

Análisis de los componentes del tiempo de reacción

Joan M^a Malapeira
M^a Luisa Honrubia
Manel Viader
Antonio Cosculluela
Albert Viadé
Ramon Ferrer
Universidad de Barcelona

En el presente trabajo se hacen una serie de consideraciones sobre la utilización de la técnica de los tiempos de reacción en diferentes campos de investigación, ejemplificándose con experimentos en el campo de la percepción auditiva, en el estudio de los anteperiodos y en el establecimiento de la relación entre diferencias individuales, inteligencia y personalidad, y tiempos de reacción. A lo largo del trabajo se realizan varios comentarios sobre la necesidad de utilizar la información complementaria que puede obtenerse de una situación prototípica de registro de los tiempos de reacción como, por ejemplo, anticipaciones, lapsus, errores o medidas parciales. Se proponen también una serie de consejos prácticos a tener en cuenta para optimizar las medidas de los tiempos de reacción.

Palabras clave: Tiempo de reacción, anteperiodo, anticipación, diferencias individuales.

In the present paper several considerations on the use of the reaction time measures in different research fields are made, providing examples with experiments in auditory perception, in the study of foreperiods and about the relationship in individual differences, intelligence and personality, and reaction time. All along the work we remark the need to use complementary information which can be got from a standard reaction time measurement such as anticipation, lapsus, mistakes or partial measures. Some practical advices to take into consideration are suggested so as to improve reaction times.

Keywords: Reaction Times, Foreperiod, Anticipation, Individual Differences.

El artículo que presentamos en el contexto de un monográfico sobre seguridad vial tiene un doble objetivo: por un lado, realizar unos breves comentarios sobre la técnica de los tiempos de reacción (TR) y su utilización en la investigación básica y aplicada y, por otro, hacer una referencia a trabajos realizados por nuestro equipo y que directa e indirectamente tienen claras implicaciones en el campo de la seguridad vial.

La medida del TR ha sido una de las variables dependientes fundamentales en la investigación psicológica básica y aplicada, ya sea como medida directa de los tiempos de respuesta del organismo ante diferentes tipos de estímulos ya sea como indicador de procesos perceptivo-cognitivos. Se ha utilizado de forma sistemática, como veremos, en el campo de la psicología sensorial (detección, reconocimiento, discriminación), en el estudio de las diferencias individuales (niveles atencionales, capacidad y habilidades intelectuales, edad, sexo, dimensiones de la personalidad), en la contrastación empírica de modelos de procesamiento (memoria, niveles de procesamiento, formación de conceptos, solución de problemas) y en determinados campos aplicados tales como selección de personal, control de conductores, entrenamiento de habilidades perceptivas, rendimiento deportivo, etc.

En el TR debemos diferenciar dos componentes básicos: un tiempo mínimo, irreductible, de respuesta, a nivel fisiológico alrededor de 100 msecs. (entre 80 y 110 msecs.) y un tiempo de respuesta ampliamente variable que depende de: el estímulo (intensidad, modalidad, complejidad), la respuesta (tipo y complejidad, compatibilidad estímulo-respuesta), el periodo preparatorio (señal de aviso, intervalo entre estímulos), las constantes procedimentales y secuenciales (instrucciones, curvas velocidad-precisión, complejidad de la tarea, características de la secuencia estimular, resistencia a la fatiga, condiciones de registro, etc.) y las diferencias individuales (hábitos, edad, sexo, inteligencia, personalidad, etc.).

Tipos de mediciones y aspectos a determinar

En el paradigma experimental de los TR se pueden plantear tres situaciones básicas: TR simple (presentación de un estímulo claramente definido y la emisión de la respuesta por parte del sujeto), TR de discriminación de estímulos (presentación de diferentes estímulos y la emisión de una respuesta por parte del sujeto a uno de ellos) y TR de elección (presentación de diferentes estímulos y la emisión de diversas respuestas por parte del sujeto, asociando a cada estímulo una respuesta determinada).

Las tres situaciones básicas no suponen todas las posibles medidas de tiempo que podemos utilizar en una situación de registro. Podemos hablar de tiempo de inspección, tiempo de movimiento, estimación de tiempo, etc.

La situación estándar de aplicación y registro de la técnica de los TR permite establecer una serie de medidas complementarias que han mostrado consistencia y significación en el establecimiento de diferencias debidas a variables ambientales, procedimentales o de sujeto. Nos referimos a: existencia

o no de anticipaciones, existencia o no de lapsus, cómputo de errores y tiempo de las respuestas erróneas, índices globales o parciales de tendencia central, índices globales o parciales de variabilidad, curvas de ejecución velocidad/precisión e índices de consistencia a lo largo de los ensayos.

