

## La toma de decisiones como proceso psicológico general: la supuesta excepción de la psicología experimental del condicionamiento

*Ignacio Loy Madera\**, *Susana Carnero Sierra*, *Félix Acebes Andreu*,  
*Patricia Solar Peña*, *Ismael Álvarez Bernardo*  
*y Joaquín Morís Fernández\*\**  
Universidad de Oviedo

### Resumen

La toma de decisiones puede ser considerada como actividad psicológica esencial, aquella en función de la cual puede entenderse toda actividad psicológica y que, a su vez, no puede descomponerse en actividades psicológicas significativas más simples. Proponemos, combativamente, que el concepto de decisión se sitúe a la altura de los conceptos de asociación, conducta o representación, como alternativas a ese proceso psicológico esencial. Expondremos, siguiendo a Gigerenzer y Murray (1987), que en todos los ámbitos experimentales de la psicología se ha producido una evolución conceptual hacia teorías basadas en algún tipo de concepto de decisión. Estos autores han defendido que el éxito de una concepción decisoria de la sensibilidad, la percepción, la memoria y el pensamiento depende del momento en que se produzca. Antes de la revolución de la inferencia (años 40) las teorías de la decisión no triunfaron. Describiremos dicha revolución, señalaremos los análisis ofrecidos por estos autores en relación con la psicofísica, la percepción, la memoria y el pensamiento y posteriormente veremos si eso mismo puede decirse del ámbito del aprendizaje, único campo no analizado explícitamente en la referida obra.

*Palabras clave:* toma de decisiones, detección de señales, revolución de la inferencia, teoría del aprendizaje

### Abstract

Decision making can be considered as essential psychological activity, since which any psychological activity can be understood and, at the same time, it is not possible to be analysed in simpler significative psychological activities. We propose, polemically, that the concept of

\* Correspondencia: Universidad de Oviedo. Ignacio Loy Madera <iloy@uniovi.es>. Tlfno: 985 10 41 48 FAX 985 10 41 44. Departamento de Psicología. Plaza de Feijoo s/n. 33003 Oviedo.

\*\* Universidad de Málaga.

decision must be put aside concepts like association, behaviour or representation, as alternatives to this essential psychological concept. We will exposure, following Gigerenzer & Murray (1987) that each experimental field of psychology has evolved towards decision based theories. These authors have defended that the triumph of this kind of account in sensory analysis, perception, memory and thinking depends strongly on the moment in which it is made. Before the inference revolution (40') this decision account did not reach good results. We will describe this revolution, and set the analysis concerning psychophysics, perception, memory and thinking. Finally we will analyse the field of learning, the only experimental area which has not been analysed in the cited book.

*Keywords:* decision making, signal detection, inference revolution, learning theory

## LA DECISIÓN MATEMÁTICA EN PSICOLOGÍA: LA REVOLUCIÓN DE LA INFERENCIA

Según Gigerenzer y Murray, (1987) ha habido dos revoluciones en la historia reciente de la psicología: la revolución de la inferencia y la revolución cognitiva. La combinación de ambas ha permitido entender los procesos psicológicos básicos como procesos de toma de decisiones.

La revolución de la inferencia es el proceso de institucionalización de los métodos estadísticos en psicología ocurrido entre 1940 y 1955. Antes de 1940 la cuestión de la inferencia inductiva era periférica tanto al método como a la teoría psicológica<sup>1</sup>. Pero lo que se institucionalizó fue un híbrido de dos teorías que los estadistas profesionales consideraban distintas e incluso incompatibles: la teoría de Fisher de la prueba de la hipótesis nula, suplementada con los conceptos de Neyman y Pearson y, en algunas ocasiones, por las interpretaciones bayesianas.

