

# **TDS y Simulación Informática en el Planteamiento de un Prueba Orientada a Evaluar la Toma de Decisiones en Conductores**

López de Cózar, Elena ([lecozar@uv.es](mailto:lecozar@uv.es)); Pareja Montoro, Ignacio ([Ignacio.Pareja@uv.es](mailto:Ignacio.Pareja@uv.es)); Sánchez García, Mar ([Mar.Sanchez@uv.es](mailto:Mar.Sanchez@uv.es)); Molina Ibañez, J.Gabriel ([Gabriel.Molina@uv.es](mailto:Gabriel.Molina@uv.es)); Sanmartín Arce, Jaime ([Jaime.Sanmartín@uv.es](mailto:Jaime.Sanmartín@uv.es))

**Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS). Universidad de Valencia.**

**C/ Hugo de Moncada, 4-Bajo**

**46010 Valencia**

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal estudiar una serie de aproximaciones y estrategias de medida en toma de decisiones, con el fin de elaborar un instrumento psicológico piloto, basado en la tecnología informática de simulación de situaciones de conducción, al cual se le ha denominado Test de Toma de Decisiones Aplicado a la Conducción (TODAC). Este test se plantea con el objetivo de poder detectar deficiencias en el proceso decisional de un sujeto, algo que podría tener interés como parte integrante de la exploración que se realiza a las personas que vayan a obtener o renovar el permiso de conducción.

El marco teórico en el que encuadramos el desarrollo de la prueba es la Teoría de Detección de Señales (TDS), teoría sobre cómo hacemos juicios acerca de lo que percibimos, y cómo éstos están determinados tanto por factores relacionados con las propiedades físicas del estímulo (intensidad, contraste,...) y con el estado fisiológico del organismo (sueño, fatiga, alcohol,...) como con factores subjetivos (expectativas y consecuencias de su conducta).

El prototipo de la prueba se ha desarrollado en torno a la presentación estimular, mediante métodos informáticos de simulación de conducción, de situaciones de adelantamiento de diferentes niveles de incertidumbre decisional. En función de la decisión o respuesta que toma el sujeto se pretende valorar la sensibilidad del sujeto o capacidad para discriminar entre los estímulos presentados, y el criterio de decisión (más o menos arriesgado) que adopta ante la tarea a realizar. La teoría de la detección de señales proporciona los mecanismos analíticos necesarios para establecer estas valoraciones (mediante los índices de sensibilidad y sesgo de respuesta) y permite plantear, para la futura fase de desarrollo experimental de la prueba, unos perfiles de puntuaciones o baremos en función de los que poder valorar la toma de decisiones de los sujetos.

## Abstract

The principal objective of this work is to study different approaches and strategies of measuring in decision-making, for elaborate a psychological pilot instrument, based on the computer technology science of simulation of situations of conduction. This psychological instrument has been denominated "Test de Toma de Decisiones Aplicado a la Conducción (TODAC)". This test has been created with the objective of detect deficiencies in the decisional process of a subject, something that could be interesting like integrated part of the exploration that is carried out to the people that they are going to get or renovate the permission of conduction.

The theoretical frame where we frame the development of the test is the Signal Detection Theory (SDT), theory about how we make judgements about that which we perceive, and how these are determined so much for factors related with the physical properties of the stimulus (intensity, contrast) and with the physiologic state of the organism (dream, fatigue, alcohol), like with subjective factors (expectations and consequences of their conduct).

The prototype of the test has been developed round the stimulate presentation, through informatic methods of driving simulation, in situations of overtaking of several levels of decisional uncertainty. In function of the decision or answer that the subject takes, we pretend to value the sensibility of the subject or capacity to differentiate between the presented stimulation, and the criterion of decision (more or less risky) that he adopt in front of the task. The signal detection theory provides the necessary analytic mechanisms in order to establish these valuations (by means of the indexes of sensibility and response bias) and it allows to plan, for the future phase of the experimental development of this test, some profiles of punctuations in function of those to value the taking of decisions of the subjects.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La prevención y disminución de los accidentes de tráfico supone un importante reto para el área de la salud pública y para la sociedad en general. De hecho, los accidentes constituyen uno de los problemas de salud colectivos de mayor prevalencia e incremento en los últimos años (Generalitat Valenciana, 1998).

