

POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS Y TIEMPO DE REACCION EN EL ESTUDIO DE LAS ETAPAS DE LA LECTURA

M.A. Bobes, M. Valdés-Sosa, R. Loredó, C. Suárez-Muria, L. Galán, V. Martín y L. Díaz-Coma

Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana, Cuba

Recibido: 28 de diciembre de 1988

ABSTRACT. Several psychological models have been postulated for describing reading process, however, until now objective indicators have not been used for studying the physiological bases of reading and understanding reading dysfunctions. In this paper reaction time and event related potentials were recorded during the reading of a list of word pairs. In this list three factors were manipulated: semantic congruence, completeness of words and presence or absence of visual noise. Reaction time results indicate that word pronunciation time can be separated into two stages, each one affected by different factors. However, endogenous components recorded have been affected in a more complex way, which indicate that the simple model of two sequential stages cannot explain this process. In fact, it was discuss these results upon a more complicated model.

RESUMEN. Se han postulado numerosos modelos psicológicos para describir el proceso de la lectura, sin embargo hasta ahora no se han utilizado indicadores objetivos que permitan estudiar las bases fisiológicas y entender las disfunciones de este proceso. En este trabajo se midió el tiempo de reacción y se recogieron los potenciales relacionados a eventos durante la lectura de una lista de parejas de palabras en la cual se manipulaban tres factores: congruencia semántica, presencia o no de ruido visual y presentación de la palabra completa o incompleta. Los resultados del tiempo de reacción indican que se pueden separar dos etapas en el tiempo de pronunciación, cada una afectada por diferentes factores. Sin embargo, los componentes endógenos que se registran resultan modificados de forma más compleja por estos factores, lo que sugiere que el modelo simplista de dos etapas secuenciales no basta para explicar este proceso, por lo que se postula la validez de un modelo más complejo.

INTRODUCCION

Se han dedicado muchos esfuerzos para tratar de entender los procesos implicados en la lectura. Hasta el momento se han propuesto modelos psicológicos que tratan de explicar las diferentes etapas de este proceso y la interacción entre ellas. Sin embargo, no se han dilucidado los patrones de activación cerebral sobre los que descansan estos procesos, pues la mayoría de los métodos de investigación disponibles en este campo son invasivos e imposibles de aplicar durante la ejecución de una tarea psicológica. La metodología que parece más prometedora en la investigación de los mecanismos cerebrales que subyacen los procesos psicológicos es el registro de potenciales evocados del tipo denominado **endógeno**.¹

Se han descrito varios componentes endógenos producidos durante la lectura de palabras escritas. En particular, Kutas y Hillyard¹ demostraron la existencia de un componente endógeno relacionado con el contexto que precede a la palabra estímulo. Cuando se presenta secuencialmente una oración en la cual la última palabra es incongruente con el contexto precedente (por ejemplo: **yo como el café con "perro"** aparece un componente negativo cerca de los 400 ms, que estos autores denominaron N400. Este componente también aparece cuando la palabra final es congruente, pero poco probable.²

La amplitud de N400 parece estar relacionada con la cercanía semántica entre las palabras principales de la oración, más que con su veracidad. Por ejemplo, la oración **un gorrión no es un pájaro** no produce una N400, como demuestran Fischler y colaboradores.³ Por otra parte, cuando se presenta una secuencia de palabras que no tiene la estructura de una oración si la palabra que se lee no está relacionada semánticamente con la palabra que la precede, entonces aparece un componente similar a N400.⁴

Se han postulado diferentes hipótesis acerca del origen de la onda N400. Una de ellas plantea que la amplitud de N400 es un índice del grado de preactivación contextual de la representación de la palabra en el lexicon mental.² Esta hipótesis está en concordancia con los resultados experimentales mencionados anteriormente. Otra hipótesis planteada es que la amplitud de la N400 está relacionada con la magnitud de la búsqueda en la memoria a largo término.⁵ De acuerdo con este punto de vista la relación entre la preactivación contextual y la N400 está mediada por la búsqueda

en el lexicon mental, por tanto, cuando el contexto es pobre se incrementa el grado de dificultad de esta búsqueda. Si esta hipótesis es cierta, entonces otros factores diferentes del contexto que puedan dificultar la búsqueda en memoria a largo término, deben influir sobre la amplitud de N400.