Las anticipaciones pueden definirse como aquellas respuestas dadas por el sujeto ante la aparición de un estímulo por debajo del periodo que hemos considerado el mínimo irreductible (alrededor de 100 msecs.). Implica que el sujeto está respondiendo a las características de la situación experimental más que al estímulo. La existencia o no de anticipaciones depende de muchos factores (intervalos entre ensayos, presencia o no de una señal de aviso, tipo de prueba simple o de elección, actitud sensorial o motora del sujeto, instrucciones y/o consecuencias en el binomio velocidad/precisión, etc.). Se muestra como un indicador significativo en la manipulación de las características del anteperiodo y en la determinación de diferencias perceptivo-motrices en algunas dimensiones de personalidad.

Los lapsus, bloqueos o pausas de descanso involuntarias son las no-respuestas o las respuestas significativamente largas en una secuencia continuada de estímulos y respuestas; por ejemplo, operacionalmente podemos considerar como lapsus una respuesta de 500 msecs. en una tarea de TR simple en la que el promedio de respuestas puede oscilar entre 150-300 msecs. Lógicamente, el criterio operacional dependerá de las condiciones experimentales y del conocimiento que tenga el experimentador, en cada caso, sobre los tiempos que pueden considerarse "típicos". La existencia o no de lapsus y su ritmo de aparición o frecuencia dependerá de las condiciones de aplicación de la secuencia, oscilaciones aleatorias de atención, fatiga, diferencias individuales, etc. Se ha mostrado, al igual que las anticipaciones, como indicador consistente en el análisis de variables de procedimiento y de sujeto.

En los registros de TR de discriminación o de elección es útil analizar el porcentaje de errores y el tiempo de las respuesta erróneas. Suele ser un dato importante en la utilización sistemática que se hace de la medida de los TR en psicología cognitiva, es decir, en la contrastación empírica de los modelos de procesamiento de la información. El análisis cuantitativo y cualitativo de los errores (Pachella, 1974) aporta información altamente significativa en la valoración del binomio velocidad-precisión y de su importancia en estudios de psicología cognitiva o en estudios de diferencias individuales.

Hay que plantearse todas las posibilidades de análisis que nos proporciona una secuencia experimental de medidas de TR, sobre todo cuando ésta es lo suficientemente larga. Nos referimos al establecimiento de diferentes índices de tendencia central (mediana, media), índices de variabilidad (amplitud semiintercuartílica, desviación tipo), transformación logarítmica de los datos, establecimiento de "bandas" de tiempo computable, cálculo de medianas parciales por bloques de ensayos para análisis de la secuencia, etc. Como ejemplo de lo que decimos baste señalar que la variabilidad de la respuesta se ha mostrado como un indicador estable de diferencias individuales o que la comparación entre bloques de ensayos ha permitido detectar la influencia de variables críticas.

La medida de los tiempos de reacción como método psicofísico

Al diseñar un experimento en el que las características físicas del estímulo están claramente definidas, el control de la situación experimental es total, la respuesta está claramente determinada y optimizadas las condiciones de registro, en esta situación hablamos de la utilización del TR como un método psicofísico en el sentido de que nos permite establecer funciones sensoriales y analizar las capacidades resolutorias de los diferentes canales sensoriales.

Algunos de los análisis de factores que pueden abordarse desde esta perspectiva son: intensidad del estímulo, modalidad sensorial, duración y amplitud de la estimulación, complejidad del estímulo, combinación de estímulos intra e intermodalidad, discriminación entre estímulos, estimación de tiempos, disposición estimular y compatibilidad estímulo-respuesta etc.

Hemos realizado algunos experimentos utilizando medidas de TR en el campo auditivo, manipulando la intensidad y la frecuencia del estímulo auditivo. La relación entre TR e intensidad del estímulo auditivo es sistemática y se mantiene en diferentes valores de frecuencia. A nivel general, el TR disminuye al aumentar la intensidad del estímulo. En un experimento utilizamos 4 valores de intensidad (30, 40, 50 y 60 dB), presentados aleatoriamente a una muestra de 30 sujetos. Los resultados fueron: 296.45 msecs. (30 dB), 253.53 msecs. (40 dB), 259.45 msecs. (50 dB) y 224.15 (60 dB). La diferencia entre los dos valores extremos de intensidad es muy importante, implicando una reducción del TR de 72.05 msecs. En un nuevo experimento, utilizando 10 valores de intensidad (de 30 hasta 75 dB con un incremento de 5 dB), hicimos análisis parciales constatando una diferencia altamente significativa entre valores del estímulo agrupados en dos bloques (30-35-40 dB frente a 65-70-75 dB), demostrando además que las diferencias significativas se establecían entre estímulos que se diferenciaban en 10 dB. La relación entre intensidad y TR es prácticamente lineal, pero el decremento es cada vez menor. Los resultados son similares a los obtenidos por otros autores.