Según Fisher, la ciencia se construye a base de inducciones, y las inducciones se hacen a base de «des-probar» hipótesis nulas (no identificable con la falsación de hipótesis alternativas de Popper). En la figura 1 se puede ver que su esquema es el de una distribución normal simple. El problema fundamental estriba en definir bien las hipótesis nula y alternativa. Mientras los astrónomos utilizaban una discrepancia

1. Los programas de las licenciaturas en ciencias (Física, Química, Geología, Biología) apenas tienen en sus curricula asignaturas sobre estadística aplicada a sus propias disciplinas (en la universidad de Oviedo, p.e. Biología tiene una trocal de 5.5 créditos en 2º titulada «Bioestadística» y una obligatoria de 4.5 «Diseño Experimental en Biología» y las otras tres licenciaturas ni un solo crédito obligatorio). En contraste Psicología imparte 27 créditos obligatorios asignados al área de Metodología de las Ciencias del comportamiento y la propuesta en el nuevo marco del EEES, la sitúa en 24 créditos más dos optativas.

entre datos e hipótesis para rechazar los datos, en las ciencias sociales se resolvió esa discrepancia rechazando hipótesis nulas. Sin embargo el programa de Fisher no permite inferencia estadística alguna sobre la validez de las hipótesis alternativas.

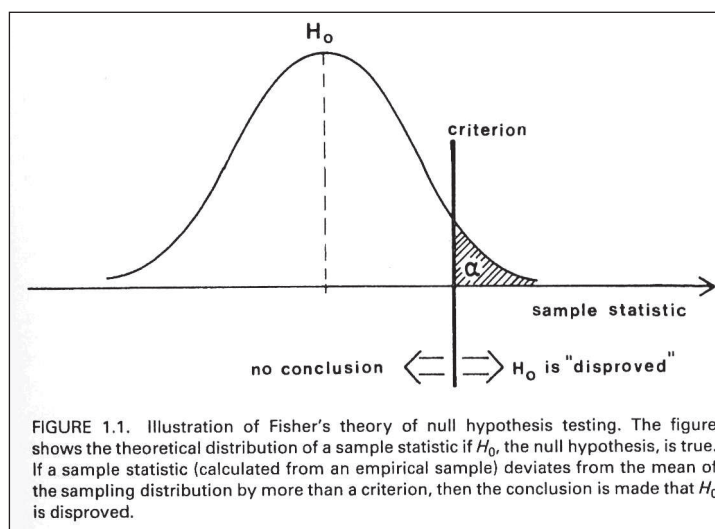


Figura 1 (Tomada de Gigerenzer & Murray, 1987, p. 9)

Lo que hicieron Neyman y Pearson fue extender la lógica de Fisher para convertirla en una teoría matemáticamente más consistente. Como puede verse estos autores consideraron dos hipótesis en lugar de una sola y por tanto la lógica de la inferencia ya no podía ser simple (sí/no) sino que se convertía en la matriz típica de cuatro estados (dos tipos de aciertos y dos tipos de errores). En todo caso, lo que nos dicen las pruebas son las probabilidades de **datos** supuesta la verdad o falsedad de una hipótesis. Para convertir la prueba de hipótesis en una mecánica de la conclusión, hay que hacer un truco: conceptualizar el resultado al revés. Así, en lugar de concluir que la prueba ha aportado una **probabilidad de datos** supuesto un valor de verdad de la hipótesis, concluimos que el resultado refleja la **probabilidad de la hipótesis** dados unos datos. Esto es incorrecto, pero el error se ha arrastrado hasta hoy y la mayoría de los psicólogos experimentales consideran que la prueba de hipótesis proporciona información sobre la probabilidad de las hipótesis<sup>2</sup>.

2. Hemos revisado algunos de los manuales más populares en la enseñanza de la estadística en psicología. Ni Botella, León y San Martín (1993), ni Amón (1982), mencionan esta polémica y lo que se suele explicar, de acuerdo al informe de colegas especialistas en estas áreas de nuestra universidad, es la mecánica de la contrastación de hipótesis tal y como quedó tras la falsa síntesis de Neyman-Pearson.

