

Inteligencia y velocidad o eficiencia del procesamiento de información

Antonio Cosculluela
Antonio Andrés
Josep M. Tous
Universitat de Barcelona

Se realizó un estudio con 2 grupos de 17 sujetos cada uno que se diferenciaban en sus puntuaciones en inteligencia general. Se aplicó una prueba de tiempo de reacción de elección según el paradigma de Hick, y se registraron los potenciales evocados promediados, tanto auditivos como visuales en diferentes intensidades de estimulación. El objetivo era evaluar las predicciones derivadas del modelo de Hendrickson-Jensen-Eysenck, basado en la relación entre la velocidad y/o eficiencia del procesamiento de la información y la inteligencia psicométrica. Los resultados apoyan en parte dicho modelo, aunque se pone de manifiesto la posible necesidad de considerar la activación como factor relevante, al actuar previsiblemente como variable moduladora de diferencias individuales en inteligencia.

Palabras clave: Inteligencia psicométrica, paradigma de Hick, tiempo de reacción de elección, potenciales evocados promediados.

A study was carried out in two groups of 17 subjects each, the groups scoring differently in General Intelligence. A choice reaction time tasks according to Hick's paradigm was administered, and averaged evoked potentials, both auditory and visual, were recorded to several stimulus intensities. The goal was to test predictions derived from the Hendrickson-Jensen-Eysenck model, based on the relationship between speed and/or accuracy of information processing and psychometric intelligence. Results support the model to some extent, although they point to the need to take the activation as a relevant factor, which could presumably modulate individual differences in intelligence.

Key words: Psychometric Intelligence, Hick's Paradigm, Choice Reaction Time, Averaged Evoked Potentials.

Una de las líneas de investigación derivada del estudio de la inteligencia desde la perspectiva del procesamiento de la información, ha sido la denominada de los correlatos cognitivos (Pellegrino y Glaser, 1979). Este enfoque pretende

encontrar un reducido grupo de operaciones cognitivas que den cuenta de una buena parte de la varianza de las distintas habilidades intelectivas (Marrero, Buela, Navarro y Fernández, 1989). Así, se ha relacionado la habilidad verbal con la rapidez de acceso a la memoria a corto plazo o a la información sobreaprendida (Hunt, 1980), y la inteligencia general con habilidades atencionales mediante técnicas atencionales de tarea dual (Hunt y Lansman, 1982). Dentro de este mismo enfoque podríamos situar las investigaciones que estudian la relación entre la velocidad y/o eficiencia del procesamiento de la información con la inteligencia general, a partir de pruebas de cronometría mental (tiempo de reacción y tiempo de inspección) y de potenciales evocados cerebrales (PEs). Una síntesis de las conclusiones de estos trabajos se plantea en el llamado modelo de Hendrickson-Jensen-Eysenck (Fidelman, 1990), basado en la transmisión de información en el sistema neuronal cerebral.