El reconocimiento de las palabras durante la lectura, aunque está mediado por el contexto, se basa en la información textual. Se ha demostrado que si se reduce la información disponible en el texto escrito (ya sea por eliminación de ciertas letras, como las vocales, o por deformación del patrón tipográfico de ellas al añadir ruido visual) debe hacerse más difícil la búsqueda en el lexicon para acceder al significado.⁶ Si la N400 está relacionada con la magnitud de la búsqueda en el lexicon, entonces su amplitud debe incrementarse cuando el texto está mutilado o deformado. Valdés y col.⁶ demuestran también que existe una interacción entre el efecto del texto y el contexto sobre la N400. Esto es lo que se espera si estos dos factores actúan en una misma etapa del procesamiento, en este caso, la etapa de búsqueda en el lexicon.

La medición del tiempo de reacción, como índice del tiempo de procesamiento de un estímulo, se ha empleado como indicador del efecto que pueden tener sobre las operaciones mentales las manipulaciones experimentales que se efectúen.⁷ La medición conjunta del tiempo de reacción y de los componentes endógenos, puede aclarar la significación funcional de estos últimos.

Aunque la combinación del registro de potenciales endógenos y el tiempo de reacción se ha empleado en el estudio de otros componentes (como la P300⁸), no se ha empleado en el caso de los componentes relacionados con la lectura.

El objetivo de este trabajo fue explorar el efecto combinado de distintos tipos de interferencias (incongruencia semántica, falta de letras y presencia de ruido visual) con el reconocimiento de las palabras, medido a través del tiempo de reacción y los potenciales relacionados a evento (PRE).

MATERIALES Y METODOS

Sujetos. Participaron de forma voluntaria en el experimento 16 adultos jóvenes, 15 sujetos eran derechos y 1 zurdo y ninguno había participado anteriormente en experimentos de PRE ni tenían conocimiento previo de la tarea a realizar. Al inicio del experimento se les leyeron las mismas instrucciones a todos.

Materiales. Se usó una lista de 160 pares de palabras, siendo el primer elemento de cada par el nombre de una categoría-conceptual (como **animal** o **mueble**), utilizándose 40 categorías distintas. El segundo elemento de cada par era un miembro o ejemplar procedente de las categorías utilizadas (como **perro** o **sofá**).

Esta lista se confeccionó de forma que pudieran obtenerse dos niveles de congruencia semántica del ejemplar con la categoría (congruente o incongruente), dos niveles de información textual en el ejemplar (palabra completa o incompleta por omisión de vocales) y dos niveles de dificultad en la lectura de las letras (enmascarar las letras con ruido visual y sin enmascarar). Se utilizó un diseño factorial (de tres factores con 2 niveles cada uno es decir, $2 \times 2 \times 2$) cruzando las condiciones mencionadas para producir 8 estados.

Para manipular la congruencia, la lista se confeccionó seleccionando 4 ejemplares dominantes por cada categoría de las utilizadas, 2 para construir parejas congruentes y 2 para las incongruentes. Para identificar los cuatro ejemplares más típicos o dominantes por categoría, a un grupo de 100 estudiantes universitarios (ninguno de los cuales participó en el experimento de PRE) se les pidió que completaran unas listas con 40 categorías, escribiendo todos los ejemplares que recordaran de cada una de las categorías hasta 10. Todos los ejemplares que tenían una frecuencia de aparición mayor del 80 % fueron considerados como dominantes, tomándose los 4 que más veces se reportaron.

Para manipular la falta de letras, que no debía impedir el reconocimiento de la palabra, los ejemplares dominantes fueron agrupados en una lista y se le eliminaron todas las vocales. Posteriormente, se le pidió a otro grupo de 30 estudiantes que completaran estas palabras en el menor tiempo posible con la palabra más probable. Sólo se usaron las palabras que fueron completadas con éxito en más de un 80 %. Esto se hizo para garantizar que los ejemplares pudieran ser reconocidos también sin vocales por todos los sujetos experimentales.

Para manipular el ruido visual se utilizó un algoritmo programado en PASCAL para microcomputadora, que desplazaba al azar el 20 % de los puntos con los que se traza una letra en el monitor. Los puntos desplazados se colocaban en el borde inferior de la letra para que la luminosidad total del estímulo no cambiara.