En lo que se refiere a la frecuencia del estímulo auditivo la relación con el TR es más compleja. En un estudio que realizamos utilizando 4 valores de frecuencia: 500, 1000, 2000 i 4000 cps., 30 sujetos, un diseño intrasujeto, 2 sesiones de registro, presentación aleatoria de las condiciones y 100 ensayos por condición, obtuvimos unos resultados significativos en el sentido de que el TR varía al variar la frecuencia del estímulo auditivo, pero demostrando una relación compleja, difícil de interpretar. Los tiempos fueron: 298.735 (500 cps), 239.906 (1000 cps), 250.532 (2000 cps) y 296.199 (4000 cps). Diseñamos un nuevo experimento utilizando 10 valores de frecuencia (desde 200 cps hasta 7690 cps.: 200, 300, 450, 675, 1020, 1520, 2280, 3420, 5120 y 7690 cps.). Los resultados mostraron TR más largos para las frecuencias extremas (200 y 7690 cps) y a nivel general el tiempo varía al variar la frecuencia pero la relación no es simple, existiendo frecuencias a las que se responde significativamente más rápido.

Otra de las posibilidades en la utilización de los TR como método psicofísico es la discriminación sensorial utilizando TR de elección o TR de

discriminación. En los TR de elección existen una serie de factores, ampliamente estudiados, que hay que tener en cuenta (Kirby, 1980). Entre otros:

– probabilidad a priori del estímulo ante diferentes alternativas. Éstas pueden ser equiprobables o alguna puede aparecer con mayor frecuencia que otras; el estímulo más frecuente tendrá obviamente TR más cortos.

– compatibilidad estímulo-respuesta: la disposición de los estímulos y respuestas es un factor determinante de los TR de elección; una disposición altamente compatible implicaría TR más cortos y menor número de errores.

– efecto del tamaño del conjunto: el número de alternativas determina el TR y la relación se ajusta, con algunas modificaciones, a la ley de Hick (1952):

$$T.R. = K \log N$$

donde: T.R. = tiempo de reacción

K = constante para las diferentes modalidades sensoriales

N = número de alternativas a presentar

La ley de Hick plantea una relación lineal entre el TR de elección y el número de estímulos que se utiliza en cada sesión experimental. La contrastación de la ley de Hick, utilizando el procedimiento experimental diseñado por Jensen, se ha utilizado frecuentemente para el estudio de la posible relación entre inteligencia y TR, como veremos más adelante.

Cuando utilizamos la medida de los TR para establecer la relación entre TR y discriminabilidad entre estímulos hay que definir muy estrictamente las características físicas de los estímulos. A nivel general, y así lo hemos establecido en algunos experimentos piloto en el campo auditivo, podemos señalar que el TR depende del grado de similitud o diferencia entre los estímulos presentados. Se pueden plantear dos estrategias básicas:

– presentación de dos o más estímulos que varían, por ejemplo, en intensidad (20-25-30 dB) o en frecuencia (250-300-350 cps), a los que el sujeto debe responder de forma diferente a cada uno (por ejemplo, mano derecha al más débil o al más grave y mano izquierda al más intenso o más agudo).

– presentación de una serie de estímulos y el sujeto debe responder sólo al más fuerte o al más grave. La estrategia permite presentar pares de estímulos cada vez más similares, posibilitando plantear una especie de umbral diferencial en base al incremento del TR. Algunos de los datos que hemos obtenido en función de la diferencia entre los estímulos son: en 20 cps (250 msecs.), en 15 (300 msecs.), en 10 (320 msecs.) y en 6 (400 msecs.).

En todo caso el uso de los TR se hace con valores superiores a los umbrales (absoluto o diferencial), ya que al acercarnos a estos valores los TR no son fácilmente interpretables por la cantidad de respuestas erróneas que da el sujeto; los errores no son de fácil interpretación (Pachella, Smith y Standvich, 1978).

El significado del periodo preparatorio y de la anticipación de respuesta

Hay que destacar el interés que tiene el estudio y la manipulación

experimental del periodo preparatorio, es decir, del periodo que hay entre dos estímulos en una secuencia de ensayos o el periodo que hay entre una señal de aviso y el estímulo a responder. El interés radica en analizar a partir del registro de los TR y del registro de indicadores fisiológicos sensibles (por ejemplo, EDA, EMG, etc.) qué sucede en este periodo. Esto tiene implicaciones en tareas de TR simple, diferenciando entre actitudes sensoriales y motoras como características individuales, y en tareas de TR de elección, analizándolo en términos de frecuencia y expectancia y lo que implica en relación con la disposición genérica o específica de respuesta por parte del sujeto.

Se debería señalar que el manejo de las condiciones experimentales permite inferir una serie de interpretaciones del comportamiento perceptivo-motor del sujeto. Las medidas de los TR y el cómputo del número de respuestas anticipadas inducidas por la situación y emitidas por el sujeto permiten plantearse cuál es el papel de los diferentes componentes del TR.

