

TDS: Teoría y práctica por ordenador

José Manuel Reales Avilés
Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento
Universidad Nacional de Educación a Distancia

jmreales@psi.uned.es

Area temática: software educativo

Resumen

La experiencia educativa muestra que los conceptos abstractos expresados matemáticamente son difíciles de asimilar. La Teoría de Detección de Señales (Green y Swets, 1966) es un caso paradigmático. Sin una práctica adecuada los conceptos que se enseñan y evalúan en la TDS sufren un aprendizaje inerte, de manera que ni el alumno ni el profesional hacen suyos unos conocimientos de enorme importancia práctica (Swets, Dawes y Monahan, 2000).

Presentamos un programa de ordenador para Windows que permite al alumno/usuario elegir el experimento a realizar. El programa le permite analizar e interpretar los resultados obtenidos utilizando para ello el paradigma conceptual de la TDS. De esta forma el alumno/profesional se centra en los aspectos más conceptuales del problema (v.g., efectos del cambio criterial, del tipo de diseño, etc.) evitando la tediosa tarea de cálculo.

Introducción

Desde las primeras presentaciones de la Teoría de Detección de Señales (Peterson, Birdsall y Fox, 1954; Van Meter y Middleton, 1954) hasta las exposiciones más recientes (Swets, Dawes y Monahan, 2000), la TDS ha asumido un papel central en Psicología, tanto en la investigación básica como en sus aplicaciones prácticas (Swets, 1992). La investigación en este campo prosigue en diversos frentes, desde las generalizaciones multivariadas conocidas como Teoría del Reconocimiento General o GRT (Ashby, 2000) pasando por la conexión entre los conceptos de la TDS y la Teoría del Aprendizaje (Erev, 1998) hasta los intentos por introducir en el esquema teórico básico de la TDS más de un observador (Erev, Gopher, Itkin y Greenshpan, 1995; Gopher, Itkin-Webman, Erev, Meyer y Armony, 2000). En definitiva, y a diferencia de otras teorías que se han mostrado más sensibles al paso del tiempo, la TDS presenta un notable progreso. También podemos mostrar la importancia de la TDS en el ámbito académico si consideramos su amplia presencia en los actuales planes de estudio de muchas de nuestras universidades. La TDS se estudia o se utiliza ampliamente en las asignaturas de procesos básicos (v.g., memoria, percepción, experimental, etc.) hasta asignaturas más metodológicas (v.g., psicometría) o aplicadas (v.g., psicodiagnóstico). Su enorme extensión es indudable.

No obstante, es fácil percatarse de la dificultad que presenta la TDS para muchos usuarios potenciales de la misma. Muchos de estos usuarios, especialmente estudiantes, aprenden a utilizar las fórmulas básicas como un mal menor pero es usual que les falte una comprensión profunda de las condiciones en que resulta aconsejable la utilización de la TDS, de los conceptos básicos en que se sustenta o de los supuestos de la misma. Este problema puede conducir a un aprendizaje inerte. El estudiante aprende unos conceptos pero debido a su naturaleza abstracta no los asimila a su sistema conceptual. Si a esta situación añadimos que en muchos textos se presenta la TDS con una notable exquisitez formal pero no se hace referencia a las potenciales aplicaciones prácticas, el problema a que hemos aludido previamente se agudiza. Quizás sea esta la razón por la que recientemente Swets y cols. (2000) han tratado de recordar, en una revista no especializada, la enorme importancia práctica que puede tener la TDS.

