$
 - viii) **Der. X** [Sust X C/Morf. X Frecs.]: $F[15,165]=13.753$; $p<0.00001$
 - ix) **Der. X** [Verbos X S/Morfol X Frecs.]: $F[15,165]=6.775$; $p<0.00001$
 - x) **Der. X** [Verbos X C/Morfol X Frecs.]: $F[15,165]=8.223$; $p<0.00001$
- d) [Frecuencia X Morfol. X Deriv.] X Sustantivos: $F[15,165]=3.048$; $p<0.001$
 - i) **Frecuencia X** [S/Morfol. X F1 X Susts.]: $F[1,11]=4.970$; $p=0.050$
 - ii) **Frecuencia X** [S/Morfol. X F4 X Susts.]: $F[1,11]=4.853$; $p=0.050$
 - iii) **Morfología X** [Frecuentes X F1 X Susts]: $F[1,11]=17.361$; $p=0.002$
 - iv) **Morfología X** [Frecuentes X O2 X Susts]: $F[1,11]=8.081$; $p=0.016$

- v) Der. X [Frecuentes X S/Morf. X Susts]: $F[15,165]=7.535$; $p<0.00001$
- vi) Der. X [Frecs. X C/Morf. X Susts]: $F[15,165]=13.753$; $p<0.00001$
- vii) Der. X [Infrecs. X S/Morf. X Susts]: $F[15,165]=9.492$; $p<0.00001$
- viii) Der. X [Infrecs X C/Morf. X Susts]: $F[15,165]=8.583$; $p<0.00001$

2.3. TERCERA VENTANA (200-250 milisegundos).

2.3.1. PALABRAS VS PSEUDOPALABRAS (200-250 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Lexicalidad: $F[1,11]=0.244$; $p=0.630$

Lateralidad: $F[1,11]=0.098$; $p=0.760$

Derivación: $F[7,77]=5.448$; $p<0.0001^*$

Lateralidad X Derivación: $F[7,77]=2.198$; $p=0.043^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Lateralidad X Derivación

a) Derivación X Izquierdo: $F[7,77]=5.782$; $p<0.0001$

Derivación X Derecho: $F[7,77]=4.697$; $p<0.001$

2.3.2. PSEUDOPALABRAS (200-250 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Forma: $F[2,22]=3.810$; $p=0.038^*$

Derivación: $F[15,165]=4.999$; $p<0.000001^*$

2.3.3. PALABRAS (200-250 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Categoría: $F[1,11]=0.005$; $p=0.995$

Frecuencia: $F[1,11]=4.862$; $p=0.049^*$

Morfología: $F[1,11]=0.362$; $p=0.559$

Derivación: $F[15,165]=4.512$; $p<0.000001^*$

Morfología X Derivación: $F[15,165]=1.703$; $p=0.055$

Categoría X Frecuencia X Morfología X Derivación: $F[15,165]=1.914$;
 $p=0.025^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Morfología X Derivación.

a) Morfología X T6: $F[1,11]=10.722$; $p=0.007$

b) Derivación X S/Morfología: $F[15,165]=4.433$; $p<0.00001$

Derivación X C/Morfología: $F[15,165]=4.154$; $p<0.00001$

2. Categoría X Frecuencia X Morfología X Derivación

- a) [Categoría X Frecuencia X Morfología] X T6: $F[1,11]=6.485$; $p=0.027$
 - i) Categoría X [Frecuentes X S/Morf. X T6]: $F[1,11]=8.146$; $p=0.016$
 - ii) Frecuencia X [Sustantivos X C/Morf. X T6]: $F[1,11]=5.584$; $p=0.038$
 - iii) Morfología X [Susts. X Infrecs. X T6]: $F[1,11]=5.219$; $p=0.043$
 - iv) Morfología X [Verbos Frecuentes X T6]: $F[1,11]=11.149$; $p=0.007$
- b) [Categ. X Morfología X Deriv.] X Frecuentes: $F[15,165]=1.831$; $p<0.034$
 - i) Categoría X [S/Morfolog. X T4 X Frecs.]: $F[1,11]=8.146$; $p=0.016$
 - ii) Categoría X [S/Morf. X T6 X Frecs.]: $F[1,11]=6.652$; $p=0.0037$
 - iii) Morfología X [Susts. X F2 X Frecuentes]: $F[1,11]=5.205$; $p=0.043$
 - iv) Morfología X [Verbos. X O2 X Frecuentes]: $F[1,11]=7.181$; $p=0.021$
 - v) Morfología X [Verbos. X T4 X Frecuentes]: $F[1,11]=8.101$; $p=0.016$
 - vi) Morfología X [Verbos. X T6 X Frecuentes]: $F[1,11]=11.149$; $p=0.007$
 - vii) Derivación X [Sust. X S/Morf. X Frecs.]: $F[15,165]=2.350$; $p=0.004$
 - viii) Derivación X [Sust X C/Morf X Frecs]: $F[15,165]=3.722$; $p<0.0001$
 - ix) Derivación X [Verb X S/Morf X Frecs]: $F[15,165]=4.589$; $p<0.000001$
 - x) Derivación X [Verbos X C/Morf. X Frecs]: $F[15,165]=2.350$; $p=0.004$

2.4. CUARTA VENTANA (250-300 milisegundos).

2.4.1. PALABRAS VS PSEUDOPALABRAS (250-300 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Lexicalidad: $F[1,11]=1.786$; $p=0.208$