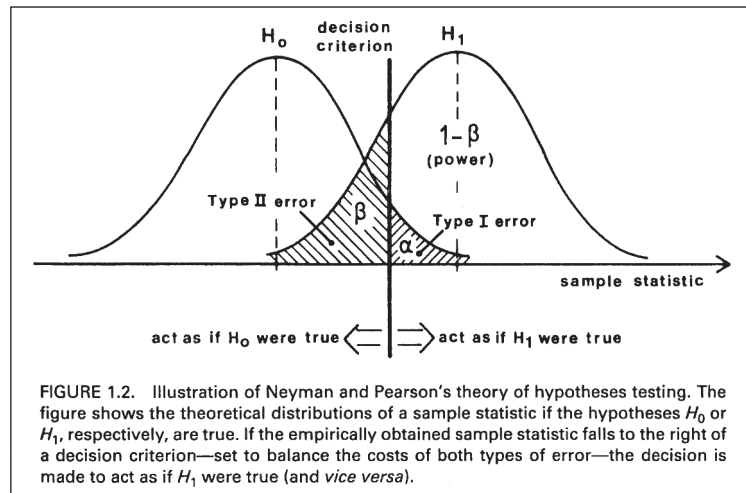


Figura 2 (Tomada de Gigerenzer & Murray, 1987, p. 13)

## LA INFERENCIA ESTADÍSTICA COMO TEORÍA DE LOS PROCESOS PSICOLÓGICOS

Con todo, la interpretación cognitiva de la prueba de hipótesis, hizo que una herramienta (la inferencia estadística) se convirtiera en una teoría explicativa de los procesos psicológicos y por eso éstos, según la tesis histórica defendida por Gigerenzer y Murray (1987), pueden analizarse de acuerdo con un esquema histórico cortado por la revolución de la inferencia. Los autores mantienen que en la psicofísica básica, la percepción, la memoria y el pensamiento, puede trazarse un antes y un después de la revolución de la inferencia. El panorama a finales de los años 80 del pasado siglo refleja la emergencia de un punto de vista basado en la idea de toma de decisiones en todas esas parcelas de la investigación experimental. Los autores mencionados describen la evolución de la investigación en la psicofísica como un recorrido desde la búsqueda de umbrales (realismo) de Fechner y Weber hasta la psicofísica de la inferencia estadística con la TDS; en el estudio del reconocimiento del objeto, el proceso histórico va de la inferencia inconsciente de Helmholtz hasta la prueba de hipótesis del álgebra deductiva de Anderson; en la memoria, de la asociación a la toma de decisiones y en la investigación en pensamiento se pasa del insight a la estadística intuitiva (véase Tabla 1).

El isomorfismo estructural entre la lógica de la prueba de hipótesis de Neyman & Pearson y la TDS (Figura 3) permite afirmar que ésta no es una teoría psicofísica, sino una teoría de la decisión aplicable a multitud de campos.

TABLA 1

Tabla cronológica				
Fases	Psicofísica	Percepción	Memoria	Pensamiento
<b>Precedentes</b>	Umbrales: • Weber-Fechner • Stevens	Tratamientos no decisionarios.	<b>La asociación</b> (sin decisión).	• El insight • La gestalt • Escuela de Würzburg.
<b>Antes 1950</b>	TDS en ingeniería (Aritmofobia Psicológica)	• Inf. inconsciente de <b>Helmholtz</b> . • <b>Brunswick</b> .	• Tolman • Semon • Ectofización • Prueba de Hipótesis al recordar. • Barlett (esquemas)	
<b>1960-1987</b>	Decisión en psicofísica. • Green y Swets (1966)	Gregory y Anderson  12 artículos	Modelos: • Del reconocimiento • Memoria distribuida • SAM  10 artículos	Racionalidad = Probabilidad. Aceptación Teorema de Bayes.
<b>1988-2008</b>	TDS	24 artículos	20 artículos	10 artículos