A nivel mundial, los accidentes de circulación constituyen la causa externa de muerte no patológica más importante. Un estudio de la OMS ya elevaba el número de muertos por accidente de tráfico en 1990 a casi un millón de personas, hecho que convertía a los accidentes de tráfico en la mayor causa de mortalidad de origen no patológico, por delante de los suicidios, homicidios o heridos de guerra, y en la novena causa de muerte considerando también las muertes por enfermedad.

En términos de porcentajes, la carretera mata a muchas más personas en el mundo desarrollado, donde los accidentes de tráfico ocupan la tercera posición absoluta como causa de muerte, solo por detrás de los accidentes vasculares y las enfermedades pulmonares. Además, es la primera causa de muerte entre los jóvenes de 18 a 25 años, y la segunda entre los de 26 y los 35 años, después del SIDA.

Por todo esto, resulta imprescindible establecer una serie de medidas y acciones donde los distintos estamentos implicados en la seguridad vial establezcan las pautas preventivas e interventivas que permitan reducir el elevado coste que supone para nuestras sociedades el disfrutar de un sistema de vida motorizado.

## **2. LA EVALUACIÓN PSICOTECNICA DE CONDUCTORES**

En este sentido, con el fin de prevenir y reducir la accidentalidad en España, una de las líneas de actuación gira en torno a la evaluación psicotécnica de los aspirantes a obtener o renovar el permiso de conducir. Esta evaluación, que lleva a cabo un equipo multidisciplinar (médico, psicólogo, oftalmólogo) en Centros de Reconocimiento específicos, tiene como objetivo determinar la capacidad de un sujeto para conducir un vehículo. Las áreas de exploración que establece el BOE para comprobar que no existe enfermedad o deficiencia que pueda suponer incapacidad para conducir son las siguientes:

- La capacidad visual.
- La capacidad auditiva
- El sistema locomotor
- El sistema cardiovascular
- Trastornos hematológicos
- El sistema renal
- El sistema respiratorio
- Enfermedades metabólicas y endocrinas
- El sistema nervioso y muscular
- Trastornos mentales y de conducta
- Trastornos relacionados con sustancias
- Aptitud perceptivo-motora :
  - Estimación del movimiento
  - Coordinación visomotora
  - Tiempo de reacciones múltiples
  - Inteligencia práctica
- Cualquier otra afección no mencionada en los apartados anteriores

Esta valoración se realiza de forma individual en base a unos parámetros de normalidad, tanto física como psicológica. Centrándonos en la exploración psicológica, concretamente en la valoración de la aptitud perceptivo-motora, dichos parámetros de normalidad se obtienen mediante la utilización de instrumentos y pruebas homologadas. Se pretende establecer el nivel de deterioro o la incapacidad de un sujeto para conducir con seguridad.

Las diferentes facetas englobadas en el epígrafe definido como aptitud perceptivo-motora aparecen vinculados a los distintos procesos que se ven implicados en la conducción. (Montoro y cols. 1995)

En primer lugar, el conductor debe poseer una correcta capacidad perceptiva y atencional que le permita captar lo que ocurre en su entorno, así como identificar y discriminar los estímulos relevantes definitorios de la situación – problema que debe de resolver.

En segundo lugar, una vez percibida la situación, debe hacerse una correcta evaluación de la misma. Para ello se requiere una capacidad intelectual al menos “normal”.

En tercer lugar, cuando ya la situación ha sido percibida y evaluada, llega el momento de tomar una decisión y elegir la maniobra más adecuada de entre todas las posibles.

En cuarto lugar, una vez elegida la maniobra más adecuada, es necesario ejecutarla con la mayor rapidez y precisión posible. A esto se le denomina capacidad de respuesta del conductor y hace referencia a todo el conjunto de actividades sensoriomotrices y psicomotoras puestas en juego, para mantener el control sobre el vehículo y sobre la trayectoria del mismo.

En último lugar, deben tenerse en cuenta aquellas características personales de cada conductor que pueden influir sobre todos los procesos antes mencionados y a las que se suele denominar en términos muy generales como personalidad.