Hendrickson y Hendrickson (1980) y Hendrickson (1982) partieron de los trabajos iniciados por el equipo de J.P. Erit (Erit y Schaffer, 1969; Erit, 1971, 1973) donde se hallaron correlaciones significativas entre inteligencia general y ciertos parámetros de los potenciales evocados promediados. Sus resultados mostraban que los sujetos con CI alto presentaban latencias más cortas que los sujetos con CI bajo, lo cual se interpretó como una evidencia de que las diferencias individuales en la conducta inteligente tenían un sustrato biológico en la velocidad del procesamiento de la información en el cerebro. Sin embargo estos resultados no se confirmaron en algunos estudios que intentaron replicarlos (Dutsman y Beck, 1972; Shagass, 1972), debido, según Callaway (1975), a las peculiaridades del trabajo de Erit, básicamente en lo referente a la colocación de los electrodos y a la diferente definición operacional de las latencias de los componentes de las ondas de los PEs. Muchos trabajos posteriores (para una amplia revisión, véase Paz-Caballero y Muñiz, 1987 o Cosculluela, 1990) obtuvieron igualmente resultados contradictorios entre sí, tanto en relación con los potenciales evocados visuales como auditivos, aunque estos últimos presentan menor variabilidad como consecuencia probablemente, de que los potenciales evocados auditivos están menos afectados por artefactos debidos a movimientos oculares (Eysenck y Eysenck, 1987). Por otro lado, dichos trabajos seguían adoleciendo del problema de asignar el mismo significado funcional, para un determinado componente de un sujeto a otro, como consecuencia de la utilización de las medidas de latencia o amplitud de los componentes secuenciales de la onda de los PEs. Frente a ello, los trabajos de D.E. Hendrickson y cols. antes citados, utilizan una nueva medida llamada «cinta» (*string*) que es un índice derivado de la complejidad de la onda del potencial evocado promediado, y que consiste en la medición de la longitud total del trazo de la misma, en un periodo temporal concreto. Mediante el cálculo de esta medida, Hendrickson (1982) presenta correlaciones estadísticamente significativas (entre 0.54 y 0.73) con el CI de los sujetos. Estos resultados parecen apoyar el modelo de la Eficiencia Neural propuesto por A. Hendrickson que pretende fundamentar el procesamiento de información en el cerebro a nivel de las transmisiones neuronales. Dicho modelo se apoya en la idea de que la transmisión de información a nivel neuronal se da en términos de frecuencias (siguiendo la ley del Todo o Nada) y no de amplitud de impulsos ner-

viosos. En esta transmisión de información de una neurona a otra, en forma de trenes de pulsos codificados, pueden producirse errores de reconocimiento en la neurona postsináptica. Estos errores producirán, en el potencial evocado por el estímulo antecedente, un cambio respecto a la forma del potencial evocado medio. Al promediarse los diferentes potenciales evocados por una serie de estímulos consecutivos, cuanto mayor sea la cantidad de errores en la transmisión de cada uno de ellos, menor será la complejidad de la onda promediada. Así, la medida de «cinta» reflejará estos errores en la transmisión de información, siendo de mayor magnitud cuando haya menos errores y viceversa. En los trabajos de Hendrickson (1982) y Blinkhorn y Hendrickson (1982), la medida de «cinta» de los PEs correlaciona positivamente con la inteligencia general de los sujetos, lo que lleva a los autores a asociar dicha inteligencia con la transmisión libre de errores a través del sistema nervioso.

Estos resultados se han visto confirmados en estudios más recientes (Hair, Robinson, Braden y Williams, 1983; Robinson, Hair, Braden y Kregel, 1984; Strough, Nettelbeck y Cooper, 1990), aunque al comparar el procedimiento utilizado en cada uno de ellos en el registro de los PEs, se aprecia una falta de estandarización, tanto en el tipo de estimulación presentada y en la colocación de los electrodos, como en el método de cálculo de la medida de cinta de la onda de los PEs.

Dentro de la misma línea de los correlatos cognitivos, las tareas de tiempo de reacción de elección han supuesto un considerable apoyo a los modelos que intentan relacionar la inteligencia con la velocidad del procesamiento de la información. Jensen y Munro (1979) y Jensen (1982) desarrollaron una concreción del paradigma de Hick (Hick, 1952) en una tarea de tiempo de reacción de elección (TRE), donde se manipula el número de alternativas (o bits de información) que se presentan a los sujetos, y se puede descomponer el tiempo total de respuesta en un tiempo de movimiento y un tiempo de reacción propiamente dicho. Las alternativas varían en 1, 2, 4 u 8 estímulos, correspondiendo respectivamente, a 0, 1, 2 o 3 bits de información (N° de bits = $\log_2 n$, n = número de estímulos). La inteligencia general correlaciona negativamente con diversos parámetros del TRE, particularmente con la pendiente de la recta de regresión del TR sobre los bits de información (Jensen, 1987). Durante los años posteriores numerosos estudios han utilizado el mismo procedimiento de Jensen, con distintas y amplias muestras de sujetos, hallándose en general, correlaciones negativas consistentes entre los parámetros del TRE y las medidas de inteligencia psicométrica (para una exhaustiva revisión, véase Jensen, 1987; o Coscolluela, 1990).

