

# Mejora de la velocidad de anticipación mediante un tratamiento de entrenamiento visual

Aurora González Uriel y M<sup>a</sup> Visitación García Jiménez  
Universidad Complutense de Madrid

En el presente trabajo se ha diseñado un experimento de sujeto único para estudiar la eficacia de un tratamiento de entrenamiento visual en la mejora de la velocidad de anticipación. El diseño utilizado es del tipo A-B-A, es decir, que consta de tres fases: una primera de línea base (A), una segunda de tratamiento (B) y una tercera de reversión (A nuevamente). La variable dependiente, medida a lo largo del tiempo, es la velocidad de anticipación; la variable independiente es la presencia o ausencia de entrenamiento visual. Tras elegir un sujeto adecuado, se procedió a la toma de datos a lo largo del tiempo, obteniéndose como resultado una serie temporal que fue analizada utilizando diferentes técnicas (análisis visual, análisis estadístico clásico, análisis de series temporales), encontrándose en todos los casos eficacia del tratamiento.

*Anticipation speed improvement designed as a time series.* In the present study, a single case experiment has been designed in order to study the effectiveness of a visual training treatment in anticipation speed improvement. It has been used an A-B-A design, which consists on three phases: the first one of base line (A), the second one of treatment (B) and the third one of treatment removal (A). The dependent variable, which is measured through time, is anticipation speed; the independent variable is the presence or absence of visual training. After choosing an adequate subject, the data taking through time was made, yielding a time series that was then analysed using different techniques (visual analysis, classical statistical analysis, time series analysis). In every case, treatment effectiveness was found.

La velocidad de anticipación se define como la capacidad de un sujeto para percibir velocidades y trayectorias, y su capacidad de autocontrol, evaluadas por medio de un ejercicio de anticipación dinámica (González Calleja y Cerro, 1986; González Calleja y cols., 1995). Es importante señalar que el término *anticipación* sólo se refiere a que el sujeto realiza un cálculo anticipado de la respuesta que debe dar en una situación de incertidumbre.

Ya a comienzos de siglo, la velocidad de anticipación es destacada como variable relevante en el ámbito de la seguridad. En los primeros modelos psicológicos de evaluación de conductores en España, se considera la capacidad para estimar velocidades y distancias como una variable que debe explorarse (Mira, 1922). Con el paso del tiempo y el consiguiente avance de los medios, se hace posible el desarrollo de herramientas para medir con precisión la velocidad de anticipación. Maruyama y Kitamura (1965) elaboran el llamado test de reacción de velocidad de anticipación, que ha servido de base a instrumentos posteriores, como el test de velocidad de anticipación K.C.C. (González Calleja y Cerro, 1986).

En el presente trabajo se estudia la eficacia de un tratamiento de entrenamiento visual a la hora de mejorar la velocidad de anticipación, mediante la realización de un experimento de sujeto úni-

co. La hipótesis de partida es que el tratamiento tendrá un efecto positivo sobre el sujeto estudiado, produciendo una mejora significativa de su velocidad de anticipación. Existen en la literatura elementos que indican que un entrenamiento de este tipo puede tener un efecto positivo sobre la velocidad de anticipación: por ejemplo, González Calleja y Cerro (1986) muestran que los conductores considerados excelentes (seleccionados de entre los conductores profesionales que prestan sus servicios a altas personalidades) obtienen mejores puntuaciones en el test de velocidad de anticipación K.C.C. que los conductores normales; también en investigación reciente sobre velocidad de anticipación y accidentes, se toma como variable controlada el entrenamiento audiovisual (González Calleja y cols., 1998), evaluado por el número medio de horas a la semana que el sujeto dedica a juegos electrónicos o de ordenador.

El diseño utilizado en el presente trabajo es del tipo A-B-A, es decir, que consta de tres fases: una primera de línea base (A), una segunda de tratamiento (B) y una tercera de reversión o retirada del tratamiento (A nuevamente). El diseño A-B-A es, como señalan Barlow y Hersen (1988), el primero de los diseños considerados experimentales (el diseño A-B suele considerarse como cuasiexperimental), al ser el más sencillo de los diseños denominados de reversión, esto es, aquéllos en los que se produce un retorno a la línea base una vez que se ha aplicado el tratamiento. Se ha considerado adecuado para este estudio por ofrecer, a la par que sencillez —que era un factor importante, especialmente teniendo en cuenta que se ha trabajado con datos reales recogidos por los propios autores— una garantía de validez interna; además, no ha exis-

tido inconveniente moral o ético que dificultara la retirada del tratamiento, debido a la naturaleza del mismo, como puede suceder en otros contextos.