Lateralidad: $F[1,11]=1.052$; $p=0.327$

Derivación: $F[7,77]=7.430$; $p<0.00001*$

Lateralidad X Derivación: $F[7,77]$; $p<0.0001*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Lateralidad X Derivación

a) Lateralidad X F1/F2: $F[1,11]=6.314$; $p=0.029$

Lateralidad X F7/F8: $F[1,11]=6.277$; $p=0.029$

Lateralidad X T3/T4: $F[1,11]=6.584$; $p=0.026$

b) Derivación X Izquierdo: $F[7,77]=8.397$; $p<0.00001$

Derivación X Derecho: $F[7,77]=6.045$; $p<0.00001$

2.4.2. PSEUDOPALABRAS (250-300 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Forma: $F[2,22]=0.052$; $p=0.950$

Derivación: $F[15,165]=6.362$; $p<0.000001*$

2.4.3. PALABRAS (250-300 ms).

EFFECTOS PRINCIPALES

Categoría: $F[1,11]=1.399$; $p=0.261$

Frecuencia: $F[1,11]=4.765$; $p=0.052$

Morfología: $F[1,11]=1.045$; $p=0.328647$

Derivación: $F[15,165]=6.457$; $p<0.000001^*$

Morfología X Derivación: $F[15,165]=3.123$; $p<0.001^*$

Categoría X Morfología X Derivación: $F[15,165]=2.162$; $p=0.009^*$

EFFECTOS SIMPLES

1. Morfología X Derivación

a) Morfología X P3: $F[1,11]=5.388$; $p=0.040$

b) Derivación X S/Morfología: $F[15,165]=7.022$; $p<0.000001$

Derivación X C/Morfología: $F[15,165]=5.415$; $p<0.000001$

2. Categoría X Morfología X Derivación

a) [Categoría X Morfología] X O2: $F[1,11]=4.785$; $p=0.051$

i) Morfología X [Sustantivos X O2]: $F[1,11]=5.990$; $p=0.032$

b) [Morfología X Derivación] X Sustantivos: $F[15,165]=3.114$; $p<0.001$

i) Morfología X [P3 X Sustantivos]: $F[1,11]=5.366$; $p=0.041$

ii) Morfología X [P4 X Sustantivos]: $F[1,11]=6.908$; $p=0.023$

iii) Morfología X [O2 X Sustantivos]: $F[1,11]=5.990$; $p=0.032$

iv) Derivación X [S/Morfología X Susts.]: $F[1,11]=9.261$; $p<0.000001$

v) Derivación X [C/Morfología X Susts.]: $F[1,11]=5.023$; $p<0.000001$

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, M.J. (1979). "Models of word recognition". Cognitive Psychology. 11, 133-176.
- Ahissar, E., E. Vaadia, M. Ahissar, M. Bergman, H. Arieli, y M. Abeles (1992). "Dependence of cortical plasticity on correlated activity of single neurons and on behavior context". Science. 257, 1412-1415.
- Alexander, M.P., M.A. Naeser y C. Palumbo (1990). "Broca's area aphasia: aphasia after lesions including the frontal operculum". Neurology. 40, 353-362.
- Allport, D.A. y E. Funnell (1981). "Components of the mental lexicon". Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B. 295, 397-410.
- Anderson, S. (1982). "Where's morphology?" Linguistic Inquiry. 13, 571-612.
- Ardila, A. (1991). "Errors resembling semantic paralexias in Spanish-speaking aphasics". Brain and Language. 41, 437-445.
- Arguin, M. y D.N. Bub (1993). "Single-character processing in a case of pure alexia". Neuropsychologia. 31, 435-458.
- Aronoff, S. (1976). Word formation in generative grammar. Cambridge, Mss: MIT Press.
- Assal, G. y J. Buttet. (1973). "Troubles du schema corporel lors des atteintes hemispheriques gauches". Praxis. 62, 172-179.
- Avila, R. (1971). "Sobre un cuestionario para el estudio lingüístico de las afasias". Acta Audiológica y Foniátrica Hispanoamericana. 7, 61-72.
- Avila, R. (1977). "Afasia, selección, combinación, signos y fonemas". Nueva Revista de Filología Hispánica. 26, 276-285.
- Basso, A., E. Capitani y M. Laiacina (1988). "Progressive language impairment without dementia: a case with isolated category specific semantic defect". Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 51, 1201-1207.
- Bastian, H.C. (1869). "On the various forms of loss of speech in cerebral disease". Brit. For. Med. Chir. Rev. 43, 209-236.
- Baxter, D.M. y E.K. Warrington (1985). "Categoric specific phonological dysgraphia". Neuropsychologia. 23, 653-666.

- Beauvois, M.F. (1982). "Optic aphasia: a process of interaction between vision and language". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B. 298, 35-47.
- Beauvois, M.F. y J. Dérouesné (1979). "Phonological alexia: Three dissociations". Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 42, 1115-1124.
- Beauvois, M.F., B. Saillant, V. Meininger y F. Lhermitte (1978). "Bilateral tactile aphasia: a tacto-verbal dysfunction". Brain. 101, 381-401.
- Behrmann, M., S.E. Black y D. Bub (1990). "The evolution of pure alexia: A longitudinal study of recovery". Brain and Language. 39, 405-427.
- Benveniste, E. (1978a). "Categorías de pensamiento y categorías de lengua". En Problemas de lingüística general I. México: Siglo XXI.
- Benveniste, E. (1978b). "Los niveles de análisis lingüístico". En Problemas de lingüística general I. México: Siglo XXI.
- Besner, D. y J.C. Johnston (1989). "Reading and the mental lexicon: on the uptake of visual information". En W. Marslen-Wilson (ed.). Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 291-316.
- Binder, J.R. y J.P. Mohr (1992). "The topography of callosal reading pathways". Brain. 115, 1807-1826.
- Blackwell, A. y E. Bates (1995). "Inducing agrammatic profiles in normals: Evidence for the selective vulnerability of morphology under cognitive resource limitation". Journal of Cognitive Neuroscience. 7, 228-257.
- Blumstein, S. (1973). A phonological investigation of aphasic speech. The Hague: Mouton.
- Bradley, D. (1980). "Lexical representation of derivational relation". En M. Aronoff y M.L. Kean (eds.). Juncture. Saratoga, Ca: Anna Libri. 37-55.
- Bradley, D., M. Garret y E. Zurif, (1980). "Syntactic deficits in Broca's aphasia". En D. Caplan (ed.). Biological studies of mental processes. Cambridge, Mss: MIT Press. 269-286.
- Braitenberg, V. y F. Pulvermüller (1992). "Entwurf einer neurologischen theorie der sprache". Naturwissenschaften. 79, 103-117.
- Branch, H. (1991). "Read but not write 'Idea': Evidence for a third reading mechanism". Brain and Language. 40, 425-443.