El modelo teórico derivado de los anteriores estudios y propuesto por Jensen está basado en la relación entre la inteligencia general y la transmisión de mensajes a través del sistema neuronal. Si la transmisión de mensajes a través del sistema neuronal durante la solución de problemas no es bastante rápida, el sistema se sobrecarga y pueden perderse contenidos de información almacenados en la memoria a corto plazo. Al tener que recuperar estos trozos de información en la memoria a largo plazo, se consume más tiempo en el proceso y se incrementa la sobrecarga del sistema hasta su colapso.

Eysenck y Eysenck (1987) sugieren que el modelo de Jensen puede derivar-

se de los mismos postulados de Hendrickson. Así, puesto que los mensajes en el sistema neuronal no se transmiten una sola vez, sino que se repiten un cierto número de veces, solamente son aceptados al reconocerse el mensaje como verdadero. De esta forma, cuando hay menos probabilidades de cometer errores en la transmisión, se incrementa la velocidad en la aceptación del mensaje.

Este modelo de Hendrickson-Jensen-Eysenck ha sido reinterpretado recientemente por Fidelman (1989, 1990), desde la perspectiva de la diferenciación interhemisférica, fundamentándolo en la velocidad de transmisión de mensajes a través de las conexiones neuronales interhemisféricas. Los errores de transmisión producirían un enlentecimiento en la aceptación de los mensajes que recorren la comisura interhemisférica.

El presente trabajo pretende evaluar conjuntamente las distintas pruebas y variables implicadas en los modelos que pretenden relacionar la inteligencia general con la velocidad y eficiencia en el procesamiento de la información, en una misma y única muestra de sujetos.

Método

Sujetos

La muestra estaba constituida por 34 chicos (20 chicos y 14 chicas) con una edad media de 10.8 años ($DT=1.22$). Estos sujetos se seleccionaron de una muestra mayor (106 sujetos) con el fin de obtener 2 grupos de 17 sujetos cada uno, diferenciados por su puntuación en la escala de inteligencia (CI). Grupo de CI bajo con una media de 86.9 ($DT=7.87$), y grupo de CI alto con media de 121.9 ($DT=6.89$).

Material

Se administró la escala de factor «g» de R.B. Cattell y A.K.S Cattell (TEA Ediciones S.A., Madrid, 1977).

Para la realización de la prueba de tiempo de reacción de elección se utilizó un aparato réplica del de Jensen (Figura 1), construido en el laboratorio de Psicología Humana de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona. Un ordenador BBC de 128 K y dos programas BASIC controlaban la secuencia de los ensayos y el registro de los tiempos de reacción y movimiento, y realizaban los cálculos pertinentes.¹

Para la prueba de los potenciales evocados se utilizó el equipo computarizado NICOLET-COMPACT FOUR (C-4) de la firma Nicolet. Los estímulos visuales se presentaban mediante un estimulador Paternt-reversal de la marca Ni-

1. Tanto el aparato réplica de Jensen como el *software* necesario fueron elaborados por Albert Viadé Sanzano, colaborador del equipo de Psicología Experimental del laboratorio de Psicología Humana de la Facultad de Psicología.

colet y los auditivos a través de unos auriculares marca Telephonics del tipo TDH-39H.