### Método

#### Sujeto

Es una estudiante de 16 años, cuya disponibilidad era prácticamente total y que se ofreció a participar voluntariamente. No tenía práctica habitual en el manejo de los juegos de ordenador en general, ni en particular del utilizado en el experimento. El cumplimiento de las condiciones del mismo por su parte fue completamente satisfactorio, pues siguió en todo momento las instrucciones que se le indicaban, incluso cuando no tenía supervisión.

#### Variables e instrumentos

La variable dependiente, medida a lo largo del tiempo, es la velocidad de anticipación, que se operacionaliza a través de las puntuaciones que obtiene el sujeto en el test de velocidad de anticipación K.C.C. Dicho test mide la velocidad de anticipación del sujeto simulando un móvil que se desplaza perpendicularmente a él, de izquierda a derecha, a 250 metros de distancia y con distintas velocidades en cada una de las subpruebas que forman el test (35, 70 y 140 km/h), cuyos resultados se integran en la puntuación resultante. El mecanismo del test es el siguiente: un punto luminoso aparece por el extremo izquierdo de la pantalla del aparato, que es un rectángulo de 655 x 75 mm, y avanza a velocidad constante hacia la derecha; en un momento dado desaparece de la vista, y el sujeto ha de pulsar un botón cuando estime que va a llegar a otro punto previamente fijado y cercano ya al extremo final (derecho) de la pantalla.

La variable independiente es la presencia o ausencia de entrenamiento visual, operacionalizado mediante 15 minutos diarios de juego con un programa de ordenador, concretamente un simulador del juego conocido como «pinball», en el que el movimiento desempeña un papel fundamental.

### Procedimiento

Cada observación es la puntuación obtenida por el sujeto en una realización del test de velocidad de anticipación K.C.C., que siempre era suministrado por la misma persona. Las observaciones se tomaron en días diferentes, siempre en las mismas condiciones de lugar, posición e iluminación para la realización del test, y aproximadamente a la misma hora. Durante la fase de tratamiento, el sujeto realizaba el entrenamiento de forma diaria, independientemente de que se tomara medida o no. También el entrenamiento se llevaba siempre a cabo aproximadamente a la misma hora, con un intervalo de unas cinco horas entre el entrenamiento y la realización del test, los días en que se hacían ambas cosas.

### Diseño y análisis de datos

El diseño utilizado ha sido un diseño de caso único del tipo A-B-A. El número de observaciones en cada una de las fases es: 19 para la primera línea base, 12 para la fase de tratamiento y 14 para la fase de reversión (segunda línea base). En la fase de tratamiento se tomaron realmente 14 medidas, pero se descartaron las dos primeras, considerándolas como ensayos. Los criterios seguidos para la determinación del número de medidas fueron: consecución de una cierta estabilidad de los datos en cada una de las fases, tiempo disponible para la recogida de datos y circunstancias del sujeto.

Una vez finalizada la etapa de recogida de datos, se procedió al análisis de los mismos mediante la utilización de diferentes técnicas. El objeto de estudio es una serie temporal, pues se trata de datos obtenidos de un mismo sujeto a lo largo del tiempo. Esto plantea el conocido problema de la autocorrelación a la hora de proceder al análisis de datos.

Los análisis se han efectuado utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 8.0).