A finales de los años 40 (Markum, 1947) publicó un extenso trabajo titulado «A Statistical Theory of Target Detection by Pulsed Radar». En los años 50 aparecieron muchos más, (Peterson, 1953, 1954, Fitzhugh, 1957), que describían una teoría estadística de la detección de señales, pero su forma de presentación, altamente técnica, no cuajó entre los psicólogos. Estos autores eran en su mayoría ingenieros y estaban realizando trabajos sobre detección en radar. Diversos grupos de investigación fueron presentados ya sus datos y métodos (Peterson, Birdsall y Fox, 1954; Van Meter y Middleton, 1954; en la Unión Soviética: Kotelnikov, 1960 citado por Macmillan y Creelman, 1991. Tanner y Swets, 1954 en experimentos de visión y Smith y Wilson 1953 y Munson y Karlin, 1954; en audición), pero hasta la publicación del libro de Green y Swets (1966) la TDS no se extendió a casi todos los ámbitos de la psicología experimental. Efectivamente, la TDS se ha aplicado exitosamente en las más variadas situaciones, tanto de carácter práctico como estrictamente experimental (Hutchinson, 1981). Para valorar el alcance de la propuesta de Gigerenzer y Murray (1987) sería necesario evaluar la emergencia del punto de vista basado en la decisión en cada uno de esos campos desde 1987 hasta hoy. Una revisión de cuatro revistas generales representativas de la investigación básica en psicología experimental<sup>3</sup>, nos indicó como puede verse en la Tabla 2, que en la investigación en percepción, memoria y pensamiento se

3. Psychonomic Bulletin and Review, Psychological Review, Journal of Experimental Psychology (General) y Annual Review of Psychology.

produce un sensible incremento desde el periodo 1960-1987 con respecto al periodo 1988-2008. Sin embargo esta tónica no se cumple en el campo del aprendizaje.

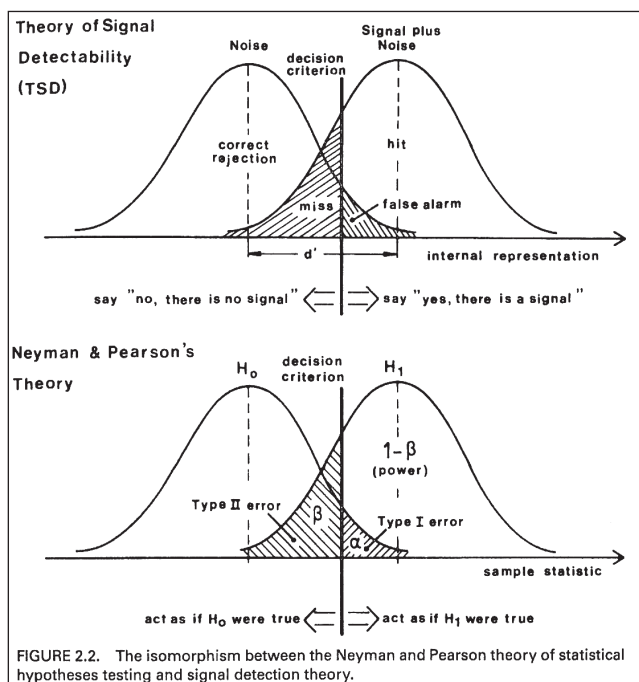


Figura 3 (Tomada de Gigerenzer & Murray, 1987, p. 43)

TABLA 2

La evolución reciente de la hipótesis		
	1960-1987	1988-2008
Percepción	12	24
Memoria	7	20
Pensamiento	1	10
Aprendizaje	3	3

### *El caso del aprendizaje y el condicionamiento*

¿Por qué el aprendizaje, cuyas tareas guardan similitudes con algunas de las anteriores, no es uno de los ámbitos repasados en la revisión histórica de Gigerenzer y Murray? ¿Acaso porque los autores, viendo el asociacionismo imperante tanto en la tradición conductista como en la perspectiva inaugurada por Rescorla a finales de los 60 (por ejemplo Rescorla, 1988) dieron por imposible un tratamiento basado en la teoría de la decisión?

El aprendizaje y en concreto el condicionamiento clásico aparecen tangencialmente en el libro de Gigerenzer y Murray en el capítulo de la memoria. Al analizar la historia del estudio de los procesos de memoria antes de la revolución de la inferencia, describen cómo el legado conductista enfrentaba la memoria por influencia del concepto de hábito (James) y la formación de hábitos como consecuencia de la asociación. Parece que la psicología experimental del aprendizaje nació ya como ejercicio de una perspectiva fuertemente asociacionista (con Thorndike). El condicionamiento clásico (Pavlov, Twitmyer) reforzó estas ideas y Watson prefería la idea de competencia entre respuestas, que hablar de decisión, razón por la cual quedaba muy poco espacio para una visión basada en la teoría de la decisión que sin embargo Tolman logró introducir merced a su trabajo con Brunswik (Tolman y Brunswik, 1942) que constituye una propuesta asimilable a la decisión por medio de la idea de aprendizaje como proceso de detección de la textura causal del ambiente. Pero ni Tolman ni Brunswik triunfaron sociológicamente y entre los años 30 y los 60, a pesar del profundo cambio hacia teorías de la decisión en todos los campos de la psicología experimental, en la psicología del condicionamiento, última trinchera del conductismo, la revolución de la inferencia no produjo «un antes y un después» sino «un más de lo mismo».