Procedimiento

La prueba de tiempo de reacción de elección se realizó en una sala acondicionada y aislada del laboratorio de Psicología Humana, sentándose el sujeto frente al aparato de registro. Se le leían las instrucciones donde se especificaba que iba a realizar una prueba de rapidez motora. Debía apretar siempre con el dedo índice de la mano dominante el botón central y estar atento al encendido de alguna de las luces presentes. Al encenderse una, debía apretar lo más rápidamente posible el botón correspondiente para apagarla y volver a la posición inicial hasta que se encendía otra de las luces y así sucesivamente. Cuando el sujeto volvía a apretar el botón central empezaba un periodo aleatorizado entre 1 y 4 segs. No había señal previa de aviso. Mediante un juego de máscaras de cartulina negra podían quedar a la vista del sujeto, 1, 2, 4 o las 8 luces del panel. Esta disposición corresponde a 0, 1, 2 y 3 bits de información respectivamente. Los sujetos realizaron 50 ensayos por condición experimental de 0, 1, 2 y 3 bits de información. Estos 50 ensayos por condición se efectuaron en un solo bloque. Así, la sesión consistió en 4 bloques de 50 ensayos cada uno (1 bloque por condición). Los sujetos realizaron 15 ensayos de prueba con el experimentador delante, por si tenían alguna duda sobre la tarea requerida. Todos los sujetos comprendieron perfectamente las instrucciones y no necesitaron ninguna ayuda especial.

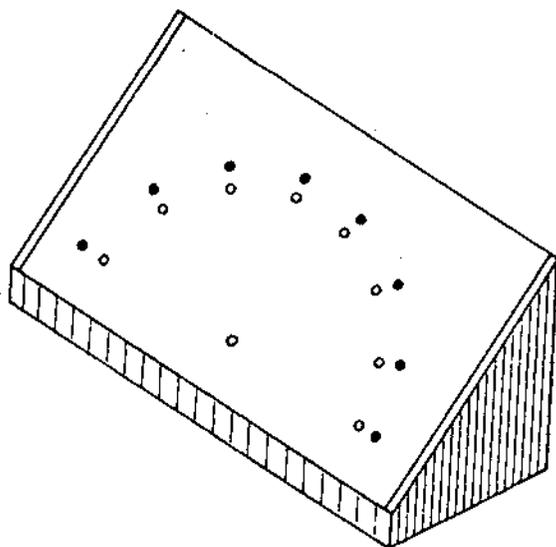


Figura 1. Aparato para el registro del tiempo de reacción (TR) y el tiempo de movimiento (TM), con 8 botones y 8 luces dispuestos en semicírculo y equidistantes del botón central.

La prueba de los potenciales evocados se realizó en otros dos cubículos contiguos. Tras explicar al sujeto el tipo de prueba que se le iba a realizar y enseñarle los aparatos que se utilizarían para que se familiarizara con el lugar y la situación experimental, se creaba en el ordenador un fichero con sus datos personales. Seguidamente, pasábamos a la sala de registro (aislada electromagnéticamente y semi-insonorizada) donde el sujeto se sentaba en una silla cómoda con respaldo hasta la cabeza y apoyabrazos. La piel que debía contactar con los electrodos se limpiaba con una solución de carácter abrasivo y limpiador (gel OMNI), se colocaban los electrodos de Ag-AgCl (marca Nicolet) empleando un gel conductor/adhesivo, fijándolos mediante un esparadrapo hipoalérgico si el contacto era con la piel y con una gasa si era con el cuero cabelludo. Una vez colocados los electrodos, y tras unos minutos de espera para su estabilización, se comprobaba la impedancia de los mismos, debiendo situarse por debajo de los 5 Kohms. Las características de registro, colocación de los electrodos y de la estimulación eran diferentes para los dos tipos de potenciales evocados:

Potenciales Evocados Visuales

Las características de amplificación y filtrado fueron: Sensibilidad: 100 μ V; filtraje: pasa altos (100 Hz) y pasa bajos (1 Hz); TME (Tiempo de análisis): 400 mseg.