- Broadbent, D.E. (1967). "Word frequency effect and response bias". Psychological Review. 74, 1-15.
- Broca, P. (1861). "Remarques sur le siège de la faculté de la parole articulée, suivies d'une observation d'aphémie (perte de parole)". Bulletin de la Société d'Anatomie. 36, 330-357.
- Broca, P. (1865). Sur le siège de la faculté du langage articulé". Bulletin d'Anthropologie. 6, 377-393.
- Brown, W. y J.Y. Marsh (1973). "Contextual meaning effects on speech-evoked potentials". Behavioral Biology. 9, 755-761.
- Brown, W.S. y D. Lehmann (1979). "Verb and noun meaning of homophone words activate different cortical generators: A topographical study of evoked potential fields". Experimental Brain Research. Suppl 2, 159-168.
- Brown, W.S., D. Lehmann y J.T. Marsh (1980). "Linguistic meaning related differences in evoked potential topography: English, Swiss-German and imagined". Brain and Language. 11, 340-353.
- Bub, D.N. y M. Arguin (1995). "Visual word activation in pure alexia". Brain and Language. 49, 77-103.
- Bub, D., S.E. Black y J. Howell (1989). "Word recognition and orthographic context effects in a letter-by-letter reader". Brain and Language. 36, 357-376.
- Buchsbaum, M. y P. Fedio (1969). "Visual information and evoked responses from the left and right hemispheres". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 26, 266-272.
- Caffarra, P. (1987). "Alexia without agraphia or hemianopia". European Neurology. 27, 65-71.
- Caplan, D. (1987). Neurolinguistics and linguistic aphasiology. New York: Cambridge University Press.
- Caplan, D. (1992). Language: structure, processing, and disorders. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Caplan, D. y N. Hildebrandt (1988). Disorders of syntactic comprehension. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Caramazza, A. (1984). "The logic of neuropsychological research and the problem of patient classification in aphasia". Brain and Language. 21, 9-20.
- Caramazza, A. (1992). "Is cognitive neuropsychology possible?" Journal of Cognitive Neuroscience. 4, 80-95.

- Caramazza, A. y A.E. Hillis (1991). "Lexical organization of nouns and verbs in the brain". Nature. 349, 788-790.
- Caramazza, A. y E. Zurif (1976). "Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: evidence from aphasia". Brain and Language. 3, 572-582.
- Caramazza, A., A. Laudanna y C. Romani (1988). "Lexical access and inflectional morphology". Cognition. 28, 297-332.
- Chapman, R. M., J. W. McCrary, J. A. Chapman y H. R. Bragdon (1978). "Brain responses related to semantic meaning". Brain and Language. 5, 192-205.
- Chiat, S. y E.V. Jones (1988). "Processing language breakdown". En M.J. Ball (ed.). Theoretical linguistics and disordered language. Beckenham: Croom Helm. 28-46.
- Chodorow, M.S. (1979). "Time-compressed speech and the study of lexical and syntactic processing". En W.W. Cooper y E.C.T. Walker (eds.). Sentence processing: Psycholinguistic studies presented to Merrill Garret. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum. 1979. 87-112.
- Cohn, R. (1971). "Differential cerebral processing of noise and verbal stimuli". Science. 172, 599-601.
- Coltheart, M., K. E. Patterson y J. C. Marshall (eds.) (1980). Deep Dyslexia. London: Routledge and Kegan Paul.
- Compton, P., P. Grossenbacher, M.I. Posner y D.M. Tucker (1991). "A cognitive-anatomical approach to attention in lexical access". Journal of Cognitive Neuroscience. 3, 304-312.
- Corbetta, M., F.M. Miezin, P.T. Fox, S.M. Dobmeyer y S.E. Petersen (1990). "Right infero-temporal cortex PET activation during object recognition tasks in human". Society for Neuroscience Abstracts. 260, 10.
- Coslett H.B. y E.M. Saffram (1989). "Evidence for preserved reading in «pure alexia»". Brain. 112, 327-359.
- Damasio, A.R. y D. Tranel (1993). "Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems". Proceedings of the National Academy of Sciences. 90, 4957-4960.
- Damasio, A.R., H. Damasio, D. Tranel y J.P. Brandt (1990). "Neural regionalization of knowledge access: Preliminary evidence". En Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. Vol. LV: The Brain. Nueva York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

- Daniele, A., L. Giustolisi, M.C. Silveri, C. Colosimo y G. Gainotti (1994). "Evidence for a possible neuroanatomical basis for lexical processing of nouns and verbs". Neuropsychologia. 32, 1325-1341.
- Davis, P.A. (1939). "Effects of acoustic stimuli on the waking human brain". Journal of Neurophysiology. 2, 494.
- Dawson, G.D. (1947). "Cerebral responses to electrical stimulation of peripheral nerve in man". Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 10, 134.
- De Bleser, R. y C. Luzzatti (1994). "Morphological processing in Italian agrammatic speakers syntactic implementation of inflectional morphology". Brain and Language. 46, 21-40.
- Dehaene, S. (1995). "Electrophysiological evidence for category-specific word processing in the normal human brain". NeuroReport. 6, 2153-2157.
- Dehaene, S. (1996). "The organization of brain activation in number comparison: Event-related potentials and the additive-factors method". Journal of Cognitive Neuroscience. 8, 47-68.
- Déjérine, J.J. (1892). "Contribution a l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale". Mémoires Société Biologique. 4, 61-90.
- Dennis, M. (1976). "Dissociated naming and locating of body parts after left anterior temporal lobe resection: an experimental case study". Brain and Language. 3, 147-163.
- DeRenzi, E y G. Scotti. (1970). "Autopagnosia: fiction or reality?". Archives of Neurology. 23, 221-227.
- DeWitt, L.D., A.J. Grek, F.S. Buonanno, D.N. Levine y J.P. Kistler (1985). "MRI and the study of aphasia". Neurology. 35, 861-865.
- Dromi, E. (1987). Early lexical development. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eling, P. (1986). "Recognition of derivations in Broca's aphasics". Brain and Language. 28, 346-356.
- Ertl, J. y E.W.P. Schafer (1967). "Erratum". Life Sciences. 8, 559.
- Faust, M., S. Kravetz y H. Babkoff (1993). "Hemisphericity and top-down processing of language". Brain and Language. 44, 1-18.
- Ferreres, A. y G. Miravalles (1995). "The production of semantic paralexias in a Spanish-speaking aphasic". Brain and Language. 49, 153-172.