En un exhaustivo experimento, realizado por A. Viadé, manipulamos la presentación o no de una señal de aviso en 4 valores de intervalo fijo (0.5, 1, 2 y 4 segs.) y en 4 valores de intervalo variable aleatorizado (entre 0.5 y 4, 1 y 5, 2 y 6, 3 y 7 segs.). Se aplicaron 55 ensayos por condición, utilizando un diseño intrasujeto, contrabalanceando en dos sesiones la condición de señal de aviso o no, con una muestra de 36 sujetos. Analizamos el número de anticipaciones, de lapsus, la mediana, la media y la desviación tipo de los TR. Sin hacer referencia a todos los resultados obtenidos, quisiéramos destacar algunos aspectos generales que tienen importantes consecuencias en la valoración de la conducta simulada y real del sujeto. La presentación de una señal de aviso disminuye los TR. Es importante la duración del intervalo temporal entre la señal y el estímulo, es decir, la duración de este intervalo del periodo preparatorio, de manera que se pueden establecer tiempos óptimos para el rendimiento. La gran variedad de valores propuestos que van desde fracciones de segundo hasta 10-12 segundos, ha de interpretarse teniendo en cuenta, en nuestra opinión, tres criterios: 1) si el valor se obtiene en experimentos con anteperiodos fijos o aleatorios; 2) la existencia o no de una señal de aviso y el diferente papel que juega si se trata de un experimento de TR simple o de TR de elección, y 3) las características físicas tanto de la señal de aviso como del estímulo.

Creemos que el determinar qué papel juega la señal de aviso en el sistema perceptivo-motor del sujeto así como determinar cuáles pueden ser los intervalos óptimos de respuesta del sujeto en función de diferentes condiciones procedimentales, son aspectos fundamentales para el análisis de los componentes perceptivos, motores y fisiológicos de los periodos preparatorios de respuesta del sujeto. Ésto nos llevará necesariamente al establecimiento de los factores a considerar cuando se producen respuestas anticipadas (puede leerse "precipitadas" en casos aplicados), respuestas no ajustadas ante estímulos inesperados o respuestas "excesivamente tardías" ante secuencias fijas y monótonas (puede leerse, en casos aplicados, "bloqueos en la atención del sujeto").

Relacionado con el tema de la anticipación de respuesta, pero en el contexto de la estimación del tiempo en base a la velocidad de un móvil,

presentamos en las I Jornadas Mediterráneas de Seguridad Vial un experimento sobre "percepción visual y respuesta de anticipación", replicando en laboratorio una de las pruebas de registro previstas en la revisión de los conductores (Resolución de 3 de Marzo de 1987). El experimento, llevado a cabo por A. Cosculluela y A. Viadé, consistió en la estimación por parte del sujeto de la aparición de un móvil que se desplazaba a una velocidad constante (se manipularon tres valores: 1, 2 ó 3 m por minuto) y desaparecía detrás de una zona sombreada que variaba en su amplitud (3, 5 ó 7 cm). El objetivo fue no sólo establecer la influencia en la anticipación de respuesta de las 9 condiciones experimentales sino también establecer la existencia de diferencias individuales, más o menos sistemáticas, en la ejecución de los sujetos y ver si se puede definir un patrón conductual propio de cada sujeto en este tipo de situaciones. Esto último podría suponer la existencia de evaluaciones distintas con sesgos sistemáticos de la relación compleja velocidad-espacio-tiempo. Se utilizaron 24 sujetos clasificados de acuerdo con su puntuación en extraversion y neuroticismo, según un diseño factorial mixto con velocidad y amplitud como variables intrasujeto; se administraron 20 ensayos, contrabalanceando el orden de las diferentes condiciones experimentales. Los resultados indicaron un nivel de ajuste de respuesta o mediana del TR de cada bloque de 20 ensayos (condición) mayor en las amplitudes medias, con una tendencia al retardo en las cortas y a la anticipación en las largas. Asimismo, se dió un mejor ajuste de la respuesta en velocidades medias y peor ajuste en las velocidades bajas. La variabilidad intraindividual aumentó al aumentar la amplitud de la franja y la variabilidad disminuyó al aumentar la velocidad. Se constató cierta tendencia de las mujeres a la anticipación y de los hombres al retardo. En relación con la extroversión y la estabilidad, teniendo en cuenta que la tarea era fácil (los resultados no podrían extrapolarse a una situación de la vida real), el mejor ajuste se dió en el grupo de los introvertidos-inestables. Por último, se observaron en más de la mitad de los sujetos conductas sistemáticas de anticipación o de enlentecimiento cuya magnitud, pero no sentido, variaba en las diferentes condiciones experimentales; es decir, aunque con la parsimonia necesaria en este tipo de afirmaciones, había sujetos que sistemáticamente se anticipaban en todas las condiciones y sujetos que sistemáticamente se enlentecían en todas las condiciones. Creemos que éste es un punto de partida importante en el estudio de patrones conductuales perceptivo-motrices y con claras implicaciones en las situaciones en que se ponen en juego este tipo de conductas.