La colocación de los electrodos era bipolar con los electrodos activos en las posiciones Cz y Oz, y el electrodo común en la posición Fpz (sistema 10-20).

Los estímulos se presentaban en un monitor situado a 140 cm del sujeto. Consistían en una pantalla cuadrículada con cuadros negros y blancos, a modo de tablero de ajedrez, que cambiaban el patrón de color (del negro al blanco y del blanco al negro) a razón de 1.9 cambios por seg. Cada sujeto pasó por tres condiciones de estimulación. Las tres condiciones experimentales venían determinadas por el tamaño (y, por lo tanto, el número) de cuadros que aparecían en pantalla. Al aumentar el número de cuadros disminuye el ángulo visual ocupado por cada uno de ellos y aumenta, en consecuencia, la cantidad de estimulación que recibe la retina en cada cambio del patrón blanco/negro. Así, para la condición de menor estimulación, la pantalla consistía en 2x2 cuadros (cuatro cuadros: dos blancos y dos negros) y el ángulo estimulado era de 4°. Por lo tanto, la cantidad de estimulación era de 4° por ciclo (cada ciclo corresponde a un cambio de patrón blanco/negro). Las tres condiciones experimentales correspondían a: 4°, 1° y 15° por ciclo.

Se realizaron series de 150 estímulos para cada condición, con un máximo de artefactos del 20 %.

Potenciales Evocados Auditivos

Las características de ampliación y filtraje fueron: Sensibilidad 100 μ V; filtraje: pasa altos (30 Hz); pasa bajos (1 Hz); TME (Tiempo de análisis): 400 mseg.

La colocación de los electrodos para el registro de los potenciales evocados auditivos fue bipolar, con los electrodos activos en las posiciones Cz, Al y el electrodo común en la posición Fpz.

El estímulo auditivo consistía en una serie de clicks generados por el mismo Nicolet, de una duración de 100 msec cada uno. Se realizaron tres condiciones de estimulación que correspondían a intensidades de 50, 75 y 100 dB. En cada condición el sujeto recibía 200 clicks a razón de 1.9 por seg. La estimulación era simultánea para los dos oídos, incorporándose un ruido blanco de fondo de 35 dB en ambos.

Resultados

En la prueba de TRE se registró el tiempo de reacción (TR) y el tiempo de movimiento (TM). El TR correspondía al intervalo entre el encendido de una de las luces y el momento en que el sujeto dejaba de presionar el botón central, y el TM se contabilizaba desde el momento anterior hasta que presionaba el botón correspondiente a la luz que se había encendido.

En la Tabla 1 se presentan los TRs y los TMs para los dos grupos de CI, en las cuatro condiciones experimentales.

TABLA 1. MEDIA Y DESVIACIONES TÍPICAS (DT) DEL TR Y EL TM (MSEGS) PARA LOS DOS GRUPOS DE INTELIGENCIA EN LAS CUATRO CONDICIONES DE 0, 1, 2 Y 3 BITS DE INFORMACIÓN

Inteligencia	Tiempo de Reacción				Tiempo de Movimiento			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Baja Media	339.4	375.6	424.4	469.2	237.6	250.6	284.8	281.9
DT	34.8	44.4	54.5	56.5	45.2	51.5	75.6	68.7
Alta Media	333.1	354.7	388.1	415.9	240.2	241.0	250.2	250.6
DT	44.7	48.1	54.1	61.6	50.6	42.2	52.9	49.8

El ANOVA correspondiente al TR, para los dos factores de grupo (inteligencia baja y alta) y bits de información (intra-sujeto), tras comprobar el cumplimiento de los supuestos del modelo, mostró efectos significativos del factor bits de información ($F_{(3,96)}=107.47$, $p<0.001$) y de la interacción bits×grupo ($F_{(3,96)}=5.03$, $p<0.005$), siendo el factor grupo no significativo ($F_{(1,32)}=3.57$, $p=0.068$). Así, los sujetos con inteligencia baja presentan TRs más elevados que los sujetos con inteligencia alta, y esta diferencia aumenta al aumentar los bits de información presentes en la tarea (Figura 2).