- Fidelholtz, J.L. (1975). "Word frequency and vowel reduction in English". En R.E. Grossman, L. James y T. Vance (eds.). Papers from the Eleventh Regional Meeting. Chicago Linguistic Society. 200-213.
- Fodor, J.A. (1983). The modulariry of mind. Cambridge, Mss: MIT Press.
- Forster, K.I. (1978). "Accesssing the mental lexicon". En E. Walker (ed.). Explorations in the biology of language. Montgomery, VT: Bradford Books. 139-174.
- Forster, K.I (1979). "Levels of processing and the structure of the language processor". En W.W. Cooper y E.C.T. Walker (eds.). Sentence processing: Psycholinguistic studies presented to Merril Garret. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum. 1979. 27-85.
- Forster, K.I. (1992), "Basical issues in lexical processing". En W. Marslen-Wilson (ed.), Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 75-107.
- Forster, K.I. y C. Davis (1984). "Repetition priming and frequency attenuation in lexical access". Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition. 10, 680-698.
- Franklin, S. (1989). "Dissociations in auditory word comprehension: evidence from nine fluent aphasic patients". Aphasiology. 3, 189-207.
- Freud, S. (1891). On aphasia. New York: International Universities Press. 1953.
- Friederici, A.D., J.M.I. Wessels, K. Emmorey y U. Bellugi (1992). "Sensitivity to inflectional morphology in aphasia: A real-time processing perspective". Brain and Language. 43, 747-763.
- Gall, F.G. y H. Spurzheim (1810). Anatomie et physiologie du système nerveau en general et du cerveaux en particulier. París.
- Garret, M.F. (1990). "Percepción de palabras y oraciones". En F. Valle, F. Cuetos, J.M. Igoa y S. del Viso (eds.). Lecturas de psicolingüística. 1. Comprensión y producción del lenguaje. Madrid: Alianza Editorial. 139-154.
- Gazzaniga, M.S. (1970). The bisected brain. New York: Appleton.
- Gazzaniga, M.S. (1983). "Right hemisphere language following brain bisection: a 20-year perspective". American Psychologist. 38, 525-549.

- Gerratt, B.R. y D.R. Jones (1987). "Aphasic performance on a lexical decision task: Multiple meanings and word frequency". Brain and Language. 30, 106-115.
- Geschwind, N. (1963). "Carl Wernicke, the Breslau School and the history of aphasia". En E. Carterette (ed.). UCLA Simposia in the medical sciences. Los Angeles: University of California Press. 1-16.
- Geschwind, N. (1964). "The paradoxical position of Kurt Goldstein in the history of aphasia". Cortex. 1, 214-224.
- Geschwind, N. (1965). "Disconnection syndromes in animals and man". Brain. 88, 237-294, 585-644.
- Geschwind, N. (1984). "Neural mechanisms, aphasia, and theories of language". En D. Caplan, A. Roch Lecours y A. Smith (eds.). Biological perspectives on language. Cambridge MA: MIT Press. 31-39.
- Goldstein, K. (1948). Language and language disturbances. New York: Grune & Stratton.
- Goodall, G. (1984). "Morphological complexity and cerebral lateralization". Neuropsychologia. 22, 375-380.
- Goodglass, H. y C. Budin (1988). "Category and modality specific dissociations in word comprehension and concurrent phonological dyslexia". Neuropsychologia. 26, 67-78.
- Goodglass, H., B. Klein, P. Carey y K.J. Jones (1966). "Specific semantic word categories in aphasia". Cortex. 2, 74-89.
- Goodin, D. S., M. J. Aminoff y S. L. Shefrin (1990). "Organization of sensory discrimination and response selection in choice and nonchoice conditions: a study using cerebral evoked potentials in normal humans". Journal of Neurophysiology. 64, 1270-1281.
- Grainger, J. y J. Segui (1990). "Estructura y funcionamiento del léxico mental". Revista Argentina de Lingüística. 6, 23-38
- Greenberg, J.H. (1968). Universals of language. Cambridge, Mss: MIT Press.
- Gustaffson, B., H. Wigström, W.C. Abraham y Y.Y. Huang (1987). "Long term potentiation in the hippocampus using depolarizing current pulses as the conditioning stimulus to single volley synaptic potentials". Journal of Neuroscience. 7, 774-780.
- Hall, C.J. (1992). Morphology and mind: A Unified approach to explanation in linguistics. Londres y Nueva York: Routledge.

- Hallyday, A.M. (1980). "Evoked brain potentials: How far have we come since 1875?" En C. Barber (ed.). Evoked potentials. Proceedings of an international evoked potentials symposium held in Nottingham, England. Baltimore: University Park Press. 3-18.
- Hart, J., R.S. Berndt y A. Caramazza (1985). "Category-specific naming deficit following cerebral infarction". Nature. 316, 439-440.
- Head, H. (1926). Aprasia and kindred disorders of speech. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hebb, D.O. (1949). The organization of behavior. A neuropsychological theory. New York: John Wiley.
- Henderson, L. (1982). Orthography and word recognition in reading. New York: Academic Press.
- Hernandez, S., A. Nieto y J. Barroso (1992). "Hemispheric specialization for word classes with visual presentations and lexical decision task". Brain and Cognition. 20, 399-408.
- Hernández-Peón, R. (1960). "Neurophysiological correlates of habituation and other manifestations of plastic inhibition (internal inhibition)". Electroencephalography and clinical Neurophysiology, Suppl. 13, 101-114.
- Hernández-Peón, R., C. Guzmán-Flores, C.M. Alcaraz y A. Fernández-Guardiola (1958). "Habituation in the visual pathway". Acta Neurologica Latina. 4, 121-129.
- Hjelmlev, L. (1970). Prolegómenos a una teoría del lenguaje. Madrid: Gredos. 1970. [1a. ed. en danés, 1943].
- Hopper, P. y S.A. Thompson (1984). "Lexical categories in universal grammar". Language. 60, 703-752.
- Howard, D., K. Patterson, R. Wise, W. Douglas Brown, K. Friston, C. Weiller y R. Frackowiak (1992). "The cortical localization of the lexicons". Brain. 115, 1769-1782.
- Hurford, H.R. (1977). "The significance of linguistic generalizations". Language. 53, 574-620.
- Iacoboni, M. y E. Zaidel (1996). "Hemispheric independence in word recognition: Evidence from unilateral and bilateral presentations". Brain and Language. 53, 21-140.
- Jackson, J.H. (1878). "On affections of speech from disease of the brain". Brain. 1, 304-320.