A partir de la lista patrón se confeccionaron 8 listas contrabalanceadas entre sí con respecto a la identidad de las palabras colocadas en cada uno de los 8 estados. Es decir, cada lista estaba integrada por las mismas palabras, pero el mismo ejemplar aparecía en un estado diferente en cada una de las listas. Cada una de ellas se utilizó con 2 de los 16 sujetos de la muestra.

Procedimiento. Durante el experimento el sujeto estaba sentado en una silla frente al monitor de una computadora leyendo los estímulos que se presentaban en el centro de la pantalla. La tarea del sujeto consistía en pronunciar la palabra ejemplo lo más rápido posible y luego decidir si pertenecía o no a la categoría precedente. Además, se le daba instrucciones al sujeto para que disminuyera al mínimo los movimientos oculares y corporales. La duración de una sesión experimental era de 20 a 25 min.

Para mantener una distancia fija de 35 cm entre el sujeto y el monitor, su barbilla se apoyaba en un dispositivo para este fin. Cerca de sus labios se colocó un micrófono para detectar su voz y medir el tiempo de reacción.

Cada prueba individual estuvo integrada por los eventos siguientes:

Aparecía en el centro de la pantalla del monitor una cadena de "XXXXXXXX" para avisar al sujeto que la prueba iba a comenzar, a la vez que servía como punto de fijación visual.

Cuando el sujeto estaba listo, presionaba la tecla y la señal de aviso ("XXXXXXXX") era sustituida por una palabra categoría que se mantenía en la pantalla durante 1 s.

A continuación desaparecía la categoría y aparecía en su lugar la palabra ejemplar, durante 1 s como mínimo.

Si el sujeto lograba identificar esta palabra debía leerla en alta voz lo más rápido posible e indicar inmediatamente después con **SI** o **NO** si la palabra pertenecía a la categoría presentada anteriormente.

Cada prueba era iniciada por el sujeto al oprimir una tecla que sostenía en la mano.

Si el sujeto respondía en menos de 1 s, el ejemplar se mantenía en el monitor hasta el final de este tiempo. Si el sujeto demoraba más en responder, la duración del estímulo se prolongaba hasta el momento de su respuesta. El tiempo límite para responder era de 2,5 s. Cuando llegaba al tiempo límite en todo caso se borraba la palabra y se mantenía oscura por espacio de 8 s. Después de pasado este tiempo reaparecía la señal de aviso para indicar el comienzo de una nueva prueba.

Todos los estímulos fueron presentados en letras mayúsculas de 6 mm de altura y 3 mm de ancho. Tanto la señal de aviso como los estímulos (categorías y ejemplares) se presentaron en color azul sobre fondo negro.

Registro electrofisiológico. La recogida de señales bioeléctricas se realizó con el sistema MEDICID 3M. Se utilizaron electrodos convencionales de EEG de disco (Ag/AgCl) que se fijaban al cuero cabelludo con pasta electrolítica. Se recogió la actividad monopolar en la derivación Cz del sistema internacional 10/20. Se utilizó como referencia la actividad recogida por electrodos colocados en los lóbulos de las orejas que se mantenían cortocircuitados. Además, se colocaron electrodos en la posición media y en el extremo temporal del arco superciliar para controlar los movimientos oculares.

Las señales bioeléctricas se amplificaron por un factor de 10 000 y se filtraban entre 0,025 y 30 Hz (puntos de caída de 3 dB). Se utilizó también un filtro supresor de banda en 60 Hz para eliminar la interferencia de la línea.

Se recogieron 256 puntos con un período de muestreo de 4 ms, para un tiempo de análisis total de 1,02 s. El inicio de la recogida del EEG se sincronizó con el momento de aparición de la palabra ejemplar de cada pareja en la pantalla. La señal bioeléctrica digitalizada se almacenó en disco magnético rígido para hacer el análisis fuera de línea. Cada segmento de EEG fue visualmente inspeccionado y se eliminaban aquellos que presentaban artefactos musculares o actividad de voltaje excesivo. Posteriormente, se obtuvieron los potenciales evocados por cada estado promediando los segmentos correspondientes a cada una de las 8 condiciones de los estímulos. Dentro de cada estado se promediaron separados los segmentos impares de los pares para tener una medida de repetibilidad o reproducibilidad en cada potencial evocado.

Se obtuvieron 8 promedios para cada derivación correspondientes a los 8 estados. Las pruebas donde el sujeto equivocó la palabra o no dio respuesta, no fueron incluidas en esta suma.