#### Análisis visual

En la Figura 1 se observa la representación gráfica de la serie, en la que se indican mediante líneas verticales los cambios de una fa-

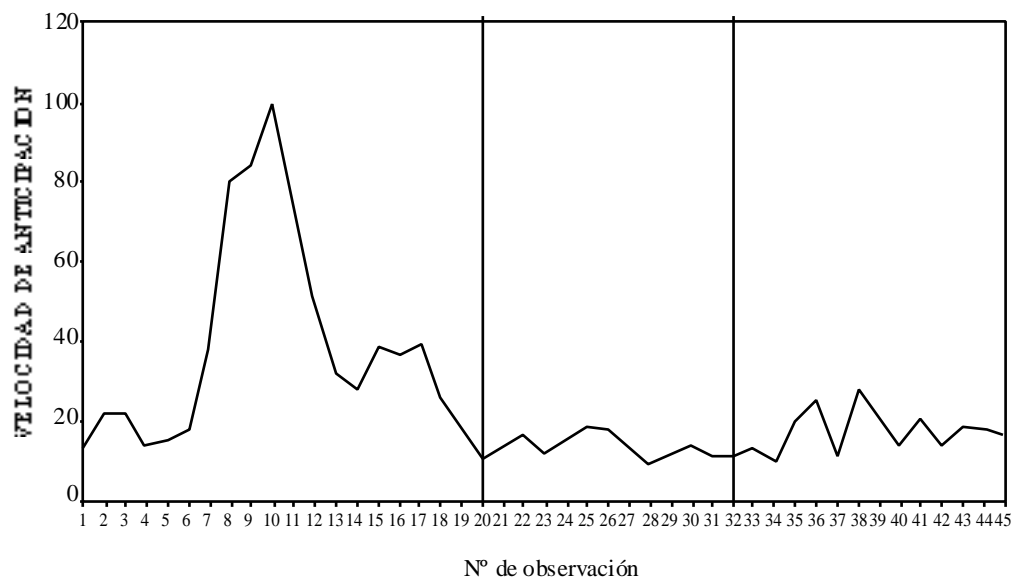


Figura 1

se a otra (línea base - tratamiento - línea base). Para mayor claridad, se han designado las tres fases como sigue: primera línea base:  $A_1$ ; tratamiento: B; segunda línea base:  $A_2$ . Parece claro que las puntuaciones en la fase  $A_1$  son mayores que en las otras dos fases, al igual que ocurre con la variabilidad de tales puntuaciones. Entre las fases B y  $A_2$  no puede apreciarse una diferencia clara, si bien parece que los datos de la fase B son más estables que los de la fase  $A_2$ .

En la Figura 2 se encuentran representadas las tendencias en cada una de las fases, mediante las rectas de regresión correspondientes. La inspección de esta gráfica indica claramente que se produce un cambio de nivel (aumento) al pasar de la fase  $A_1$  a la fase B, y que tal cambio no se produce o bien es mínimo al pasar de la fase B a la fase  $A_2$ . En cuanto a la existencia y cambios de tendencia, aunando la información dada por las Figuras 1 y 2, podemos concluir que no existe una tendencia clara en ninguna de las tres fases, lo que queda confirmado por la escasa significación de las respectivas rectas de regresión ( $\alpha_{A_1}=0,540$ ,  $\alpha_B=0,537$ ,  $\alpha_{A_2}=0,454$ ), de modo que tampoco puede haber cambios de tendencia de unas a otras.

#### *Análisis estadístico tradicional*

Los datos procedentes de una serie temporal presentan, a la hora de ser analizados mediante las técnicas de análisis tradicionales, el grave inconveniente de la autocorrelación, que no es sino la correlación de cada dato con el anterior (autocorrelación de orden 1), con el anterior del anterior (autocorrelación de orden 2), y así sucesivamente. Esta característica de los datos de series temporales hace que las técnicas tradicionales no sean, en principio, adecuadas para su análisis, pues no cumplen los supuestos básicos requeridos. A pesar de ello, y puesto que se pretende confrontar los resultados obtenidos por distintos caminos, se han utilizado en este trabajo dichas técnicas tradicionales, tanto paramétricas como no paramétricas, suponiendo que las tres fases del diseño fueran tres grupos (medidas independientes) o bien que fueran tres observaciones diferentes para los mismos sujetos (medidas repetidas). En este último caso, se obtuvieron de forma aleatoria sendos subgru-

pos de 12 observaciones de las fases  $A_1$  y  $A_2$ , con el fin de trabajar con tres grupos de igual tamaño.

También es importante señalar la dificultad que supone, en la aplicación de cualquiera de los análisis, el reducido número de observaciones de que se dispone. Obviamente, al tratarse de datos reales tomados por los autores en un tiempo limitado, se ha tenido este inconveniente.