El uso de los tiempos de reacción en el estudio de las diferencias individuales

La utilización de los registros de TR para establecer diferencias individuales en el comportamiento perceptivo-motriz ha sido frecuente, sobre todo, por las implicaciones que puede tener en el campo aplicado, por ejemplo

en el campo de la conducción o de la seguridad vial. Los trabajos que existen ofrecen datos consistentes sobre las diferencias debidas a la edad, sexo, características de la personalidad, niveles de inteligencia, cuadros patológicos concretos, etc. De todas maneras, los resultados no siempre apuntan en la misma dirección y ésto debido a que los trabajos no siempre son comparables. Algunos de los motivos que impiden la comparación son: número de ensayos utilizados en cada condición experimental (desde 15 hasta cientos), utilización o no de todos los datos para establecer los promedios o la variabilidad (determinación de TR válido, cómputo o no de primeros o últimos ensayos, etc.), utilización o no de señales de aviso, instrucciones dadas al sujeto, condiciones de aplicación y obtención de los registros.

Nuestro grupo ha realizado una serie de experimentos tanto en relación con la inteligencia como en relación con la personalidad. En el primer caso, A. Cosculluela ha realizado experimentos relacionando factor *g* de inteligencia y TR de elección y, por otro, J.M. Malapeira, ha hecho lo mismo con extroversión-introversión y neuroticismo-estabilidad.

En relación con el factor de inteligencia nuestros datos coinciden, en general, con los datos de la literatura sobre el tema, es decir, existe una clara relación entre la pendiente y el factor *g* al aumentar el número de alternativas de respuesta (más o menos pronunciada), una relación bastante sistemática entre factor *g* y TR de elección cuando el número de alternativas es grande y, por último, una menor variabilidad de los registros en sujetos con factor *g* elevado que en sujetos con factor *g* bajo. De todas maneras, y así lo hemos hecho, hay que destacar la importancia de los factores contextuales y secuenciales en este tipo de estudios (efectos de orden, atención visual, sesgos de respuesta y efectos de práctica, etc.). Se han propuesto también otras estrategias experimentales diferentes de la Jensen que es la que nosotros utilizamos, por ejemplo Neubauer (1990), Frearson y Eysenck (1986), Larson y Alderton (1990), etc.

En varios trabajos hemos analizado la ejecución perceptivo-motriz de sujetos introvertidos-extrovertidos y de sujetos neuróticos-estables y, sin pretender hacer una referencia exhaustiva a los resultados obtenidos, creemos interesante destacar algunos aspectos que pueden ser ilustrativos de cómo, en nuestra opinión, deben plantearse este tipo de estudios. No se trata sólo de señalar, como se hace normalmente, que los extrovertidos son más rápidos que los introvertidos o que los neuróticos, si las tareas son simples, tienen una mejor ejecución tanto en términos de precisión como de rapidez, sino de señalar aspectos generalmente menos destacados, pero que, en nuestra opinión, son más importantes y que se han puesto de manifiesto en situaciones de registro de los TR; nos referimos: a la menor resistencia a la monotonía de los sujetos extrovertidos, a la actitud motora del extrovertido frente a la actitud sensorial-analítica del introvertido, a la mayor tendencia a la anticipación del extrovertido (si la tarea es muy repetitiva), al mayor número de errores del extrovertido en tareas de elección, a la mejora en el rendimiento del introvertido frente al rápido decremento del extrovertido al ir avanzando la prueba. Y, principalmente, a cómo estas diferencias interactúan con variables estimulares

y procedimentales lo que, sin duda, permite afirmar que se darán comportamientos claramente distintos en situaciones reales más o menos conflictivas. El análisis de la variabilidad conductual más que de las ejecuciones "promedio" se está planteando como la base para un análisis distinto de las diferencias individuales y su incidencia. Se ha señalado que la variabilidad intraindividual de los TR está relacionada con la accidentabilidad.