RESULTADOS

Tiempo de reacción. En la figura 1 se presentan los resultados de la medición del tiempo de reacción (TR).

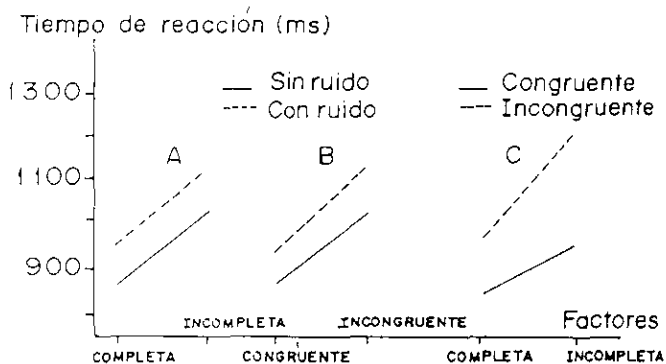


Fig. 1. Variación del tiempo de reacción con la manipulación experimental de los 3 factores. A) Efecto de la falta de letras en función del ruido; B) efecto de la congruencia en función del ruido; C) efecto de la falta de letras en función de la congruencia

Los ejemplos que se pronunciaron más rápido fueron aquellos congruentes con la categoría precedente, limpios (sin ruido visual) y además completos. Tanto la presencia de incongruencia semántica entre la categoría precedente, como la presencia de ruido visual y la falta de letras (palabras incompletas) producen un incremento en el tiempo de pronunciación (Fig. 1). La graficación

de la variación del tiempo de reacción en función de un factor con la variación paramétrica de otro factor (lo que produce 2 rectas) permite observar si hay interacción entre dichos factores. Cuando las 2 rectas son paralelas entre sí, como en el caso de las figuras 1a y 1b, se infiere que no hay interacción, es decir, el ruido visual no interactúa ni con la falta de letras ni con la congruencia. En la figura 1c, donde se presenta el efecto de la falta de letras en función de la congruencia se observa una fuerte divergencia de las rectas. Esto sugiere que los efectos de estos factores no son aditivos, sino que interactúan entre sí y la interacción es en el sentido de una potenciación del efecto.

Los efectos descritos resultaron significativos estadísticamente cuando se realizó un análisis de la varianza con tres factores (congruencia X falta de letras X ruido, 2 X 2 X 2) sobre el TR mediante el Modelo Lineal General. Los efectos principales debidos a cada uno de los factores sobre el tiempo de reacción, así como la interacción de la congruencia con la falta de letras alcanzaron una alta significación ($p = 0,0001$). El incremento del tiempo de reacción producido por cada factor también resultó significativo ($p < 0,05$) al realizar una dódima de Tukey.

Datos electrofisiológicos. Las manipulaciones experimentales también produjeron cambios evidentes en los registros electrofisiológicos, lo que se puede observar en las figuras de la 2 a la 4. Las hipótesis sugeridas por los gráficos se docimaron mediante el Modelo Lineal General. Para aumentar la potencia de las dódimas estadísticas las mediciones se realizaron en los registros obtenidos con cada estímulo individual dentro de cada sujeto, es decir que para cada sujeto se realizaron hasta 160 mediciones (eliminando las pruebas con artefactos o con respuestas erróneas). Para mejorar la relación señal/ruido de estos registros individuales, se utilizó un filtraje digital pasa-bajo, con frecuencia de corte en 5,3 Hz (caída de -3 dB). La medida consistió en el promedio de una ventana de puntos que rodeaba a los picos determinados por la inspección visual.

El registro electrofisiológico obtenido en la derivación Cz se caracteriza por una secuencia de picos positivos y negativos que se denominan N88, P176, N404 y P536 según su polaridad y latencia (Figuras 2; 3 y 4).