A partir del registro de las ondas de los potenciales evocados promediados, se obtuvieron las medidas de cinta mediante el método descrito en trabajos anteriores (Andrés Pueyo, Guillén y Cosculluela, 1990), para cada tipo de estimulación (auditiva o visual), para cada intensidad de estimulación y para cada sujeto. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

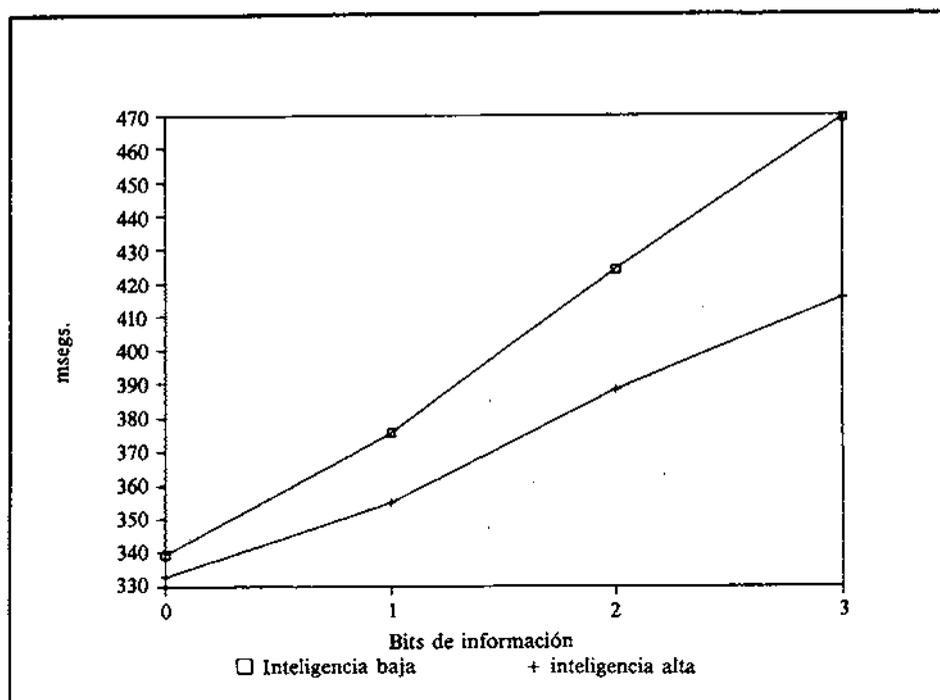


Figura 2. Medias de los TR de los sujetos de inteligencia baja e inteligencia alta en función de los bits de información.

TABLA 2. MEDIA Y DESVIACIONES TÍPICAS (ENTRE PARÉNTESIS) DE LAS MEDIDAS DE CINTA (EN CMS) DE LAS ONDAS DE LOS PEs EN LOS DOS GRUPOS DE INTELIGENCIA PARA LOS DOS TIPOS DE ESTIMULACIÓN Y LAS TRES INTENSIDADES

Inteligencia	Potenciales Evocados Promediados					
	Auditivos			Visuales		
	50	75	100	VIS1	VIS2	VIS3
Baja	9.56 (.48)	10.12 (.48)	11.57 (1.03)	13.04 (1.62)	12.75 (1.85)	13.48 (2.25)
Alta	9.70 (.61)	10.14 (.94)	11.72 (1.70)	13.50 (2.02)	13.54 (2.06)	13.55 (2.19)

A pesar de que se observa que en todas las condiciones el grupo de inteligencia alta presenta unos valores más elevados en la medida de cinta, las pruebas de comparación de medias entre los dos grupos no mostraron significación esta-

dística en ninguna de las condiciones (PEP auditivos: 50dB, $t = -.53$, $p = 0.606$; 75dB, $t = .07$, $p = 0.946$; 100dB; $t = -.21$, $p = 0.836$ y PEP visuales: VIS1, $t = -.53$, $p = 0.600$; VIS2, $t = -.87$, $p = 0.398$; VIS3, $t = -.07$, $p = 0.949$).