#### *Análisis de series temporales*

Por último, se utiliza la metodología ARIMA, introducida por Box y Jenkins (1976). El modelo ARIMA (Autorregresive Integrated Moving Averages) tiene, como su nombre indica, una parte autorregresiva, que es la que modeliza la autocorrelación. El modelo queda identificado mediante tres parámetros: p (orden de la parte AR), d (orden de diferenciación) y q (orden de la parte MA).

Filtrando los datos a través de un modelo ARIMA ( $p=1$ ,  $d=0$ ,  $q=0$ ), se elimina la autocorrelación de orden 1 de la serie (Mac Rae, 1995). Repitiendo a continuación el análisis de varianza, tomando como variable dependiente la velocidad de anticipación modificada (valores de la serie corregidos) y como variable independiente la que define las tres fases como tres grupos, se han obtenido nuevos resultados de comparación entre las fases teniendo en cuenta la autocorrelación.

#### Resultados

Los resultados del análisis visual se hallan en las Figuras 1 y 2, y muestran la efectividad del tratamiento.

En cuanto al análisis estadístico tradicional, fijando el nivel de significación en  $\alpha=0,05$ , se obtienen resultados compatibles mediante todas las técnicas empleadas (ver Tabla 1):

– El ANOVA para medidas independientes muestra diferencias significativas entre los tres grupos (se rechaza la hipótesis de igualdad de medias). El test de comparaciones múltiples de Scheffè indica que tales diferencias se dan entre las fases  $A_1$  y B ( $A_1 > B$ ),  $A_1$  y  $A_2$  ( $A_1 > A_2$ ); pero no entre las fases B y  $A_2$ .