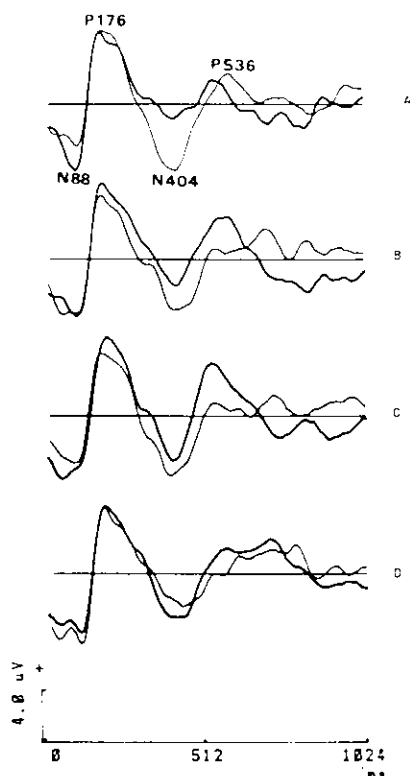


Fig. 2. Superposición de los registros para las condiciones congruente (C) e incongruente (I) en la derivación Cz.

- A) Estímulos completos sin ruido; B) estímulos completos con ruido; C) estímulos incompletos sin ruido; D) estímulos incompletos con ruido

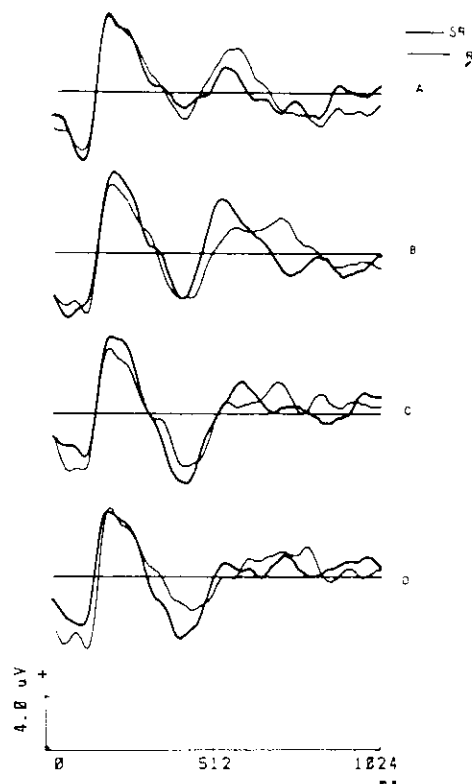


Fig. 3. Superposición de los registros para las condiciones sin ruido (SR) con ruido (R) en la derivación Cz.

- A) Estímulos completos y congruentes; B) estímulos completos e incongruentes; C) estímulos incompletos y congruentes D) estímulos incompletos e incongruentes

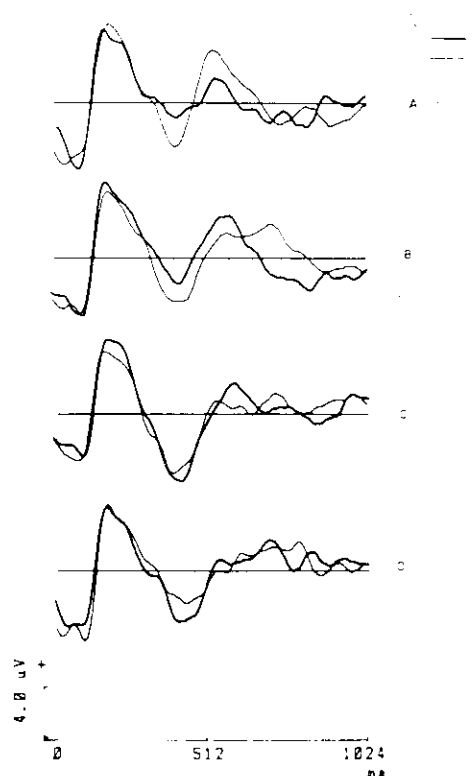


Fig. 4. Superposición de los registros para las condiciones completo (C) e incompleto (I) en la derivación Cz.

- A) Estímulos congruentes sin ruido; B) estímulos congruentes con ruido; C) estímulos incongruentes sin ruido; D) estímulos incongruentes con ruido

Para observar con más detalle los cambios producidos por cada factor (congruente- incongruente, completo-incompleto, con ruido-sin ruido), así como las aparentes interacciones entre los efectos que éstos producen, se presentan los mismos registros graficados por parejas. Cada pareja está integrada por registros obtenidos para estados que se diferencian en el valor de un solo factor.