- Jackson, S.A. y C. Barber (1980). "The effect of temporal stimulus parameters upon the VEP". En: C. Barber (ed). Evoked Potentials. Baltimore: University Park Press. 175-182.
- Jaeger, J.J., A.H. Lockwood, D.L. Kemmerer, R. D. Van Valin, B.W. Murphy y H.G. Khalak (1996). "A positron emission tomographic study of regular and irregular verb morphology in English". Language. 72, 451-497.
- Jakobson, R. (1939). "The sound laws of child language and their place in general phonology". En R. Jakobson. Studies on child language and aphasia. The Hague: Mouton. 1971. 7-20.
- Jakobson, R. (1953). "Aphasia as a linguistic topic". En En R. Jakobson. Studies on child language and aphasia. The Hague: Mouton. 1971. 37-48.
- Jakobson, R. (1954). "Two aspects of language and two types of aphasic disturbances". En R. Jakobson. Studies on child language and aphasia. The Hague: Mouton. 1971. 49-74.
- Jakobson, R. (1962). "Linguistic types of aphasia". En R. Jakobson. Studies on child language and aphasia. The Hague: Mouton. 1971. 95-125.
- Jakobson, R. (1963). "Toward a linguistic typology of aphasic impairments". En R. Jakobson. Studies on child language and aphasia. The Hague: Mouton. 1971. 75-94.
- Jarema, G. y E. Kehayia (1992). "Impairment of inflectional morphology and lexical storage". Brain and Language. 43, 541-564.
- Jasper, H. (1958). "Report to the Committee on Methods on Clinical Examination in Electroencephalography. Appendix: The Ten-Twenty System of the International Federation". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 10, 371-375.
- Kapur, S., R. Rose, P.F. Liddle, R.B. Zipursky, G.M. Brown, D. Stuss, S. Houle y E. Tulving (1994). "The role of the left prefrontal cortex: semantic processing or willed action?". NeuroReport. 5, 2193-2196.
- Kean, M. L. (1978). "The linguistic interpretation of aphasic syndromes". En E. Walker (ed.). Explorations in the biology of language. Montgomery, VT: Bradford Books. 67-138.
- Kean, M. L. (1981). "Explanation in neurolinguistics". En N. Hornstein & D. Lightfoot (eds.). Explanation in linguistics: The logical problem of language acquisition. London: Longman. 174-208.

- Kempey, M. y J. Morton (1982). "The effects of priming with regularly and irregularly related words in auditory word recognition". British Journal of Psychology. 73, 441-454.
- Kleist, K. (1934). Gehirnpathologie. Leipzig: Barth.
- Koenig, T. y D. Lehmann (1996). "Microstates in language-related brain potential maps show noun-verb differences". Brain and Language. 53, 169-182.
- Kosslyn, S.M. y J.M. Intriligator (1992). "Is cognitive neuropsychology plausible? The perils of sitting on a one-legged stool". Journal of Cognitive Neuroscience. 4, 96-106.
- Kounios, J. y P.J. Holcomb (1994). "Concreteness effects in semantic priming: ERP evidence supporting dual-coding theory". Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition. 20, 884-823.
- Kutas, M. y S.A. Hillyard (1980). "Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity". Science. 207, 203-205.
- Kutas, M., G. McCarthy y E. Donchin (1977). "Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time". Science. 197, 792-795.
- Langacker, R. W. (1987). "Nouns and verbs". Language. 63, 53-94.
- Lara, L.F. (1993). "Los límites del formalismo en lingüística". Lexis. XVII, 193-217.
- Lara, L.F. (1997). "Por una nueva teoría del signo". En R. Barriga Villanueva y P.M. Butragueño (eds.). Varia lingüística y literaria. 50 años del CELL. I. Lingüística. México: El Colegio de México. 211-222
- Lara, L.F., R. Ham y M. García (1979). Investigaciones lingüísticas en lexicografía. México: El Colegio de México.
- Lenneberg, E. H. (1985). Fundamentos biológicos del lenguaje. Madrid: Alianza Editorial.
- Lesser, R. y L. Milroy (1993). Linguistics and aphasia: psycholinguistic and pragmatic aspects of intervention. Londres: Longman.
- Lichtheim, L. (1885). "On aphasia". Brain. 7, 433-484.
- Liepmann, H. (1900). "Des Krankheitsbild der Apraxie ('motorischen asymbolie')". Monatsschr. Psychiatr. Neurol. Bd VIII, 182-197.
- Loomis, A.L., E.N. Harvey y G.A. Hobart (1938). "Distribution of disturbance-patterns in the human electroencephalogram with special reference to sleep". Journal of Neurophysiology. 1, 413.

- Lukatela, G., B. Gligorijevic, A. Kostic y M. Turvey (1980). "Representation of inflected nouns in the internal lexicon". Memory and Cognition. 8, 415-423.
- Luria, A.R. (1970). Traumatic aphasia. The Hague: Mouton
- Luria, A.R. (1980). Fundamentos de neurolingüística. Barcelona: Toray-Masson.
- Luria, A.R. (1986). Las funciones corticales superiores del hombre. México: Fontamara.
- Lutzenberger, W., F. Pulvermuller y N. Birbaumer (1994). "Words and pseudowords elicit distinct patterns of 30-Hz EEG responses in humans". Neuroscience Letters. 176, 115-118.
- Lyons, J. (1966). "Towards a 'notional' theory of the 'parts of speech'". Journal of Linguistics. 2, 209-236.
- MacKay, D.G. (1978). "Derivational rules and the internal lexicon". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 17, 61-71.
- Marcos, J. (1992). "Evidencia neurofisiológica de los procesos de categorización léxica y acceso al significado". En Rebeca Barriga Villanueva y Josefina García Fajardo (eds.). Reflexiones lingüísticas y literarias Volumen I Lingüística. México: El Colegio de México. 165-172.
- Marcos, J., R. Martínez Casas, N. Albor y P. Reygadas (1994). "Reconocimiento de palabras y categorías léxicas en español". Revista Latinoamericana de Pensamiento y Lenguaje. 2, 27-38.
- Marie, P. (1906a). "Révision de la question de l'aphasie: la troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage". Semaine Medicale. 26, 241-247.
- Marie, P. (1906b). Révision de la question de l'aphasie: l'aphasie de 1861 à 1866. Essai de critique historique sur le genèse de la doctrine de Broca". Semaine Medicale. 26, 565-571.
- Marshall, J.C. y F. Newcombe (1966). "Syntactic and semantic errors in paralexia". Neuropsychologia, 4, 175-199.
- Marshall, J.C. y F. Newcombe (1973). "Patterns of paralexia: a psycholinguistic approach". Journal of Psycholinguistic Research. 2, 175-199.
- Marslen-Wilson, W. (1992). "Access and integration: Projecting sound onto meaning". En W. Marslen-Wilson (ed.), Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 3-24.