Sin embargo, casi desde la formulación de la TDS, encontramos diversos campos en los que la aplicación de los conceptos esenciales de esta teoría tiene un uso explícito y productivo pero ¿por qué sucede esto? Proponemos que la comprensión de la TDS como un herramienta impide su uso como un recurso conceptual, esto es, como justificación de un programa de investigación que entienda el aprendizaje como proceso de toma de decisiones. En lo que resta de este trabajo repasaremos algunos usos meramente técnicos para terminar con la descripción de dos trabajos que van al núcleo de la moderna teoría del aprendizaje: el modelo de Rescorla y Wagner (1972) y el aprendizaje de la contingencia (Jenkins & Ward, 1965).

## USOS TÉCNICOS DE LA TDS EN EL CONDICIONAMIENTO

Toda situación de discriminación entre dos estímulos puede ser analizada en términos de la TDS. En este apartado comprobaremos si la revolución de la inferencia está llegando de todas formas al condicionamiento aunque con unas décadas de retraso.

Efectivamente la discriminación ha sido el campo pionero en aplicar la TDS al condicionamiento. Blough (1967) transforma las conocidas representaciones acampañadas de los gradientes de generalización en curvas COR, confirmando que a mayor parecido físico entre el estímulo reforzado y los de prueba (no reforzados) se obtienen curvas de isosensibilidad progresivamente más cercanas a la diagonal del espacio delimitado por Aciertos y Falsas Alarmas.

Green y Swets (1966) describen dos trabajos sobre discriminación instrumental en ratas. En uno (Hack, 1963) la probabilidad de la señal se modificaba mientras la del reforzamiento se mantenía constante. En el otro (Nevin, 1964) la probabilidad del reforzamiento se variaba mientras la probabilidad de la señal se mantenía fija. Ambos casos son tareas discriminativas en condicionamiento instrumental, al que se aplica la terminología TDS. Este mismo autor planteó una propuesta teórica para integrar la psicofísica y los programas de reforzamiento. En el condicionamiento clásico destaca el trabajo de Grice (1973), que estudia sistemáticamente el efecto de la intensidad de los ECs con la metodología de la TDS poniéndola en relación con la teoría de Hull. Este autor empleó sujetos humanos e instrucciones verbales para modificar los criterios de respuesta de sus sujetos. Hirsch (1979), revisó las aplicaciones de los parámetros de la TDS en la literatura y proporcionó algunas claves para su extensión a nuevos usos. Schmajuk (1987), señaló que el condicionamiento clásico puede ser considerado como un proceso de toma de decisiones en el que el sujeto tiene que decidir si responder o no en la presencia o ausencia de un EC.

## USOS CONCEPTUALES DE LA TDS EN EL CONDICIONAMIENTO

Pero el uso por excelencia de la TDS para atacar la inexpugnable atalaya del asociacionismo moderno de las teorías del aprendizaje (Rescorla, 1988) es el trabajo de Mason, Idrobo, Early, Abibi, Zheng, Harrison y Carney (2003) quienes exploran el efecto de la intensidad del EC que se presenta en compuesto con otro (ruido) sobre el nivel de RC, con un procedimiento de condicionamiento de parpadeo en conejos. Los autores describen matemáticamente cómo ni el modelo de Rescorla y Wagner (1972), ni el configuracional de Pearce (1987), predicen cambios ante el estímulo N (noise) tras un entrenamiento TN+/N- en función de los cambios en intensidad del T (esto es, en función de la intensidad del EC). Sin embargo desde la TDS es fácil conceptualizar



estos cambios como incrementos o decrementos del número de Falsas Alarmas (RCs ante la ausencia de la señal)