Cada uno de estos procesos psicológicos básicos implicados en la conducción han sido progresivamente contemplados en la valoración de la aptitud psicofísica en general, y en la aptitud perceptivo-motora en particular, sin embargo, el proceso de toma de decisiones no se incluye en dicha valoración. Con ello, se abre un importante horizonte de investigación y desarrollo tecnológico dentro del cual se inserta nuestra propuesta.

El objetivo principal de nuestro trabajo es el desarrollo de una prueba para evaluar el proceso de toma de decisiones como parte integrante de la exploración que se realiza a las personas que vayan a obtener o renovar el permiso de conducción.

Para ello se han integrado los procedimientos y las técnicas de las nuevas metodologías informáticas utilizadas en la simulación de imágenes reales de conducción con los supuestos teóricos y los instrumentos analíticos de la Teoría de la Detección de Señales (TDS) teniendo como objetivo principal la detección de posibles deficiencias en el proceso de toma de decisiones del aspirante a conductor o de aquel que desea renovar su permiso y que, por tanto, debe realizar la correspondiente evaluación psicotécnica.

## 2. LA PRUEBA

Cotidianamente, dentro del complejo sistema del tráfico, los conductores deben enfrentarse a situaciones de incertidumbre donde la toma de decisiones juega un papel fundamental.



Ilustración 1: Situación de adelantamiento. ¿Adelantaría o no?

En este contexto, el conductor debe tomar sus decisiones en función de la situación y de los estímulos ambientales externos que le proporcionan una información en base a la cuál actúa. Todo ello de forma continua en el tiempo y en milésimas de segundo. El problema es que si el conductor realiza una valoración inadecuada de la situación, puede llegar a asumir riesgos que pongan en peligro su seguridad y la de los demás usuarios de la vía.

Los inicios del diseño de la prueba surgen de la concepción de que el sujeto, ante una situación de indecisión durante la conducción, debe seleccionar entre las alternativas posibles, para realizar una maniobra lo más segura posible.

El objetivo es plantear una situación computerizada óptima que cumpla los siguientes requisitos:

-Que sea una situación lo más parecida posible a la realidad (los estímulos a presentar se han desarrollado a través de simulación informática), y

-Que sea lo más operativa posible para poder manejar unos datos numéricos que reflejen procesos psicológicos básicos (para ello hemos tomado como referencia los supuestos metodológicos de la Teoría de la Detección de Señales –TDS-).

Así, la dinámica de la prueba es la siguiente:



Ilustración 2: Dinámica de la prueba TODAC

Al sujeto se le presentan en la pantalla del ordenador unas imágenes realizadas mediante simulación referidas a situaciones de adelantamiento con diferentes niveles de riesgo.

Las imágenes representan una situación de conducción de forma dinámica. En un determinado momento, la imagen se detiene, estando los elementos de la situación dispuestos de una forma previamente establecida. Se pide entonces que el sujeto tome una decisión y de una respuesta. Esta presentación se repite varias veces, introduciendo pequeños cambios, para poder determinar los índices que la teoría de TDS propone, para medir la sensibilidad del sujeto y su criterio de decisión (o sesgo de respuesta) más o menos arriesgado.

### 3. LA SIMULACIÓN

La utilización de la simulación informática para el desarrollo de instrumentos de medición psicológicos pensamos que puede representar una mejora en el proceso de evaluación de los conductores.

A pesar de que el actual modelo de evaluación de conductores ya lleva muchos años funcionando en España, no obstante, y específicamente en lo que se refiere a las pruebas de aptitud perceptivo-motora, hay aspectos que no son de fácil aceptación por los usuarios, ya que los sujetos evaluados no perciben una conexión entre las pruebas que tienen que realizar y la conducción (las pruebas que han de pasar son laberintos donde no hay que rozar los laterales o percibir el movimiento de un punto que se mueve por la pantalla del ordenador, por ejemplo). Ello hace que en muchos casos éstos se impliquen poco en la tarea.