- Marslen-Wilson, W. y P. Warren (1994). "Levels of perceptual representation and process in lexical access: Words, phonemes, and features". Psychological Review. 101, 653-675.
- Marslen-Wilson, W., L.K. Tyler, R. Waksler y L. Older (1994). "Morphology and Meaning in the English Mental Lexicon". Psychological Review. 101, 3-33.
- Martin, N. y E.M. Saffran (1992). "A computational account of deep dysphasia: evidence from a single case study". Brain and Language. 43, 240-274.
- Matthews, P. H. (1972). Inflectional Morphology. Cambridge: Cambridge University Press.
- McCann, R.S., D. Besner y E. Davelaar (1988). "Word recognition and identification: Do word frequency effects reflect lexical access?" Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 14, 693-706.
- McCarthy, G. y E. Donchin (1981). "A metric for thought: A comparison of P300 latency and reaction time". Science. 211, 77-80.
- McCarthy, R.A. y E.K. Warrington (1985). "Category-specificity in an agrammatic patient: The relative impairment of verb retrieval and comprehension". Neuropsychologia. 23, 709-727.
- McCarthy, R.A. y E.K. Warrington (1986). "Phonological reading: phenomena and paradoxes". Cortex. 22, 359-380.
- McCarthy, R.A. y E.K. Warrington (1988). "Evidence for modality-specific meaning systems in the brain". Nature. 334, 428-430.
- McCarthy, R.A. y E.K. Warrington (1990). Cognitive neuropsychology. A Clinical Introduction. San Diego, California: Academic Press.
- McClelland, J.L. (1976). "Preliminary letter identification in perception of words and letters". Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2, 80-91.
- McClelland, J.L. y J.L. Elman (1986). "The TRACE model of speech perception". Cognitive Psychology. 18, 1-86.
- McClelland, J.L. y D.E. Rumelhart ((1981). "An interactive activation model of context effects in letter perception: Part I. An account of basic findings". Psychological Review. 88, 375-407.
- McKenna, P. y E.K. Warrington (1978). "Category-specific naming preservation: a single case study". Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 41, 571-574.

- Miceli, G. (1994). "Morphological errors and the representation of morphology in the lexical-semantic system". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B. 346, 79-87.
- Miceli, G. y A. Caramazza (1988). "Dissociation of inflectional and derivational morphology". Brain and Language. 35, 24-65.
- Miceli, G., M.C. Silveri, G. Villa y A. Caramazza. (1984). "On the basis for the agrammatics' difficulty in producing main verbs". Cortex. 20, 207-220.
- Miceli, G., M.C. Silveri, U. Nocentini y A. Caramazza (1988). "Patterns of dissociation in comprehension and production of nouns and verbs". Aphasiology. 2, 351-388.
- Miceli, G., L. Giustolisi y A. Caramazza (1991). "The interaction of lexical and non-lexical processing mechanisms: evidence from anomia". Cortex. 25, 57-80
- Miceli, G., R. Capasso y A. Caramazza (1994). "The interaction of lexical and sublexical process in reading, writing and repetition". Neuropsychologia. 32, 317-333.
- Milner, P.M. (1996). "Neural representations: some old problems revisited". Journal of Cognitive Neuroscience. 8, 69-77.
- Mohr, J.P., M.S. Pessin, S. Finkelstein, H. Funkenstein, G.W. Duncan y K.R. Davis (1978). "Broca aphasia: pathologica and clinic". Neurology. 28, 311-324.
- Mohr, B., F. Pulvermuller y E. Zaidel (1994). "Lexical Decision After Left, Right and Bilateral Presentation of Function Words, Content Words and Non-Words: Evidence for Interhemispheric Interaction". Neuropsychologia. 32, 105-124.
- Monsell, S., M.C. Doyle y P.N. Haggard (1989). "Effects of frequency on visual word recognition tasks: Where are they?" Journal of Experimental Psychology: General. 118, 43-71.
- Morton, J. (1969). "Interaction of information in word recognition". Psychological Review. 76, 165-178.
- Morton, J. (1990). "Reconocimiento de palabras". En F. Valle, F. Cueto, J.M. Igoa y S. del Viso (eds.). Lecturas de psicolingüística. 1. Comprensión y producción del lenguaje. Madrid: Alianza Editorial. 99-138.

- Murdoch, B.E., R.J. Afford, A.R. Ling y B. Ganguley (1986). "Acute computerized tomographic scans: Their value in the localization of lesions and prognostic indicators in aphasia". Journal of Communicative Disorders. 19, 311-345.
- Myerson, R. y H. Goodglass (1972). "Transformational grammar of three agrammatic patients". Language and Speech. 15, 40-50.
- Nadeau, S.E., y L.J. Gonzalez Rothi (1992). "Morphologic agrammatism following a right hemisphere stroke in a dextral patient". Brain and Language. 43, 642-667.
- Naeser, M.A., C.L. Palumbo, N. Helm-Estabrooks, D. Stiassny-Eder y M.L. Albert (1989). "Severe nonfluency in aphasia. Role of the medial subcallosal fasciculus and other white matter pathways in recovery of spontaneous speech". Brain. 112, 1-38.
- Nespoulous, J.L. y A.R. Lecours (1984). "Clinical description of aphasia: linguistic aspects". En En D. Caplan, A. Roch Lecours y A. Smith (eds.). Biological perspectives on language. Cambridge MA: MIT Press. 141-157.
- Neville, H.J., D.L. Mills y D.S. Lawson (1991a). "Fractionating language: different neural subsystems with different sensitive periods". Cerebral Cortex. 2, 157-200.
- Neville, H., J.L. Nicol, A. Barss, K.I. Forster y M.F. Garret (1991b). "Syntactically based sentence processing classes: evidence from event-related brain potentials". Journal of Cognitive Neuroscience. 3, 151-165.
- Norris, D. (1984). "The effects of frequency, repetition and stimulus quality in visual word recognition". Quarterly Journal of Experimental Psychology. 36A, 507-518.
- Norris, D. (1990). "Sintaxis, semántica y oraciones ambiguas". En F. Valle, F. Cuetos, J.M. Igoa y S. del Viso (eds.). Lecturas de psicolingüística. 1. Comprensión y producción del lenguaje. Madrid: Alianza Editorial. 211-228.
- Ogden, J. (1985). "Autopagnosia". Brain. 108, 1009-1022.
- Osterhout, L. y P.J. Holcomb (1992). "Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly". Journal of Memory and Language. 31, 785-806.