Motivación didáctica del programa TDS_EXPER

Una de las razones que puede explicar el déficit en la aplicación de los conceptos de la TDS a los análisis experimentales y las decisiones estadísticas consiste en que esta teoría se considera muy especializada, con recursos informáticos también muy especializados. Recordemos que la TDS se suele enseñar, fundamentalmente, asociada a las asignaturas de Percepción y Psicofísica. Además, los paquetes estadísticos al uso (SPSS, BMDP) no la incluyen entre sus opciones debido a que están orientados fundamentalmente hacia la Matemática Estadística. Este problema se hace más agudo entre el alumnado de nuestras

universidades, el cual no suele disponer de los conocimientos de informática necesarios para programar un ordenador, tarea que le permitiría fácilmente automatizar las rutinas del cálculo de los índices estadísticos asociados con la TDS. Hasta el momento nos hemos referido a la TDS como instrumento de análisis. Pero es necesario hacer referencia también a la experimentación en que podemos aplicar esta teoría. Si la programación de rutinas de cálculo es una tarea relativamente sencilla para las personas con conocimientos medios de informática, no sucede lo mismo con la programación de experimentos en los que hay que presentar estímulos de diversa índole (palabras, dibujos, sonidos, etc.) controlando sus parámetros temporales, secuenciales, etc. Por todo lo anterior consideramos útil la generación de un material de *software* que permitiese a personas sin conocimientos informáticos, por un lado, ejecutar una serie de experimentos en donde la aplicación del marco teórico de la TDS fuese una exigencia del tipo de resultados que se obtenga del mismo. Por otro lado, consideramos importante que el mismo programa permitiese el análisis de los resultados. Con esto último evitamos que el alumno tuviese que cambiar de aplicación para realizar la experimentación o el análisis. De esta necesidad surgió TDS_EXPER.

Programa TDS_EXPER para Windows. Módulo experimental

Presentamos un programa de ordenador escrito en Delphi 3.0 para ser ejecutado en el sistema operativo Windows 95/98/2000. Este programa es la continuación de un software anterior que funcionaba en el antiguo sistema operativo MS-DOS (Reales, J. M. y Ballesteros, S., 1994; Reales J. M. y Ballesteros, S. 1995). Hemos considerado que la migración a Windows no solamente era una necesidad motivada por el desarrollo de los programas informáticos sino que sería una ventaja para el alumno ya que le facilitaría enormemente la tarea.

El programa se compone de dos partes claramente diferenciadas. La primera “Ejecutar experimento” (ver Figura 1) permite al alumno ejecutar diseños experimentales cuyo análisis se adecua a las exigencias de la TDS. El programa permite realizar 6 experimentos. En cada experimento el alumno puede manipular diversas variables.