Discusión

Los resultados en la prueba de tiempo de reacción de elección parecen confirmar la hipótesis planteada a partir del modelo de Jensen. Los sujetos con CI bajo obtienen unos TRs más elevados que los sujetos con CI alto, incrementándose esta diferencia en función del aumento de los bits de información que tienen que procesar los sujetos. Así, el aumento de la información produce un aumento de la incertidumbre presente en la prueba y, en consecuencia se requiere más transmisión de mensajes en el sistema neuronal para reducir la incertidumbre a cero y aceptar un mensaje como verdadero (el encendido de una de las luces). Las pérdidas de información enlentecen el proceso y sobrecargan el sistema, produciendo unos mayores tiempos de reacción (como sucede con los sujetos de CI bajo). Evidentemente es también plausible (y complementario) el modelo de Hendrickson, tal como se ha comentado en la introducción, al proponer los errores de transmisión de la información como el elemento crítico en la velocidad de dicha transmisión. Sin embargo, el análisis de los resultados de las medidas de complejidad del registro de los PEs no parece validar completamente los modelos antes expuestos. Si bien se observan en los sujetos con CI alto unas ondas de mayor complejidad, la diferencia con los sujetos de CI bajo no es estadísticamente significativa. Las diferencias entre estos resultados y los presentados por Hendrickson y cols., expuestos en la introducción, creemos que pueden ser debidas a dos motivos fundamentalmente: por un lado y coincidiendo con Callaway (1975) al valorar las réplicas del trabajo de Ertl, existen importantes variaciones entre los trabajos en cuanto a variables procedimentales, especialmente en lo que respecta a la localización de los electrodos y al tipo e intensidad de la estimulación, y por otro lado, el método de cálculo de las medidas de cinta también presenta diferencias importantes. Respecto al primer punto, nuestro objetivo era abarcar el máximo de posibilidades de detectar las posibles diferencias interindividuales, para ello se utilizaron dos tipos de estimulación (auditiva y visual), y tres intensidades en cada una. Si alguna de estas variables procedimentales era más adecuada para nuestro objetivo, ello tenía que ponerse de manifiesto en los resultados. De hecho, se observa que al aumentar la intensidad de la estimulación, especialmente en los PEs auditivos, se incrementan las medidas de cinta. Esta covariación permite, a nuestro entender, una cierta validación de la medida como indicador de la actividad del sistema neuronal cortical producida por la estimulación.

Respecto al segundo punto, hay que señalar que la técnica de cálculo de la medida de cinta utilizada en nuestro estudio (única posible con el tipo de aparato usado), posiblemente minimice las diferencias interindividuales, al ser una medida «poco sensible» en comparación con las técnicas de cálculo informatiza-

das utilizadas en los otros estudios. Ello ha podido motivar la no significación de las diferencias entre los grupos de CI bajo y CI alto. Sin embargo, mediante esta misma técnica de cálculo, se obtuvieron en estudios anteriores (Andrés Pueyo y cols., 1990) diferencias significativas entre sujetos introvertidos y extravertidos, tal como predice la teoría biológica de la personalidad de Eysenck. Es posible suponer a partir de lo anterior, que la activación cortical de los sujetos como sustrato de la dimensión de extraversión-introversión, sea otra variable relevante en el estudio de las medidas de complejidad de las ondas de los PEs y en consecuencia, sea un factor a tener en cuenta (o para estudiar o para controlar) en la posible relación entre PEs e inteligencia.