- Ostrosky, F., C. Rigalt, M. Pérez, F. Cruz, J. Marcos y A. Ardila (1994). "Event-related potentials during comprehension of syntax". Society for Neuroscience Abstracts. Volume 20, Part 2, 1001.
- Ostrosky, F., C. Rigalt, M. Pérez y J. Marcos (1996). "Brain potentials and syntactic comprehension: Effects of thematic role order". Brain and Cognition. 30, 297-300.
- Patterson, K. (1982). "The relation between reading and phonological coding: further neuropsychological observations". En A. W. Ellis (ed.). Normality and Pathology in Cognitive Functions. London: Academic Press. 77-111.
- Patterson, K. y J. Kay (1982). "Letter-by-letter reading: Psychological descriptions of a neurological syndrome". Quarterly Journal of Experimental Psychology. 34, 411-442.
- Patterson, K., J.C. Marshall y M. Coltheart (1985) (eds). Surface dyslexia: Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading. London: Lawrence Erlbaum.
- Penfield, W. y L. Roberts (1974). Speech and brain-mechanisms. New York: Atheneum.
- Petersen, S.E., P.T. Fox, M.I. Posner, M. Mintum, y M.E. Raichle (1988). "Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single word processing". Nature. 331, 585-589.
- Petersen, S.E., P.T. Fox, M.I. Posner, M. Mintun, y M.E. Raichle (1989). "Positron emission tomographic studies of the processing of single words". Journal of Cognitive Neuroscience. 1, 153-170.
- Petersen, S.E., P.T. Fox, A.Z. Snyder y M.E. Raichle (1990). "Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli". Science. 249, 1041-1044.
- Petocz, A. y G.R. Oliphant (1988). "Closed-class words as first syllables do interfere with lexical decisions for nonwords: Implications for theories of agrammatism". Brain and Language. 34, 127-146.
- Picton, T. W. y D. T. Stuss (1984). "Event-related potentials in the study of speech and language: a critical review". En D. Caplan, A. Roch Lecours y A. Smith (eds.). Biological perspectives on language. Cambridge MA: MIT Press. 303-360.
- Polich, J. (1989). "Habituation of P300 from auditory stimuli". Psychobiology. 17, 19-28.

- Polich, J. y E. Donchin (1988). "P300 and the word frequency effect". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 70, 33-45.
- Posner, M.I. y S.E. Petersen (1990). "The attention system of the human brain". Annual Review of Neuroscience. 13, 25-42.
- Posner, M.I., J. Sandson, M. Dhawan y G.L. Shulman (1989). "Is word recognition automatic? A cognitive-anatomical approach". Journal of Cognitiv Neuroscience. 1, 50-60.
- Prather, P., L. Shapiro, E. Zurif y D. Swinney (1991). "Real-time examinations of lexical processing in aphasics". Brain and Language. 20, 271-281.
- Pratt, H., A. Erez y A.B. Geva (1994). "Lexicality and Modality Effects on Evoked Potentials in a Memory-Scanning Task". Brain and Language. 46, 353-367.
- Preissl, H., F. Pulvermüller, W. Lutzenberger y N. Birbaumer (1995). "Evoked potentials distinguish between nouns and verbs". Neuroscience Letters. 197, 81-83.
- Pulvermüller, F. (1994). "Agrammatism: behavioral description and neurobiological explanation". Journal of Cognitive Neuroscience. 7, 165-181.
- Pulvermüller, F., W. Lutzenberger y N. Birbaumer (1995). "Electrocortical distinction of vocabulary types". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 94, 357-370.
- Rayner, K., G.W. McConkie y D. Zola (1980). "Integrating information across eye movements". Cognitive Psychology. 12, 206-226.
- Renault, B., R. Ragot, N. Lesevre y R. Remond (1982). "Onset and offset of brain events as indices of mental chronometry". Science, 215, 1413-1415.
- Rishner, H.S., P.F. Casey, M.P. Kelly y W.G. Webb (1987). "Anomia in cerebral diseases". Neuropsychologia. 25, 701-705.
- Rubenstein, H., L. Garfield y J.A. Millikan (1970). "Homographic entries in the internal lexicon". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 9, 487-494.
- Rugg, M.D. (1990). "Event-related brain potentials dissociate repetition effects of high and low frequency words". Memory and Cognition. 18, 367-379.

- Saffram, E. M., R. S. Berndt M. Shwartz (1989). "The quantitative analysis of agrammatic production: Procedures and data". Brain and Language, 37, 440-479.
- Samar, V.J. y G.P. Berent (1986). "The syntactic priming effect: Evoked response evidence for a prelexical locus". Brain and Language. 28, 250-272.
- Sartori, G. y R. Job (1988). "The oyster with four legs: a neuropsychological study on the interaction of visual and semantic information". Cognitive Neuropsychology. 5, 105-132.
- Saussure, F. de (1945). Curso de lingüística general. Buenos Aires: Losada. [1a. ed. en francés, 1915].
- Scalise, S. (1980). "Towards an 'extended' Italian morphology". Journal of Italian Linguistics. 1/2, 197-244.
- Scalise, S. (1984). Generative Morphology. Dordrecht, Netherlands: Foris Publications.
- Scarborough, D.L., C. Cortese y H.S. Scarborough (1977). "Frequency and repetition effects in lexical memory". Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 3, 1-17.
- Schmidt, J.B. (1871). "Casuistik. Gehörs- und Sprachstörung in Folge von Apoplexie". Allg. Zschr. Psychiat. 27, 304-306.
- Schreuder, R. y G. B. Flores d'Arcais (1992). "Psycholinguistic issues in the lexical representation of meaning". En W. Marslen-Wilson (ed.), Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 409-436.
- Seidenberg, M.S., G.S. Waters, M.A. Barnes y M.K. Tanenhaus (1984). "When does irregular spelling or pronunciation influence word recognition?". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 23, 383-404.
- Selkirk, L. (1982). The syntax of words. Cambridge, Mss: MIT Press.
- Semenza, C. y M. Zettin (1989). "Evidence from aphasia for the role of proper names as pure referring expressions". Nature. 342, 678-679.
- Sereno, J.A. y A. Jongman (1990). "Phonological and form class relations in the lexicon". Journal of Psycholinguistic Research. 19, 387-403.
- Shallice, T. y E. Saffran (1986). "Lexical processing in the absence of explicit word identification: Evidence from a letter-by-letter reader". Cognitive Neuropsychology. 3, 429-458.