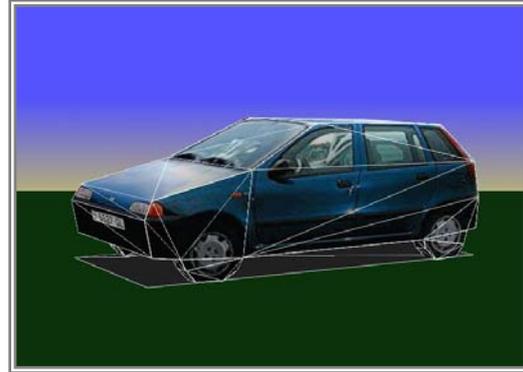


Ilustración 3: Simulación informática de situaciones de conducción

En este sentido se pueden señalar algunos beneficios en la utilización de la simulación:

El realismo y dinamismo que muestran las imágenes simuladas de situaciones de conducción permite que los sujetos evaluados se impliquen en mayor medida en la tarea, y que la calidad de sus respuestas sea más sensible y fiable respecto al constructo medido.

Además ofrece la posibilidad de presentar situaciones de riesgo difícilmente analizables en situaciones reales de conducción, controlando a su vez todas las variables que puedan afectar al proceso psicológico medido.

Entre los inconvenientes que encontramos en la utilización de imágenes simuladas encontramos que se trata de una pseudorealidad que puede hacer difícil la percepción de distancias y velocidades.

#### 4. LOS ESTIMULOS

Una vez decidido que el tipo de situación estimular es el adelantamiento, se han definido las características de la misma en términos de la TDS, es decir, vamos a definir qué se considera estimulación señal, y qué estimulación ruido (Newsome, 1974):

Estimulación señal: La estimulación señal se refiere a la ocurrencia de un grupo específico de hechos en los que el conductor requiere una acción correctiva o de escape para evitar un accidente. El estímulo señal en la situación de adelantamiento se define como aquella situación donde existe espacio suficiente para realizar el adelantamiento del vehículo que le precede sin riesgo para la seguridad. Se considera el adelantamiento como una acción correctiva ya que el vehículo que pretende adelantar, lleva una velocidad constante y mayor que la del vehículo que le precede. El hueco para realizar el adelantamiento viene definido por parámetros físicos, donde se calcula la distancia y el tiempo necesario para realizar el desplazamiento lateral hacia el carril de la izquierda; el tiempo y la distancia que recorre en paralelo con el vehículo que pretende adelantar, y finalmente, la distancia y el tiempo de desplazamiento lateral necesarios para incorporarse al carril de la derecha.

Estimulación ruido: La estimulación ruido se refiere a aquellas condiciones donde

aparentemente existe la posibilidad de la condición señal, pero en realidad no existe. La estimulación ruido en la situación de adelantamiento sería aquella situación donde aparentemente hay espacio suficiente para realizar la maniobra de adelantamiento, pero donde realmente no existe suficiente espacio.

Así pues, al sujeto se le presenta la situación estimular de adelantamiento de forma dinámica. Cuando el vehículo que pretende adelantar inicia la maniobra de desplazamiento lateral hacia la izquierda la imagen se detiene. Es en dicho momento en el que el sujeto debe de tomar una decisión, utilizando su propio criterio. El sujeto debe analizar las características de la estimulación que se le presenta y detectar si es una estimulación señal o una estimulación ruido (es decir si es posible adelantar o no). El sujeto, ante la tarea, se hace una imagen mental de lo que pasaría ante cada alternativa y las posibles consecuencias de su conducta en un sentido o en otro.

#### 4. LA TEORIA DE LA DETECCIÓN DE SEÑALES

La TDS propone dos medidas que clarifican la toma de decisiones de un sujeto: la sensibilidad y el sesgo de respuesta.

**Sensibilidad:  $P(A)$  (Proporción de área bajo una curva ROC).**

Es una medida libre de modelo, es decir independiente de la forma que puedan tomar las distribuciones R y S.

En tareas SI / NO se puede calcular cuando la fuerza de la señal y del ruido permanece constante y el experimentador varía las condiciones de la tarea de manera que también varíe el sesgo de respuesta a través de dichas condiciones.

En tareas con categoría de respuesta se puede calcular más fácilmente ya que el sujeto mantiene varios criterios simultáneamente en función de la escala de valoración.

El área de la curva ROC típicamente va desde 0.5 (las señales no pueden ser distinguidas del ruido) hasta 1 (ejecución perfecta). Áreas menores de 0.5 pueden provenir de errores de muestra o de confusiones en la respuesta ; el valor mínimo posible es 0.