REFERENCIAS

- Andrés Pueyo, A., Guillén, F. y Coscolluela, A. (1990). *Complejidad de la onda de los potenciales evocados promediados auditivos y extraversión*. Poster presentado en el VIII Congreso Nacional de Psicología, Barcelona.
- Blinkhorn, S.F. & Hendrickson, D.E. (1982). Averaged evoked responses and psychometric intelligence. *Nature*, 295, 596-597.
- Callaway, E. (1975). *Brain electrical potentials and individual psychological differences*. New York: Grune and Stratton.
- Coscolluela, A. (1990). *Rendimiento escolar, inteligencia y velocidad de procesamiento de la información*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Barcelona.
- Dutsman, R.E. & Beck, E.C. (1972). Relationship of intelligence to visually evoked responses. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 33, 254-272.
- Erlt, J.P. (1971). Fourier analysis of evoked potential and human intelligence. *Nature*, 230, 525-526.
- Erlt, J.P. (1973). I.Q., evoked responses and Fourier analysis. *Nature*, 241, 209-210.
- Erlt, J.P. & Schafer, E.W.P. (1969). Brain response correlates of psychometric intelligence. *Nature*, 223, 421-422.
- Eysenck, H.J. y Eysenck, M.W. (1987). *Personalidad y diferencias individuales*. Barcelona: Herder. (Edición original en inglés, 1985.)
- Fidelman, U. (1989). Special abilities of intelligence: Learning concepts of infinity. *Cybernetica*, 32, 169-203.
- Fidelman, U. (1990). A suggested solution to the paradox of general intelligence: A biological theory of mathematical cognition. *Personality and Individual Differences*, 11, 899-907.
- Haier, R.J., Robinson, D.L., Braden, W. & Willians, D. (1983). Electrical potentials of the cerebral cortex and psychometric intelligence. *Personality and Individual Differences*, 4, 591-599.
- Hendrickson, D.E. (1982). The biological basis of intelligence. In H.J. Eysenck (Ed.), *A model for intelligence*, New York: Springer.
- Hendrickson, D.E. & Hendrickson, A.E. (1980). The biological basis of individual differences in intelligence. *Personality and Individual Differences*, 1, 3-34.
- Hick, W. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
- Hunt, E. (1980). Intelligence as an information processing concept. *British Journal of Psychology*, 71, 449-474.
- Hunt, E. & Lansman, M. (1982). Individual differences in attention. In R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Jensen, A.R. (1982). Reaction Time and Psychometric G. In H.J. Eysenck (Ed.), *A model for Intelligence*. New York: Springer-Verlag.
- Jensen, A.R. (1987). Individual Differences in the Hick paradigm. In P.A. Vernon (Ed.), *Speed of information-processing and intelligence*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.
- Jensen, A.R. & Munro, E. (1979). Reaction time, movement time, and intelligence. *Intelligence*, 3, 121-126.
- Marrero, H., Bueña, G., Navarro, F. y Fernández, L. (1989). *Inteligencia humana. Más allá de lo que miden los tests*. Barcelona: Labor.
- Paz-Caballero, M.D. y Muñiz, J. (1987). Potenciales evocados y procesamiento de la información. En M. Yela (Ed.), *Estudios sobre inteligencia y lenguaje*. Madrid: Pirámide.
- Pellegrino, J.W. & Glaser, R. (1979). Cognitive correlates and components in the analysis of individual differences. *Intelligence*, 3, 187-214.

- Robinson, D.L., Haier, R.J., Braden, W. & Krenzel, M. (1984). Psychometric intelligence and visual evoked potentials: A replication. *Personality and Individual Differences, 5*, 487-489.
- Shagass, C. (1972). *Evoked Brain Potentials in Psychiatry*. New York: Plenum Press.
- Stough, K.K., Nettelbeck, T. & Cooper, C.J. (1990). Evoked brain potentials, string length and intelligence. *Personality and Individual Differences, 11* (4), 401-406.