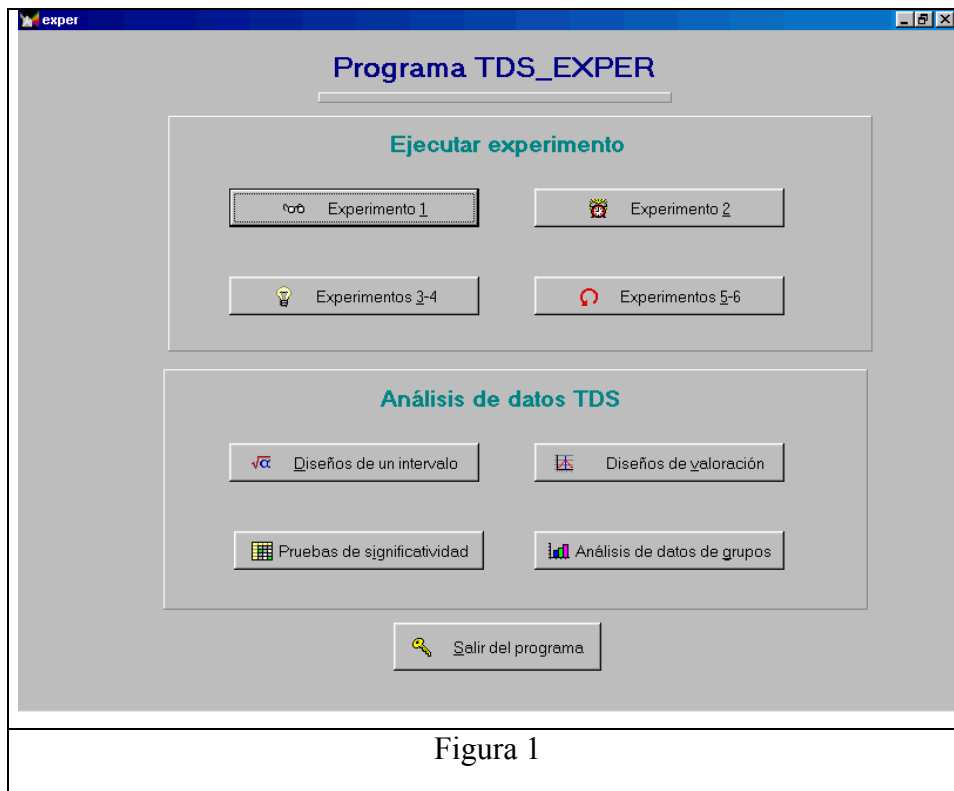


Figura 1

El programa permite realizar 6 experimentos. En cada experimento el alumno puede manipular diversas variables tanto de diseño, temporales o estímulares. Como ejemplo, el experimento 5-6 consiste en la investigación del Efecto de la Superioridad del Dibujo (Roediger y Blaxton, 1987). La pantalla de definición de parámetros permite observar el tipo de manipulaciones que el programa permite: se puede manipular el tipo de formato estimular (estímulo familiar o no familiar), el tipo de estímulo (dibujos o palabras), los tiempos de presentación en la fase de estudio, la demora estudio-test y la presentación de retroalimentación. Este amplio abanico de variables permite al alumno centrarse, más que en los factores de diseño experimental, en los efectos que muestran las variables sobre los índices de sensibilidad y/o criterios de la TDS.

Programa TDS_EXPER para Windows. Módulo de análisis

Este módulo permite analizar los resultados experimentales obtenidos en la ejecución del primer módulo en función del diseño utilizado. Como se puede ver en la Figura 2, nos permite analizar diseños Si/No paramétricos y no paramétricos, diseños 2AFC y mAFC, diseños igual/diferente fijos y volantes. Una última opción (Matriz de confusión incompleta) nos

permite realizar el análisis cuando, por alguna razón, no disponemos de los datos directos de la matriz de confusión. En este caso, podemos obtener la mayor parte de los parámetros de la TDS si disponemos solamente de las probabilidades de Aciertos y de Falsas Alarmas.

La realización del análisis es muy sencilla. Solamente debemos elegir el diseño adecuado haciendo “clic” en la casilla de verificación correspondiente, introducimos los datos correspondientes a la matriz de confusión (Exitos, Fallos, Falsas Alarmas y Rechazos Correctos) y presionamos el botón “Calcular”. El programa nos muestra los parámetros básicos de la TDS (d' y β) además de otros índices menos utilizados como “c” y los intervalos de confianza de los parámetros básicos. Esta última pantalla nos permite también ver la gráfica ROC implicada por los datos (ver Fig. 3).