Las implicaciones de este tipo de datos vienen además condicionadas por otros factores individuales como práctica, fatiga, hábitos de conducta, etc. que serían significativos en relación con la predicción de rendimientos ajustados (puntos óptimos en curvas velocidad-precisión) en situaciones complejas que implicaran coordinación perceptivo-motriz por parte del sujeto. Con el fin de mostrar que determinados procesos son más complejos de lo que parecen, R. Ferrer realizó un experimento para estudiar los procesos de fatiga en relación con el comportamiento motor, sometiendo a un grupo de sujetos a dos sesiones de registro de TR de más de 4 horas de duración con 5 bloques de 500 ensayos con un descanso de 3 minutos entre bloques, demostrando que, al margen de importantes diferencias individuales en el comportamiento motor a lo largo de toda la secuencia, el TR se veía afectado pero no así el tiempo de movimiento, por lo que se deduce que los procesos atencionales se ven claramente afectados en situaciones de tareas monótonas aunque no se produce fatiga muscular. Dicho como comentario popular se podría afirmar que antes se cansa la mente que el cuerpo.

Algunas consideraciones en torno a la utilización de medidas de tiempo de reacción

1. La utilización de los TR como variable dependiente fundamental en la investigación básica y aplicada obliga a tener en cuenta algunos aspectos que validen su uso y nos proporcionen información útil sobre los procesos y/o diferencias que estamos estudiando. En este sentido y de forma muy esquemática:

— Es fundamental obtener toda la información que los datos de este tipo de registros permiten. Nos referimos a los estadísticos que deben utilizarse y al tipo de análisis que debe plantearse. Además de utilizar las medidas complementarias relacionadas con las anticipaciones, lapsus y errores y plantear análisis parciales de la secuencia de ensayos. Nuestros resultados demuestran la importancia de este tipo de información complementaria, demostrándose que en muchos casos han sido la base para establecer diferencias entre grupos diferentes de sujetos.

— En función de los objetivos planteados puede ser conveniente trabajar con sujetos entrenados (por ejemplo, si se pretenden establecer funciones sensoriales) y, en todo caso, deben darse periodos previos de adaptación y focalización de la atención, que deben repetirse al inicio de cada sesión. Si se emplean muestras diferentes de sujetos, hay que asegurarse del control de las

otras variables, debido a la alta sensibilidad de los TR a una gran cantidad de variables de sujeto. Como suele trabajarse con muestras relativamente pequeñas, la variabilidad de los resultados suele dificultar la obtención de diferencias significativas entre los grupos de tratamiento por lo que generalmente deben emplearse técnicas de homogeneización de los grupos. El control debe hacerse extensivo a los hábitos generales del sujeto, el TR es altamente sensible a factores tales como comidas, ritmo de sueño, alcohol, café, medicación, etcétera.

— Cuando se realizan manipulaciones de las características de los estímulos, del modo de presentación, de la frecuencia de aparición, de los intervalos, de las disposiciones estimulares, etc., la estrategia de investigación o diseño utilizado debe ser de medidas repetidas o, si se incluyen variables de sujeto, factorial mixto y, en la medida de lo posible, con contrabalanceo de las diferentes condiciones experimentales. Proponemos este tipo de estrategia de investigación por diferentes razones que pueden concretarse en dos consideraciones de carácter general: en primer lugar, la alta variabilidad interindividual de este tipo de registros hace que los datos en diseños entre sujetos (grupos al azar o grupos homogéneos) sean difícilmente comparables; el pseudofactor sujetos resulta normalmente altamente significativo. En segundo lugar, las interacciones entre determinadas características individuales y las condiciones experimentales suelen ser significativas con lo que esto implica en relación con la elección de la estrategia adecuada de investigación.

— En relación con las variables de procedimiento hay que conocer los valores óptimos de muchas de ellas. La investigación sistemática sobre los registros de los TR proporciona una serie de valores indicativos y francamente útiles para el diseño del procedimiento de un experimento básico o aplicado. Por citar sólo algunos ejemplos: presentación de la señal de aviso entre 0.5 y 2 segs., intervalos entre ensayos aleatorizados entre 2 y 8 segs., duración del estímulo de 500 msecs., número de ensayos por bloque de 100 entre contabilizables y no contabilizables, intervalos de descanso entre bloques de 2-3 minutos, duración de la sesión de 20-30 minutos, etc. Obviamente, siempre que no sean precisamente estos valores los que se quieren estudiar.

2. La utilización de los TR como instrumento "diagnóstico", es decir como sustituto de pruebas de papel y lápiz en la selección de personal, en el control de conductores, en el entrenamiento del rendimiento físico, en la detección de determinadas patologías, en la detección del efecto de determinadas sustancias, etc. implica que, al margen de su verosimilitud como herramienta más objetiva que otras, deben tenerse en cuenta una serie de requisitos fundamentales para que los registros sean comparables y, por tanto, utilizables como instrumento de medida.

La idea de que la medida de los TR (simples o de elección) pone en juego procesos básicos implicados en comportamientos más complejos como la conducción es obvia para los investigadores, pero también lo fue para los propios legisladores. Véase, en este sentido, la propia Resolución de 3 de Marzo de 1987 de la Dirección General de Tráfico (publicada en el BOE el 20 de Marzo de 1987/7102) sobre la evaluación de aptitudes psicomotoras

planteando una batería de pruebas de reacciometría: tiempos de reacciones múltiples, atención concentrada y resistencia vigilante a la monotonía, velocidad de anticipación y coordinación visomotora bimanual a ritmo impuesto.