Su fórmula es la siguiente:

$$P(A) = 0,5 \sum_{i=1}^{n+1} [P(FA)_i - P(FA)_{i-1}][P(E)_i + P(E)_{i-1}]$$

Nota: Para una explicación más detallada del cálculo de este índice ver **M.J.Blanco** (1996) "Psicofísica" pág 207

**Sesgo de respuesta:  $B'_D$  (Índice de Donaldson).**

Medida del sesgo libre de modelo. Según See, es el índice más efectivo para medir el sesgo en modelos no paramétricos – mejor que  $B''$  y que  $B'_H$  -. Esto se explica por varias razones:

- 1) Mantiene su efectividad sobre el completo rango de la sensibilidad desde el azar a la ejecución perfecta.
- 2) Proporciona correctas estimaciones del sesgo incluso cuando se calcula con datos grupales o acumulados.
- 3) Permite detectar cambios en el sesgo dependientes del tiempo.
- 4) Tiene una gran sensibilidad a la manipulación de la probabilidad y de la matriz de pagos.

Los valores se encuentran entre  $-1$  y  $+1$ . La ausencia de sesgo de respuesta se encuentra cuando  $B''_D = 0$ . Valores negativos representan que el sujeto tiene un sesgo liberal. Valores positivos representan un sesgo conservador.

Su fórmula es la siguiente:

$B''_D = [(1-H)(1-FA)-(H)(FA)] / [(1-H)(1-FA)+(H)(FA)]$  , donde H es la proporción de aciertos y FA la proporción de falsas alarmas.

Nota: Para una explicación más detallada del cálculo de este índice ver See, J.E. et al. (1997) "Vigilance and Signal Detection Theory: An Empirical Evaluation of Five Measures of Response Bias".

El tener una buena sensibilidad o una capacidad adecuada para discriminar entre los estímulos que se presentan al sujeto que pasa la prueba, puede predecir que ese conductor o futuro conductor va a diferenciar fácilmente situaciones de tráfico peligrosas o potencialmente peligrosas, de aquellas que no lo son, con lo cual podemos predecir también que probablemente evitará realizar maniobras que puedan aumentar el riesgo de accidente. Esta decisión se tomará finalmente en función del criterio de decisión que adopte el sujeto (más o menos flexible), es decir, según la evaluación que haga de las consecuencias de su conducta ante la prueba (probabilidad de accidente) y de la valoración de su capacidad como conductor para realizar la maniobra, adoptará mayor o menor riesgo en sus respuestas (sesgo de respuesta).

Así, un sujeto puede detectar fácilmente una situación peligrosa frente a otra que no lo es y sin embargo realizar la maniobra porque tiende a arriesgarse más.

## 5. LIMITACIONES DE LA PRUEBA

En primer lugar, hay que tener en cuenta algunos factores que limitan la puesta en funcionamiento de determinadas situaciones como situaciones óptimas de evaluación. El ámbito para el que se propone la prueba, los Centros de Reconocimiento de Conductores, hace que sea necesario adaptarla a las circunstancias particulares de los mismos. Los actuales instrumentos de evaluación que se utilizan en el reconocimiento psicotécnico de conductores se aplican mediante un ordenador de características muy sencillas y no disponen de un hardware adecuado como el que se utiliza en la simulación. Por otro lado, el monitor disponible no permite que el sujeto tenga un ángulo de visión lateral suficiente, por lo que es necesario adecuar las situaciones a esta circunstancia.

Así, se ha optado por utilizar situaciones estimulares ya grabadas ante las cuales los sujetos deben responder. Esto permite su presentación en cualquier ordenador y un registro más sencillo de la ejecución del sujeto. Para ello, se utilizarán imágenes ya diseñadas por un equipo del INTRAS para otros proyectos de investigación. Dichas imágenes serán grabadas en formato de vídeo para su posterior presentación repetida a los sujetos a través de cualquier terminal de ordenador.