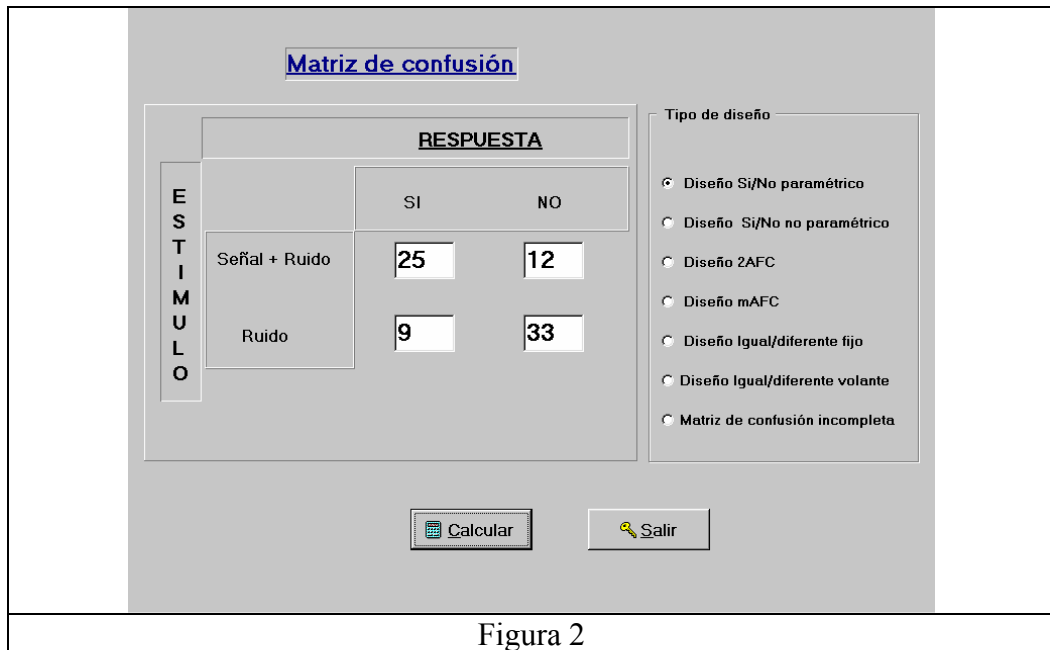


Figura 2

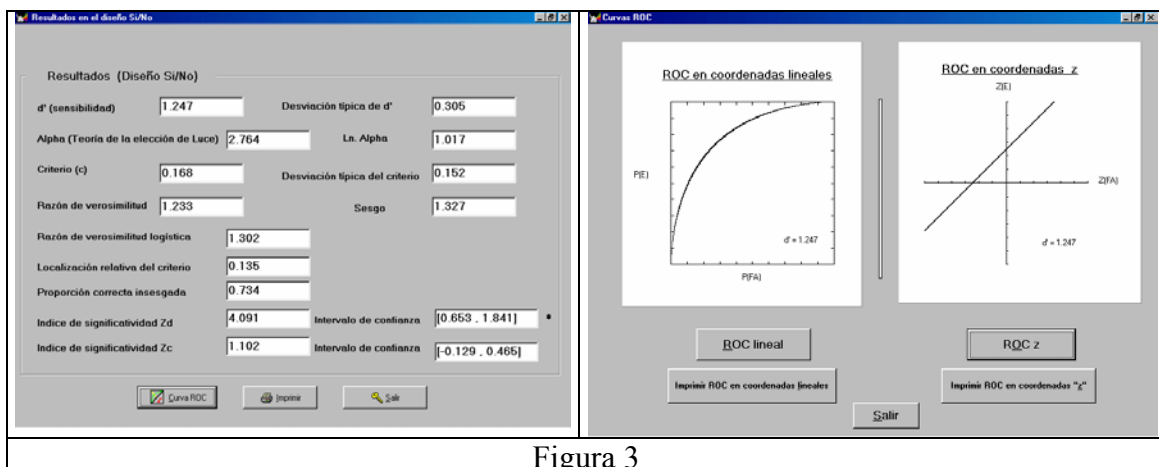


Figura 3

Una segunda opción, disponible a partir del menú principal (Figura 1), nos permite analizar los diseños de valoración. La gran utilidad de estos diseños es que, mediante un único experimento, podemos obtener diversos puntos de la curva ROC para cada sujeto, permitiendo un análisis más sofisticado. En la Figura 4 podemos ver un ejemplo ficticio de este análisis con 3 niveles de confianza de respuesta. La Figura 5 muestra la pantalla de resultados y las curvas ROC (en coordenadas lineales y en puntuaciones Z) correspondientes a este ejemplo.