En la figura 2 se contrastan los registros obtenidos con estímulos congruentes e incongruentes. En las 3 primeras parejas (Figuras 2a, b y c) se observa un claro incremento de la amplitud del pico N404 para el registro obtenido con estímulo incongruente. Cuando el estímulo además de ser incongruente está incompleto y con ruido (Fig. 2d) no aparece el incremento de negatividad en N404, sino que hay más bien una pequeña disminución. En general, en las 4 parejas no aparecen cambios importantes en los componentes más tempranos y los cambios que existen en P536 no son sistemáticos.

En la figura 3 se observan los registros obtenidos en presencia de ruido contrastados con los obtenidos sin ruido. En las primeras 2 parejas (Figuras 3a y b) no se observan diferencias entre los dos tipos de registro. En las condiciones donde los estímulos estaban incompletos (Figuras 3c y d) la N404 resultó menor cuando había ruido. Los demás componentes no presentan diferencias sistemáticas al adicionarse el ruido.

Si se comparan los registros obtenidos con estímulos completos con los obtenidos con estímulos incompletos (Fig. 4) también aparecen diferencias. En las dos primeras parejas (Figuras 4a y b) donde los estímulos eran congruentes se observa una mayor negatividad de N404 asociada a los estímulos incompletos. En los registros obtenidos con estímulos incongruentes (Figuras 4c y d) se invierte esta tendencia, es decir, los estímulos incompletos producen un N404 de menor amplitud que los completos correspondientes.

En la Tabla I se muestran los resultados del análisis de la varianza para la amplitud de ventanas circundantes a los principales picos observados. El pico N404 fue afectado significativamente por la congruencia (estímulos incongruentes aumentan la negatividad), por el ruido (estímulos ruidosos disminuyen la negatividad) y por las interacciones entre la congruencia y el ruido y entre la congruencia y la falta de letras. La amplitud de P536 fue afectada de forma significativa por la congruencia (más negativa para estímulos incongruentes). Las amplitudes de N88 y P176 no presentaron cambios significativos. Cuando el efecto de un factor sobre un pico resultó significativo, se realizó además la dócima de Tukey y el incremento resultó también significativo ($p < 0,05$) en los 3 casos.

TABLA I
Resultados del análisis de varianza para los datos electrofisiológicos correspondientes a la derivación Cz*

	Picos			
	N88	P176	N404	P536
	Intervalo de medición (ms)			
	84-88	172-176	396-400	560-564
Congruencia	F = 0,702 p = 0,402	F = 0,316 p = 0,574	F = 8,928 p = 0,003	F = 4,152 p = 0,042
Complejidad	F = 0,010 p = 0,922	F = 0,042 p = 0,837	F = 0,078 p = 0,781	F = 0,014 p = 0,907
Ruido	F = 0,073 p = 0,787	F = 0,014 p = 0,906	F = 7,331 p = 0,007	F = 0,094 p = 0,759
Congruencia X complejidad	F = 2,999 p = 0,083	F = 1,302 p = 0,254	F = 9,644 p = 0,002	F = 1,947 p = 0,163
Congruencia X ruido	F = 2,301 p = 0,130	F = 0,561 p = 0,454	F = 5,881 p = 0,015	F = 0,169 p = 0,681
Complejidad X ruido	F = 0,331 p = 0,565	F = 0,687 p = 0,407	F = 0,666 p = 0,415	F = 3,110 p = 0,078
Congruencia X complejidad X ruido	F = 0,085 p = 0,770	F = 0,014 p = 0,905	F = 0,259 p = 0,611	F = 1,577 p = 0,209

*El estadígrafo utilizado fue la F de Fischer y las probabilidades se calcularon con 1,1638 grados de libertad

DISCUSION

Según el modelo de Sternberg,⁷ que descompone el tiempo de reacción en etapas, si existe interacción sobre el TR entre los efectos de dos factores experimentales, entonces ellos actúan sobre una misma etapa. En contraste, la demostración de que existe aditividad de los efectos sugiere que actúan en etapas distintas.

La existencia de efectos significativos sobre el TR de los factores manipulados (congruencia, ruido visual y falta de letras) permite utilizar la lógica de Sternberg.⁷ El hecho de que no haya interacción entre el ruido visual y la congruencia y que tampoco haya interacción entre el ruido visual y la falta de letras, mientras que la congruencia y la falta de letras interactúan entre sí, permite postular que al menos existen 2 etapas separadas en el procesamiento. Se ha sugerido que el ruido visual puede entorpecer el reconocimiento de patrones visuales y en particular, la percepción de las letras, al producir interferencia en la detección de los rasgos críticos.⁹ Por tanto, una hipótesis razonable es que los efectos del ruido sobre el TR, se deben a un entorpecimiento de la etapa de reconocimiento de las letras.