Sin pretender poner en cuestión el hecho de si este tipo de pruebas implica o no un avance en el control psicológico de los conductores y, por tanto, de la importancia que se puede atribuir al papel del psicólogo en este proceso, sí que, en coherencia con el sentido de este artículo, debemos plantear algunos puntos de reflexión:

a) La necesidad de establecer "baremos" o puntuaciones estandarizadas adecuadas que especifiquen los grupos normativos utilizables para la diversidad de variables procedimentales (instrucciones, intervalos interestímulos, número de ensayos, etc.) y para la diversidad de variables de sujeto (sexo, edad, inteligencia, dimensiones de la personalidad, etc.). Los grupos de comparación deben actualizarse constantemente incorporando los datos que se vayan obteniendo; además, deberían plantearse paralelamente registros de control como un tipo de réplica sistemática para ir estableciendo valores críticos de las variables de procedimiento.

b) A pesar de las limitaciones de las situaciones aplicadas, debería plantearse siempre, y el coste en tiempo real es mínimo, un número suficiente de ensayos para cada condición de registro.

c) Un problema básico es la alta variabilidad de los registros de TR. Dicha variabilidad, no necesariamente negativa, exige tenerla en cuenta en las comparaciones inter e intraindividuales. En términos aplicados caben dos soluciones:

— o bien se *estabiliza* usando, por ejemplo, medianas, ensayos suficientes, periodo mínimo de entrenamiento, límites al tiempo "válido", "bandas" de aceptación de tiempos "normales", grupos de comparación diferentes, etc.

— o bien se *estudia* disponiendo de una serie de "bandas" de referencia en relación con variables procedimentales, secuenciales, horas del día, hábitos del sujeto, etc.

d) Los "aplicadores" no pueden olvidar la existencia de una cantidad de factores relacionados con el estímulo, con la respuesta, con el procedimiento, con la secuencia, con los hábitos del sujeto, con las características individuales, etc. cuya importancia y efecto ha sido ampliamente estudiado y de los que hemos hecho alguna breve referencia en este artículo.

De todas maneras, no se puede establecer un paralelismo directo entre el establecimiento experimental del "peso" de una serie de factores y el hipotético "peso" que podrían tener en una situación "real". Como señalan Sivak, Olson y Green (1986) existe una gran dificultad en la "simulación" de la situación real dado que ésta tiene una serie de características que no son fácilmente "operacionalizables" a nivel experimental, por ejemplo, cansancio, visión marginal, elementos distractores, estímulos ambientales enfrentados, situación inesperada, etc... Las inferencias tienen que ser, por tanto, cautelosas en el momento de atribuir "causalidad" a una serie de factores en relación con la seguridad vial. El supuesto básico de "parsimonia" científica no siempre se ha cumplido en este campo.