Recientemente el condicionamiento pavloviano con animales ha encontrado un nuevo punto de conexión con la psicología humana en lo que se denomina juicios de contingencia o aprendizaje causal. Los estudios de Jenkins y Ward (1965) y Smedslund (1963) son los antecedentes de las actuales tareas de juicios de contingencia. En estos estudios, los sujetos humanos reciben información sobre la relación entre eventos (p.e. ingesta de un alimento y aparición de una reacción alérgica, en Dickinson y Burke, 1996 o Shanks, 1990). Así se ha desarrollado una gran cantidad de investigación sobre las teorías del condicionamiento elaboradas a partir de los años 70 en el marco del enfoque asociativo del condicionamiento, muy especialmente en el modelo de Rescorla y Wagner (1972) y derivaciones de éste. El tema estrella ha sido la regla que mejor describe el aprendizaje de las relaciones entre eventos. El problema consiste en manipular las probabilidades implicadas en el aprendizaje de relaciones entre acontecimientos.

TABLA 3

*Matrices de contingencia entre causas/ efectos, ECs/EIs,  $H_1/H_0$  y S y*

	Causa	No Causa
Efecto	a	b
No efecto	c	d
	EC	No EC
EI	a	b
No EI	c	d
	$H_1$	$H_0$
Aceptar $H_1$	Éxito	Error Tipo I
Rechazar $H_1$	Error Tipo II	Rechazo Correcto
	Señal	Ruido
Sí	Acierto	Falsa Alarma
No	Error	Rechazo Correcto

Si observamos la tabla 3, veremos la igualdad formal de las situaciones de condicionamiento clásico y las de establecimiento de juicios de causalidad (así como la similitud con las tareas típicas de la TDS y de la prueba de hipótesis) igualdad que sustenta el argumento de este trabajo. La estructura general de una situación de condicionamiento clásico puede equipararse con la estructura general de una situación predictiva o causal. Tenemos un efecto (estímulo condicionado) y su causa (estímulo incondicionado) que se pueden relacionar de acuerdo a una matriz muy simple de presencia-ausencia. La investigación se ha centrado en indagar cuál de las posibles

reglas es la que mejor describe el aprendizaje y cuáles son las ventajas e inconvenientes de las distintas posibilidades (véase p.e. White, 2003). En el modelo de Rescorla y Wagner (1972) el animal es un detector de la capacidad predictiva de los ECs según lo cual cuando  $a/a+c$  es igual  $c/c+d$  no se puede producir aprendizaje porque los ECs no predicen la aparición del EI. La discusión se establece acerca de la posibilidad de que otros algoritmos predigan mejor el comportamiento de los sujetos.

Las reglas son combinaciones de casos que se presentan y en las que los sujetos se ajustan a un criterio matemático óptimo establecido independientemente del comportamiento. Es decir, según todas estas líneas de investigación aprender es ajustarse a un criterio matemático óptimo. Y aquí es donde la TDS está demostrando ser, más que una herramienta, una teoría capaz de aportar una visión diferente del problema de la detección de la contingencia, problema que ha definido el campo del condicionamiento pavloviano desde los años 60 (Rescorla, 1968).

Dada la igualdad formal de la tabla anterior y dado que las teorías provenientes del condicionamiento clásico han sido enormemente fructíferas en el desarrollo de teorías generales del establecimiento de juicios, podemos concluir que una teoría general de la decisión (detección o no de una señal apenas perceptible) puede producir aportaciones interesantes a las situaciones de aprendizaje y de condicionamiento pavloviano. Allan y Siegel (2008) han llegado a esta conclusión y han construido a través de la TDS un modo de abordar la capacidad de los sujetos humanos para detectar contingencias en tareas de relaciones entre símbolos, cerrando así el ciclo histórico de la expansión de las ideas de la inferencia a toda la psicología experimental básica.