La facilitación de la pronunciación de una palabra que se produce al presentar previamente otra palabra semánticamente relacionada, se ha atribuido a una mayor facilidad en la búsqueda en memoria semántica,¹⁰ pues esto debe acortar el proceso de búsqueda en memoria. La ausencia de letras en el estímulo presentado, también pudiera afectar el proceso de búsqueda en memoria, pues entonces aumenta el número de palabras alternativas que pudieran corresponderse con dicho estímulo. Por tanto, la potenciación que se produce entre la incongruencia y la falta de letras sugiere que ambos factores actúan sobre la misma etapa, es decir, la búsqueda en memoria semántica.

Se describieron 4 picos en la derivación Cz. Tanto N88 como P176 no muestran cambios significativos asociados a las variables manipuladas en los experimentos. Reflejan por tanto, procesos cerebrales invariantes frente a los cambios de procesamiento inducidos por la tarea. Esto impide examinar el significado funcional de estos procesos y su papel en el reconocimiento de las palabras. La presencia de estos componentes invariantes es, por otra parte, un control de que los cambios producidos en los demás componentes, reflejan la manipulación selectiva de eslabones delimitados en el proceso de la lectura. De forma especial se excluye la posibilidad

de que los cambios inducidos por la incongruencia, la falta de letras y el ruido visual se hayan producido por alteraciones groseras de las propiedades del estímulo o cambios sistémicos como la atención o la vigilia, ya que estas explicaciones implican la afectación de todos los componentes del potencial relacionado al evento. A continuación se centra la atención sobre aquellos componentes sensibles a las manipulaciones experimentales empleadas. Los cambios en P536 resultan poco sistemáticos y difíciles de estudiar.

El componente N404 es el que resulta de particular interés, ya que fue el único afectado de alguna forma por todas las variables empleadas. Su similitud con el componente N400, foco de intensos debates en la literatura sobre potenciales evocados y language⁸ incrementan su interés.

La incongruencia semántica de una palabra precedente produce un incremento de la N404 a una palabra prueba. Este resultado es similar al descrito por otros autores.^{4,11-13} Esta negatividad aumentada por la falta de contexto facilitador (incongruencia) se ha identificado con la onda N400 clásica obtenida por Kutas y Hillyard¹ para palabras incongruentes dentro de una oración.

Valdés y col.⁶ empleando el mismo equipo que el utilizado en este trabajo y un paradigma similar encontraron también una mayor negatividad para ejemplares atípicos de una categoría. Al mismo tiempo encontraron otra negatividad, también cerca de los 400 ms, producida por falta de letras. Esta negatividad no era independiente de la producida por la incongruencia semántica, es decir, se producía una interacción entre la incongruencia y la falta de letras que se evidenciaba como una oclusión.

En el presente estudio se replican algunos de estos resultados. Se evidenció una interacción oclusiva de la incongruencia y la falta de letras, sin embargo, no se replicó el efecto principal de la falta de letras, lo cual no resulta fácil de explicar.

Una comparación de los registros obtenidos con estímulos sin ruido, para las condiciones congruente y completa, congruente e incompleta, así como incongruente e incompleta muestra cambios en N404 parecidos a los descritos por Valdés y col.⁶ aunque de menor amplitud. Quizás el grado de dificultad producido por la falta de letras en este estudio no fue suficiente para producir un cambio detectable estadísticamente. Quizás la medición del tiempo de reacción a partir de la pronunciación de la palabra, como introduce una vocalización, incrementó el nivel de ruido y la varianza de los datos, reduciendo la potencia de las dósimas estadísticas efectuadas. En todo caso, aunque estos resultados son cualitativamente similares a los descritos con anterioridad⁶ no son significativos.

La disminución de amplitud de la N404 producida por el ruido resultó significativa. También se produjo una interacción significativa del ruido con la incongruencia.

Un análisis de los registros obtenidos con ruido visual sugiere que el efecto de la congruencia se atenúa mucho con este factor. Incluso, la no significación de la falta de letras puede deberse en parte a una inversión del efecto de este factor producido por el ruido.