- Shelburne, S.A. (1972). "Visual evoked responses to word and nonsense syllable stimuli". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 32, 17-25.
- Stanners, R.F., J.J. Neiser, W.P. Hernon y R. Hall (1979). "Memory representation for morphological related words". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 18, 399-412.
- Stern, C., P. Prather y D. Swinney (1991). "The time course of automatic lexical access and aging". Brain and Language. 40, 359-372.
- Stillings, N.A., M.H. Feinstein, J.L. Garfield, E.L. Rissland, D.A. Rosenbaum, S.E. Weisler y L. Baker-Ward (1987). Cognitive Science: An Introduction. Cambridge, Mss.: MIT Press.
- Sutton, S., M. Baren, J. Zubin y E.R. John (1965). "Evoked potentials of stimulus uncertainty". Science. 150, 1187-1188.
- Taft, M. (1981). "Prefix stripping revisited". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 20, 289-297.
- Taft, M. (1986). Lexical codes in visual and auditory word recognition, Language and Cognitive Processes, 1, 297-308.
- Taft, M. y K.I. Forster (1975). "Lexical storage and retrieval of prefixed words". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 14, 638-647.
- Tainturier, M.J., M. Tremblay y A.R. Lecours (1992). "Educational level and the word frequency effect: A lexical desision investigation". Brain and Language. 43, 460-474.
- Tanenhaus, M.K. y Carlson, G.N. (1992). "Lexical structure and language comprehension". En W. Marslen-Wilson (ed.), Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 529-561.
- Teyler, T.J., R.A. Roemer y T.F. Harrison (1973). "Human-scalp recorded evoked-potential correlates of linguistic stimuli". Bulletin of the Psychonomic Society. 1, 333-334.
- Thatcher, R.W. (1977). "Evoked-potential correlates of delayed letter matching". Behavioral Biology. 19, 1-23.
- Thom, R. (1977). Structural stability and morphogenesis. New York: Addison Wesley.
- Thompson, R.F. y W. Spencer (1966). "Habituation: a model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior". Psychological Review. 73, 16-43.

- Treisman, M. (1971). "On the word frequency effect: Comment on the papers by Catlin and L.H. Nakatani". Psychological Review. 78, 420-425.
- Tyler, L.K. (1992) "The role of lexical representations in language comprehension". En W. Marslen-Wilson (ed.), Lexical representation and processes. Cambridge Mss: MIT Press. 439-462.
- Van Lancker, D. y K. Klein (1990). "Preserved recognition of familiar personal names in global aphasia". Brain and Language. 39, 511-529.
- Van Petten, C. y M. Kutas (1987). "Ambiguous words in context: An event-related potential analysis of the time course of meaning activation". Journal of Memory and Language. 26, 188-208.
- von Monakow, C. (1914). Die lokalisation in grosshirn und der abbau der funktionen durch corticale herde. Weisbaden: Bergmann.
- Walter, W.G. (1964). "The convergence and interaction of visual, auditory and tactil responses in human nonspecific cortex". Annals of the New York Academy of Science. 112, 320-330.
- Wapner, W. y H. Gardner (1979). "A note on patterns of comprehension and recovery in global aphasia". Journal of Speech and Hearing Research. 29, 765-771.
- Warrington, E.K. (1975). "The selective impairment of semantic memory". Quarterly Journal of Experimental Psychology. 27, 635-657.
- Warrington, E.K. y D. Langdon (1994). "Spelling Dyslexia: A Deficit of the Visual Word-Form". Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 57, 211-216.
- Warrington, E.K. y R.A. McCarthy (1983). "Category-specific access dysphasia". Brain. 106, 859-878.
- Warrington, E.K. y R.A. McCarthy (1987). "Categories of knowledge". Brain. 110, 1273-1296.
- Warrington, E.K y T. Shallice (1980), "Word-form dyslexia". Brain. 103, 59-85.
- Warrington, E.K. y T. Shallice (1984). "Category-specific semantic impairments". Brain. 107, 829-854.
- Wernicke, C. (1874). The aphasic symtom complex: a psychological study on a neurological basis. Breslau: Kohn and Weigert.
- Whaley, C.P. (1978). "Word-nonword classification time". Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 17, 143-154.

- Whitaker, H.A. (1971). "Neurolinguistics". En W. O. Digwall (ed.). A survey of linguistic science. Maryland: University of Maryland. 136-251.
- Wildgen, W. (1985). Archetypen Semantik Grundlagen für eine dynamische Semantik auf der Basis der Katastrophentheorie. Tübingen: G. Narr.
- Yamadori, A. y M.L. Albert (1973). "Word category aphasia". Cortex. 9, 83-89.
- Young, M.P. y M.D. Rugg (1992). "Word frequency and multiple repetition as determinants of the modulation of event-related potentials in a semantic classification task". Psychophysiology. 29, 664-676.
- Zingeser, L.B. y R.S. Berndt (1988). "Grammatical class and context effects in a case of pure anomia: Implications for models of language production". Cognitive neuropsychology. 5, 473-516.
- Zingeser, L. B. y R. S. Berndt (1990). "Retrieval of nouns and verbs in agrammatism and anomia". Brain and Language. 39, 14-32.
- Zurif, E., A. Caramazza y D. Myerson (1972). "Grammatical judgements of agrammatic aphasics". Neuropsychologia. 10, 405-417.
- Zurif, E., D. Swinney y M. Garret (1990). "Lexical processing and sentence comprehension in aphasia". En A. Caramazza (ed.). Cognitive neuropsychology and neurolinguistics: Advances in models of cognitive function and impairment. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 123-136.