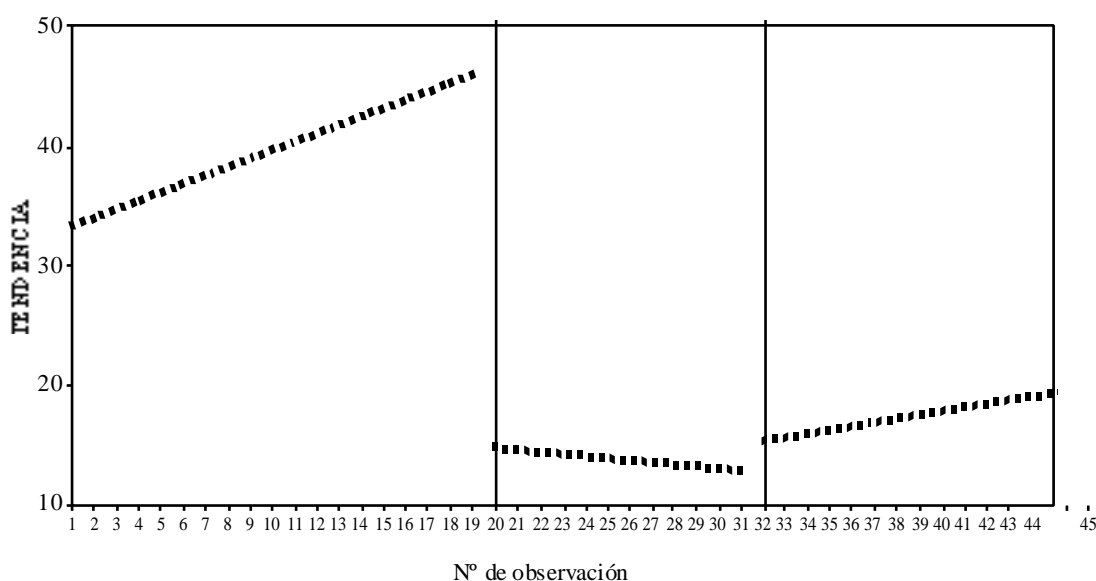


Figura 2

Tabla 1  
Análisis estadístico tradicional

			Estadístico del contraste		Sig.
Diseño intergrupos (medidas independientes)	Pruebas paramétricas	Anova	F= 10,357	0,000	
			A1-B	$\Delta$ medias= 25,807	0,001
			B-A2	$\Delta$ medias= -3,484	0,881
			A1-A2	$\Delta$ medias= 22,322	0,003
Pruebas no paramétricas	Kruskal-Wallis		$\chi^2= 19,545$	0,000	
	U de Mann-Whitney	A1-B	U= 18	0,000	
		B-A2	U= 52	0,100	
		A1-A2	U= 45	0,001	
Diseño intrasujeto (medidas repetidas)	Pruebas paramétricas	Anova	F= 10,484	0,008	
		Prueba de t	A1-B	t= 3,596	0,004
			B-A2	T= -1,538	0,152
			A1-A2	t= 3,238	0,008
Pruebas no paramétricas	Friedman		$\chi^2= 14,000$	0,001	
	Wilcoxon	A1-B	z= 2,981	0,003	
		B-A2	z= -1,490	0,136	
		A1-A2	z= 2,824	0,005	

– El test de Kruskal - Wallis también indica que no se puede asumir igualdad entre los tres grupos, y el estadístico U de Mann - Whitney señala diferencias de rangos positivas significativas entre A<sub>1</sub> y B y entre A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>, mientras que acepta la igualdad en el caso de B y A<sub>2</sub>.

– El ANOVA para medidas repetidas también muestra diferencias significativas entre los grupos, indicando la prueba de t para muestras pareadas que éstas se hallan exactamente entre las mismas fases (y en el mismo sentido) que en el caso de medidas independientes.

– Finalmente, el test de Friedman y los contrastes de Wilcoxon para cada par de fases dan lugar también a los mismos resultados que se obtenían con el test de Kruskal - Wallis y la U de Mann - Whitney.

Para terminar, el análisis de varianza (F=11,597,  $\alpha=0,000$ ) y el test de comparaciones múltiples de Scheffè ( $\alpha_{A1B}=0,001$ ,  $\alpha_{BA2}=0,901$ ,  $\alpha_{A1A2}=0,002$ ) realizados con los datos una vez eliminada la autocorrelación reproducen exactamente los resultados obtenidos para los datos originales.

### Conclusiones

Existe una coherencia total entre los resultados obtenidos mediante las diferentes técnicas utilizadas. Todas ellas indican que en la fase A<sub>1</sub> se dan puntuaciones significativamente mayores (peores, por lo tanto, en términos de velocidad de anticipación) que en las fases B y A<sub>2</sub>, no existiendo entre éstas dos diferencias significativas. Se ha producido, pues, una mejora apreciable con la aplicación del tratamiento, mientras que no ha habido empeoramiento con la retirada del mismo, lo cual indica que la mejora es estable. Por tanto, se considera confirmada la hipótesis.

Sería deseable contar próximamente con nuevos datos, obtenidos de otros sujetos, con un mayor número de observaciones por fase, e incluso añadiendo alguna fase más al diseño, para poder comparar los resultados.

### Referencias

- Barlow, D. H. y Hersen, M. (1988). *Diseños experimentales de caso único*. Barcelona: Martínez Roca. (Orig. 1984).
- Box, G. E. P. y Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden Day.
- González Calleja, F. y Cerro, V. J. (1986). *Manual del Test de Velocidad de Anticipación K.C.C.* Madrid: Kelvin.
- González Calleja, F., González Blanco, R. y Vence, D. (1995). Velocidad de anticipación e inteligencia. *Programa y Actas del II Congreso Internacional de Psicología y Educación*. Madrid: SEK.
- González Calleja, F.; González Blanco, R.; Vence Baliñas, D.; González Calleja, E.A. y Morales Díaz, J. (1998). Velocidad de anticipación y situaciones de riesgo en la población escolar de la Comunidad de Madrid. *Intervención Psicológica en la Adolescencia. VIII Congreso de IN - FAD. II. Comunicaciones. Volumen 2*. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Maruyama, J. y Kitamura, S. (1965): Speed anticipation reaction time test as applied to bus drivers. *Tohoku Psychological Folia*, 24 (1-2), 45-55.
- Mac Rae, S. (1995). *Modelos y métodos para las ciencias del comportamiento*. Barcelona: Ariel. (Orig. 1994).
- Mira, E. (1922): La selección de xofers de la companya general d'autonibus. *Anal. de l'Institut d'Orientació Professional*, III, 5-60.