En trabajos anteriores se ha postulado que ondas similares a la N404 reflejan el grado de búsqueda en memoria. En experimentos donde sólo se manipulaba la congruencia y la falta de letras se encontró que ambos factores incrementaban la N404 y que había una interacción significativa en el sentido de una oclusión, es decir, el incremento de N404 provocado por ambos factores juntos, es menor que la suma de los efectos que produce cada uno por separado.⁶ En estos resultados se observa que al añadir un tercer factor (el ruido) puede aparecer inclusive una disminución de la amplitud de N404.

La existencia de efectos significativos de la incongruencia y la falta de letras sobre la amplitud de N404, así como la interacción de estos factores, concuerdan con la hipótesis de que este componente es un índice de la dificultad de la búsqueda en el lexicon mental, como ha sido sugerido por otros autores. Sin embargo, el examen conjunto de todos los efectos encontrados en este experimento pone en evidencia algunas dificultades para sostener esta hipótesis.

A pesar de que los efectos del ruido y la incongruencia son aditivos sobre el TR, ambos tienen una interacción significativa sobre N404. Esto hace difícil postular la amplitud de N404 como indicador directo de la duración de alguna etapa en la cadena de acontecimientos entre el estímulo y la respuesta. Otra disociación entre el TR y las medidas electrofisiológicas se manifiesta en el efecto opuesto del ruido (que disminuye) y la incongruencia (que aumenta) a N404, mientras que ambos factores alargan el TR. Adicionalmente, la falta de letras aumenta el TR mientras que no tiene efecto por sí solo sobre la N404.

Para conciliar estos resultados se puede postular que la N400, más bien refleja el grado de movilización o utilización de mecanismos para la búsqueda en memoria. La amplitud de la N404 disminuye, bien cuando la tarea es muy fácil (por ejemplo, palabras congruentes y completas) y por tanto, no es necesario movilizar muchos mecanismos de búsqueda, o bien cuando la tarea es tan difícil (palabras incongruentes, incompletas y con ruido) que hay poca movilización de recursos pues, se carece de pre-requisitos para la búsqueda en memoria. En este caso aunque la búsqueda es necesaria no es posible. Esto podría explicar la disociación entre el TR y las medidas electrofisiológicas.

Los experimentos descritos han puesto en evidencia la existencia de múltiples subprocesos involucrados en la lectura. Si bien las mediciones de TR sugieren un modelo sencillo, los datos electrofisiológicos complican y enriquecen este modelo. Es necesario continuar los estudios en esta dirección para dilucidar estos aspectos.

BIBLIOGRAFIA

1. Kutas M. and Hillyard S.A. *Science*, 207, 203, 1980.
2. Kutas M. and Hillyard S.A. *Nature*, 307, 161, 1984.
3. Fischler I., Bloom P.A., Childers D.G., Roucos S.E. and Perry N.W. *Psychophysiology*, 20, 400, 1983.
4. Harvey M.T. and Marsh G.R. *Psychophysiology*, 20, 444, 1983.
5. Stuss D.T., Picton T.W. and Cerri A.M. *Psychophysiology*, 23, 215, 1986.
6. Valdés Sosa M., Suárez-Murias C., García M. and Gaián L. Textual and contextual influences on event related potentials, 1987 (in press).
7. Sternberg S. Attention and Performance II. 276-315, Edit by Kostler W.G., North Holland, Amsterdam, 1969.
8. Hillyard S.A. and Picton T.W. Handbook of Neurophysiology. Edit by F. Plum., 1986 (in press).
9. Massaro D.W. Understanding Language. 241-289, Edit by D.W. Massaro, Academic Press, New York, 1975.
10. Stanovich K.E. Interactive processes in reading. Edit by A.M. Lesgold, C. Perfett Hillsdale N.J. Lawrence, Erlbaum, 1981.
11. Polich J. *Brain and Language*, 26, 304, 1985.
12. Polich J. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 23, 361, 1985.
13. Habrín T.J., Marsh G.R. and Harvey M.T. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 59, 489, 1984.

NUEVAS PUBLICACIONES

Trace organic analysis in environmental, matrices, natural products and biological fluids by Capillary Gas Chromatography

Alberto J. Núñez Sellés



Editorial CNIC
Avenida 25 y calle 158, Cubanacán, Playa
Ciudad de La Habana, Cuba
Apartado Postal 6990