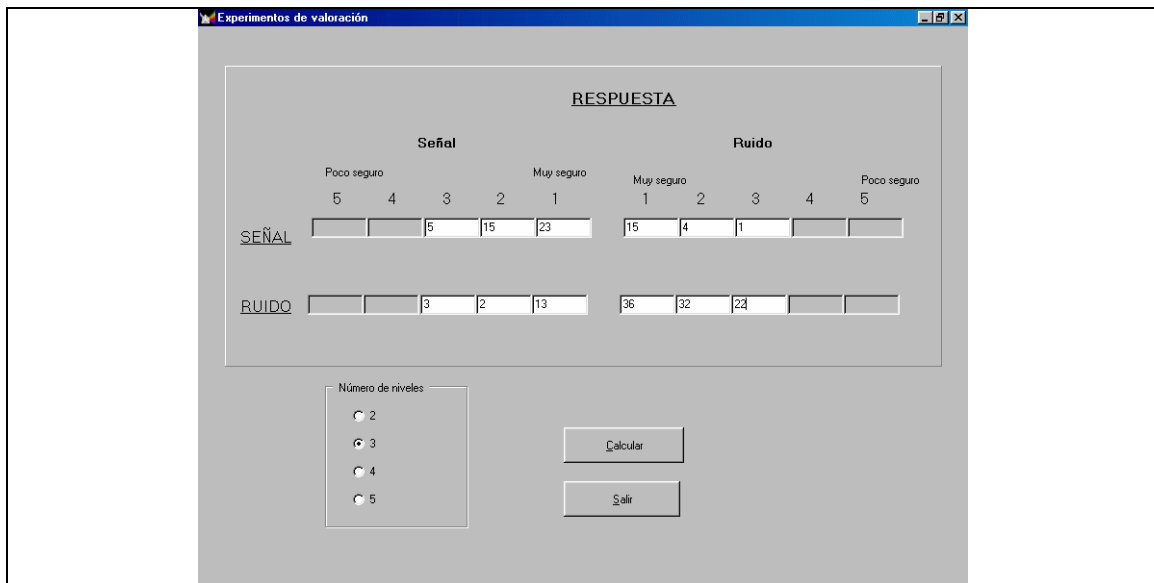


Figura 4

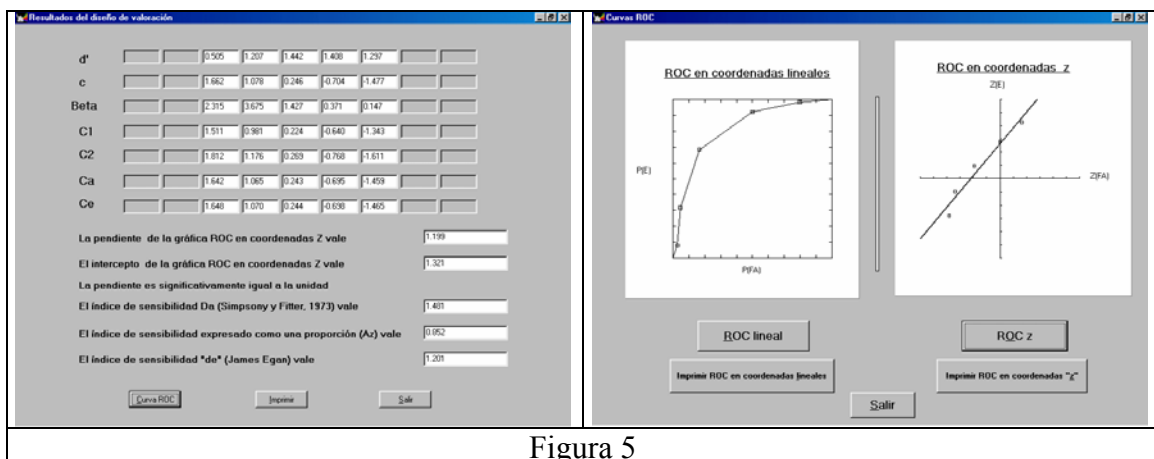


Figura 5

La opción “pruebas de significatividad” nos permite realizar análisis para comprobar si dos (o más) medidas de sensibilidad difieren estadísticamente entre sí. De esta forma podemos comprobar si dos (o más) observadores y/o grupos obtienen medidas de sensibilidad diferentes