REFERENCIAS

- Bauer, D.W. & Miller, J. (1982). Stimulus-response compatibility and the motor system. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 367-380.
- Bernia, J. (1985). *Tiempo de reacción y procesos psicológicos*. Valencia: Ed. NAU.
- Botwinick, J. (1969). Joint effects of stimulus intensity and preparatory interval on simple auditory reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 2, 348-352.
- Brebner, J.M.T. & Welford, A.T. (1980). Introduction: A historical background sketch. In A.T. Welford (Ed.), *Reaction times*. London: Academic Press.
- Broadbent, D.E. & Gregory, M. (1965). On the interaction of S-R compatibility with other variables affecting reaction time. *British Journal of Psychology*, 56, 1, 61-67.
- Castellan, N.J. & Restle, F. (1978). *Cognitive Theory*. Vol. 3. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Publish.
- Chocholle, R. (1969). Les temps de réaction. Dans P. Fraisse & J. Piaget (Eds.), *Traité de Psychologie Experimentale*, vol. II, cap. VI: Sensation et Motricité, pp. 63-124. Paris: Presses Universitaires de France.
- Coscolluela, A. (1990). *Rendimiento escolar, inteligencia y velocidad de procesamiento de la información*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Barcelona.
- Drazin, D.H. (1961). Effects of foreperiod, foreperiod variability, and probability of stimulus occurrence on simple reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 43-50.
- Frearson, W. & Eysenck, H.J. (1986). Intelligence, Reaction time (RT) and new "odd-man-out" RT Paradigm. *Personality Individual Differences*, 7, 6, pp. 807-817.
- Green, D.M., Smith, A.F. & von Gierke, S.L. (1983). Choice reaction time with a random foreperiod. *Perception and Psychophysics*, 34, 3, pp. 195-208.
- Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, pp. 11-26.
- Jensen, A.R. (1980). Chronometric analysis of intelligence. *Journal of Social and Biological Structures*, 4, pp. 11-26.
- Jensen, A.R. (1982). Reaction time and Psychometric g. In H.J. Eysenck (Ed.), *A model for intelligence*, pp. 93-122. 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, pp. 121-126.
- Kakigi, S., Kaizuka, T. & Imashioya, H. (1972). Psychophysical correlates of fixed and variable foreperiod. *Japanese Psychological Research*, 14, 1, pp. 8-15.
- Kirby, N. (1980). Sequential effects in choice reaction time. In A.T. Welford (Ed.), *Reaction times*, cap. 4, pp. 129-172. London: Academic Press.
- Laming, D.R.J. (1968). *Information theory of choice reaction times*. London: Academic Press.
- Laming, D. (1986). *Sensory Analysis*. London: Academic Press.
- Larson, G.E. & Alderton, D.L. (1990). Reaction time variability and intelligence: A "worst performance" analysis of individual differences. *Intelligence*, 14, 309-325.
- Longstreth, L.E. (1984). Jensen's reaction-time investigations of intelligence; A critique. *Intelligence*, 8, pp. 139-160.
- Luce, R.D., Bush, R.R. & Galanter, E. (1963). *Handbook of mathematical psychology*. New York: Wiley.
- Luzón, M.C. & Malapeira, J.M. (1983). Influencia del sexo, la personalidad y el tipo de estimulación en la velocidad y precisión de la respuesta en pruebas de reacción simple y de elección. En J.M. Malapeira y M.L. Honrubia (Eds.), *Lecturas para un curso práctico de psicología experimental*, tomo I, pp. 207-232. Barcelona: Gráficas Signo.
- Malapeira, J.M. (1976). Estudio del factor de personalidad extroversión-introversión mediante la técnica de los tiempos de reacción. *Anuario de Psicología*, 14, 9-33.
- Malapeira, J.M. (1982). *Análisis de los tiempos de reacción y la psicología sensorial: Análisis de funciones acústicas*. Comunicación presentada en el VII Congreso Nacional de Psicología. Santiago de Compostela, 14-17 Abril.
- Malapeira, J.M. (1987). *Acústica: Análisis teórico-metodológico de las aportaciones de la psicofísica, la teoría de la detección de señales y la cronoscopia*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Barcelona.

- Muñiz, J. (1987). Inteligencia y rapidez para procesar información: los tiempos de reacción. En M. Yela (Ed.), *Estudios sobre inteligencia y lenguaje*. Madrid: Pirámide.
- Nettelbeck, T. (1980). Factors affecting reaction time: Mental retardation, brain damage and other psychopathologies. In A.T. Welford (Ed.), *Reaction times*, cap. 10, pp. 355-401. London: Academic Press.
- Neubauer, A.C. (1990). Selective Reaction Time and Intelligence. *Intelligence*, 14, 1, 79-96.
- Neubauer, A.C. (1991). Intelligence and RT: A Modified Hick Paradigm and a New Paradigm. *Intelligence*, 15, 175-192.
- Niemi, P. & Näätänen, R. (1981). Foreperiod and simple reaction time. *Psychological Bulletin*, 89, 1, 133-162.
- Pachella, R. (1974). The interpretation of reaction time in information-processing research. In R. Kantowitz (Ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Publish.
- Pachella, R.G., Smith, J.E. & Stanvich, K.E. (1978). Qualitative error analysis and speeded classification. In N.J. Castellan & F. Restle (Eds.), *Cognitive theory*, vol. 3, cap. 7, pp 169-198. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Publish.
- Pieters, J.P.M. (1983). Sternberg's additive factor method and underlying psychological processes: Some Theoretical considerations. *Psychological Bulletin*, 93, 3, pp. 411-426.
- Posner, M.I. (1978). *Chronometric Explorations of Mind*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Publish.
- Procteau, L. & Alain, C. (1982). La différence de pente du temps de réaction au choix en fonction du mode de présentation des stimuli: le rôle des effets de séquence. *Rev. Canad. Psychol.*, 36, 576-585.
- Requin, J. (Ed.) (1978). *Attention and Performance VII*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Publish.
- Robinson, T.N. & Zahn, T.P. (1988). Preparatory interval effects on the reaction time performance of introverts and extraverts. *Personality Individual Differences*, 9, 4, 749-761.
- Sternberg, R.J. (1978). Intelligence research and the interface between differential and cognitive psychology. *Intelligence*, 2, 195-222.
- Welford, A.T. (1980). *Reaction times*. London: Academic Press.
- Widaman, K.F. & Carlson, J.S. (1989). Procedural effects on performance on the Hick Paradigm: Bias in Reaction Time and Movement Time parameters. *Intelligence*, 13, 63-85.