En segundo lugar, y debido principalmente a los requerimientos metodológicos que se proponen desde la TDS, la prueba que se propone es muy larga. Para que los cálculos de la TDS sobre sensibilidad y sesgo de respuesta sean lo suficientemente fiables, se requiere de la presentación de muchas situaciones estimulares, con lo que la duración de la prueba puede

llegar fácilmente a los 10 minutos, tiempo excesivo si pensamos en la dinámica de trabajo que actualmente utilizan algunos Centros de Reconocimiento de conductores.

## **6. BENEFICIOS DE LA PRUEBA**

Una de las ventajas de la prueba propuesta es la mayor validez aparente con respecto a las pruebas que ya existen, ya que la forma de evaluar es más parecida a la realidad. Esto proporcionaría un mayor grado de credibilidad desde el punto de vista del usuario, y por tanto cabe esperar que éste se implique mucho más en la tarea.

El tipo de información que se le podría ofrecer al conductor ya no sería únicamente un valor numérico, sino que además se le proporcionaría feedback indirecto (retroalimentación) acerca del riesgo asumido en una determinada situación de tráfico, con lo que la prueba, además de evaluar, sirve para formar y asesorar a los conductores.

Proporciona la posibilidad de considerar en la evaluación del conductor aspectos que van más allá de la consideración de habilidades o destrezas perceptivo-motoras, importantes en determinados grupos de edad.

Permite detectar posibles grupos de riesgo. Según algunos estudios estadísticos parece detectarse que el grupo de jóvenes comprendido entre 14 y 25 años padece en una gran proporción déficits en la toma de decisiones. Éste déficit ha sido relacionado con cómo este grupo de sujetos afronta determinadas situaciones de tráfico más o menos conflictivas, y con el nivel de riesgo que asumen en cada una de ellas.

## **7. PERSPECTIVA DE FUTURO**

Una vez desarrollado el prototipo de la prueba, fruto de la colaboración del Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad vial y la empresa valenciana General ASDE, nos planteamos la validación de la prueba a fin de contrastar todos los requisitos propios de un instrumento de medición: fiabilidad y validez. Para ello se va a planificar y poner en marcha una fase experimental donde la prueba se pase a un número conveniente de sujetos y donde poder establecer una serie de adaptaciones y cambios iniciales relacionados con la presentación, duración de la prueba, comodidad de las respuestas, etc... A continuación se llevara a cabo la realización de pases a sujetos con distinto rango de edad, y que presenten características diferenciales (por ejemplo, sujetos reincidentes en accidentes de tráfico, conductores noveles, conductores veteranos, etc...).

A partir de estos resultados se deben realizar los cálculos pertinentes sobre validez y fiabilidad de la prueba, y realizar los ajustes necesarios en el instrumento en base a lo que se obtenga de dicho análisis, para obtener una adecuación de las medidas propuestas al constructo que se pretende detectar en los sujetos (la toma de decisiones a partir de los índices de sensibilidad y sesgo de respuesta).

El siguiente paso será la implementación en los centros de reconocimiento de conductores, y la evaluación de dicha implementación a través de algún tipo de instrumento que permita la valoración de los resultados y la aplicabilidad real en el proceso de realización de los exámenes

psicotécnicos.

En un futuro, se puede plantear además el desarrollo de nuevas situaciones que permitan una variabilidad en la estimulación presentada a los sujetos, que puede así mismo ser útil para prevenir el efecto del aprendizaje y la habituación a este tipo de pruebas.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

BLANCO, M.J. (1996). Psicofísica. Ed. Universitas S.A. Madrid.

DIRECCIÓ GENERAL DE SALUT PUBLICA. "Epidemiologia dels accidents de trànsit". Generalitat Valenciana. *Viure en Salut* (1998), 41, 4-5.

MONTORO, L.; CARBONELL, E.J.; TORTOSA, F. (ed.) (1995) "Seguridad Vial : del Factor Humano a las Nuevas Tecnologías". Ed. Síntesis. Madrid.

NEWSOME, L.R. (1974) "Risk taking as a decision process in driving." (Supp. Report 81 UC). Crowthorne, Reino Unido: Transport and Road Research Laboratory.

SEE, J. E. "Vigilance and Signal Detection Theory: An Empirical Evaluation of Five Measures of Response Bias". *Human Factors*, 1997, 39 (1), 14-29.