## REFERENCIAS

- Allan, L.G. (1980). A note of measurement of contingency between two binary variables in judgement tasks. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 15, 147-149.
- Allan, L. G., Siegel, S. y Tangen, J. M. (2005). A signal detection analysis of contingency data. *Learning and Behavior*, 33, 250-263.
- Allan, L. G., Hannah, S., Crump, M. J. C. y Siegel, S. (2008). Psychophysics of Contingency Assessment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 226-243.
- Amón, J. (1978). *Estadística para psicólogos*. Madrid: Pirámide.
- Botella, J., San Martín, R. y León, O. (1992). *Análisis de datos en Psicología*. Madrid: Pirámide.
- Boneau, C. A. y Cole, J. L. (1967). Decision theory, the pigeon and the psychophysical function. *Psychological Review*, 74, 123-135.
- Blough, D.S. (1967). Stimulus generalization as signal detection in pigeons. *Science*, 176, 940-941.

- Dickinson, A. y Burcke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective reevaluation of causality judgements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 60-80.
- FitzHugh, R. (1957). The statistical detection of threshold signals in the retina. *J. Gen. Physiol.* 40, 925-948.
- Green, D.M. y Swets, J.A. (1973). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Grice, G.R. (1972). Conditioning and decision theory of response evocation. En G. H. Bower y K. W. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 2-63). New York: Academic Press.
- Gigerenzer, G., y Murray, D. J. (1987). *Cognition as intuitive statistics*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hack, M.H. (1963). Signal Detection in the Rat. *Science*, 139, 758-759.
- Hirsch, K. A. (1979). Signal Detection Analysis of Conditioning Data. *The Journal of General Psychology*, 101, 249-258.
- Hutchinson, T.P. (1981). A review of some unusual applications of signal detection theory. *Quality and Quantity*, 15, 71-98.
- Jenkins, H.M. y Ward, W.C. (1965). Judgement of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs: General and Applied*, 79, 1-17.
- Macmillan, N.A. y Creelman, C.D. (1991). *Detection Theory: A User's Guide*. Cambridge: University Press.
- Marcum, J.I. (1947). A statistical theory of target detection by pulsed radar. *The RAND Corporation. Memorandum RM-754*, 1(December).
- Mason, C. R., Idrobo, F., Early, Abibi, S.J., Zheng, L., Harrison, M. y Carney, L. H. (2003). CS-dependent response probability in an auditory masked-detection task: Considerations based on models of Pavlovian conditioning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B(2), 193-205.
- Munson, V.A. y Karlin, J. E. (1954). Measurement of human channel transmission characteristics. *J. acoust. Soc. Amer*, 26, 542-553.
- Nevin, J.A. (1964). A Method for the Determination of Psychophysical Function in the Rat. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 7, 169.
- Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in pavlovian conditioning. *Psychological Review*, 94, 61-73.
- Peterson, W.W., Birdsall, T.G. y Fox, W.C. (1954). The theory of signal detectability. *Transactions IRE Profession Group on Information Theory*, PGIT(4), 171-212.
- Peterson, W.W., y Birdsall, T.G., (1953). The theory of signal detectability (Technical Report No. 13). *University of Michigan: Electronic Defense Group*.

- Rescorla, R. A. (1988). Pavlovian conditioning: It's not what you think it is. *American Psychologist*, *43*, 151-160.
- Rescorla, R.A. y Wagner, A.R. (1972). A theory of pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En H. Black y W. F. Prokasy (Eds.), *Classical Conditioning: II. Current Research and Theory*. New York: Appleton.
- Schmajuk, N. A. (1987). Classical Conditioning, Signal Detection and Evolution. *Behavioural Processes*, *14*, 277-289.
- Shanks, D. R. (1990). Connectionism and the learning of probabilistic concepts. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *42A*, 209-237.
- Smedslund, J. (1963). The concept of correlation in adults. *Scandinavian Journal of Psychology*, *4*, 165-164.
- Smith, A.G. y Wilson, E.A. (1953). A model of the auditory threshold and its application to the problem of the multiple observer. *Psychological Monographs*, *67*.
- Tolman, E.C. y Brunswick, E. (1935). The organism and the causal texture of the environment. *Psychological Review*, *42*, 43-77.
- Tanner, W. P. y Swets, J. A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, *61*, 401-409.
- Van Meter, D. y Middleton, D. (1954). Modern statistical approaches to reception in communication theory. *Transactions of the IRE Professional Group on Information Theory*, *4*, 119-145.