entre sí. Por último, la opción “análisis de datos de grupos” nos facilita calcular los índices de sensibilidad y sesgo promediados para un grupo de sujetos. De esta manera podemos utilizar las “pruebas de significatividad” para comprobar si la variable experimental manipulada ha surtido efecto, aplicando estas pruebas a los datos promediados de cada grupo de sujetos en vez de utilizar técnicas más generales como el ANOVA.

Discusión

Hemos presentado un programa de ordenador que permite ejecutar experimentos psicológicos y analizar los resultados de los mismos mediante el paradigma de la Teoría de Detección de Señales. En este sentido cumple dos funciones complementarias. Por una parte permite ejecutar experimentos de diversas áreas temáticas de la Psicología, sirviendo por tanto como un manual de prácticas. Por otro lado, permite analizar una amplia variedad de diseños de la TDS. Esta última faceta otorga al programa la posibilidad de ser utilizado tanto por estudiantes como por experimentadores que necesiten realizar los cálculos de la TDS de forma rápida y fiable. Este programa está siendo utilizado actualmente por los estudiantes de Psicología General II en la Universidad Nacional de Educación a Distancia con resultados satisfactorios. La ampliación del programa en sus dos ámbitos, experimental y analítico, es un reto que beneficiará ampliamente a nuestros alumnos.

Bibliografía

- Ashby, F. G. (2000). A stochastic version of general recognition theory. *Journal of Mathematical Psychology*, 44, 310-329.
- Erev, I. (1998). Signal detection by human observers: A cutoff reinforcement learning model of categorization decisions under uncertainty. *Psychological Review*, 105, 280-298.
- Erev, I., Gopher, D., Itkin, R., y Greenspan, Y. (1995). Toward a generalization of signal detection theory to N-person games: The example of two-person safety problem. *Journal of Mathematical Psychology*, 39, 360-375.

- Gopher, D., Itkin-Webman, T., Erev, I., Meyer, J. y Armony, L. (2000). The effect of shared responsibility and competition in perceptual games: A test of a cognitive game-theoretic extension of signal-detection theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 325-341.
- Green, D. M. y Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley. Reprinted 1974 by Krieger, Huntington, NY.
- Reales, J. M. y Ballesteros, S. (1994). SDT-SP a program in Pascal for computing parameters and significance tests from several detection theory designs. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 26, 151-155.
- Reales, J. M. y Ballesteros, S. (1995). SDT-SP a program in Pascal for signal detection and Luce Choice Theory analysis: Further extensions. *Psicothema*, 7, 205-218.
- Reales, J. M. y Ballesteros, S. (2000). TDS_EXPER para Windows. Programa informático para la teoría de la detección de señales. Editorial Universitas, Madrid.
- Reales, J. M. y Ballesteros, S. (2000). TDS_EXPER para Windows. Prácticas de laboratorio por ordenador. Editorial Universitas, Madrid.
- Roediger, H. L. y Blaxton, T. A. (1987). *Retrieval modes produce dissociations in memory for surface information*. En D. S. Gorfein y R. R. Hoffman (Eds.), *Memory and Learning* (pp. 349-379). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Swets, J. A. (1992). The science of choosing the right decision threshold in high-stakes diagnostics. *American Psychologist*, 47, 522-532.
- Swets, J. A., Dawes, R. M. y Monahan, J. (2000). Decisiones racionales. Investigación y Ciencia, Diciembre, 14-19.