

## **NOTA TEÓRICA SOBRE LAS PRUEBAS DE DIFERENCIACIÓN EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL**

*Bárbara Yamila Álvarez<sup>1\*</sup> y Ada Manresa<sup>2†</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos, Universidad San Francisco de Quito, 17-12-841,  
Círculo de Cumbaya, Quito, Ecuador.*

*<sup>2</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Ave. 23 # 21425 e/ 214 y 222, La Habana,  
Cuba.*

*†Fallecida*

*E-mail: yamilaec@yahoo.com*

### **RESUMEN**

El empleo de los métodos para evaluar diferencias o agrado está muy extendido para una variedad de pruebas aparentemente sencillas de evaluación sensorial, ya sea con catadores o consumidores. Sin embargo, se deben considerar las tendencias más actuales en este ámbito, es por ello que el artículo ofrece una introducción para el modelo Thurstoniano así como su aplicación en las pruebas sensoriales. El tratamiento teórico abordado explica las diferencias detectadas en la ejecución de diversos protocolos que incluyen las pruebas de diferencias, donde un pequeño cambio en las instrucciones dadas al juez, puede alterar la proporción de respuestas correctas. Se comenta sobre el uso de la estadística binomial para el análisis de pruebas de diferencias, sus limitaciones y el efecto de la estrategia cognitiva adoptada por el catador durante la prueba; se analiza el modelo Thurstoniano en la respuesta de los evaluadores, la Teoría de Detección de Señales, además de abordar aspectos relacionados con el Análisis Secuencial de la Sensitividad, desarrollado como una evolución crítica al modelo Thurstoniano.

**Palabras clave:** evaluación sensorial, modelo Thurstoniano, Teoría de Detección de Señales.

### **ABSTRACT**

#### **Theoretical note on difference tests used in sensory analysis**

The use of methods to evaluate differences or liking is very widespread for a variety of apparently simple sensory evaluation tests, either trained judges or consumers are being used. However, the most current tendencies in this area should be considered. That is why this article shows an introduction to the Thurstonian model, as well as its application on sensorial tests. The discussed theoretical treatment explains the detected differences in the execution of diverse protocols which include the test of differences, where a small change in the instructions given to the judges, could alter the proportion of right answers. A comment is made about the use of the binomial statistics for the analysis of tests difference, its limitations and the effect of adopted cognitive strategy by the consumers during the test. The Thurstonian model in the judges' answers and the Signal Detection Theory are also analyzed. Moreover, some aspects related to Sequential Sensitivity Analysis, developed as a critical evolution of the Thurstonian model, are also covered.

**Key words:** sensory evaluation, Thurstonian model, Signal Detection Theory.

---

*\*Bárbara Yamila Álvarez Coureaux: Doctora en Ciencias de los Alimentos (IFAL, 2011). Actualmente, profesora de Evaluación Sensorial en la Universidad San Francisco de Quito (Ecuador) y Directora del Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos (INESA) de dicha Universidad. Centra sus investigaciones en la aplicación del Modelo Thurstoniano a las pruebas sensoriales con consumidores.*

## INTRODUCCIÓN

Para que una ciencia progrese es importante constar con bases sólidas y modelos que expliquen los eventos de la misma. Hasta hace unos años el área de evaluación sensorial y los estudios con consumidor eran meramente una colección de métodos y datos sin una columna vertebral teórica. Los investigadores de la ciencia sensorial han entendido el rol del análisis estadístico para paliar las incongruencias de las mediciones en evaluación sensorial. Sin embargo, se ha detectado que los problemas principales están asociados con el acto de la medición misma. Por consiguiente, se hace necesario poner atención a los modelos de medición. Con estos antecedentes, el presente trabajo recoge la información principal acerca de una nueva visión del análisis sensorial, desde el enfoque llamado el modelo Thurstoniano.

La sicofísica es la parte de la filosofía empírica que estudia las reacciones entre lo físico y lo psíquico (1). La sicofísica sensorial busca, por su parte, estudiar el funcionamiento del sistema sensorial y los mecanismos cerebrales de captación de estímulos. Los investigadores de la temática sensorial deben utilizar la sicofísica, pues los alimentos son evaluados por los sentidos humanos; por lo que mientras mejor sea conocido el instrumento de trabajo, más eficientes serán las pruebas a diseñar.

Los psicólogos y neurocientíficos trabajan evaluando el sistema sensorial y registrando los impulsos nerviosos; otros estudios son los que utilizan modelos en animales; sin embargo, la forma de medir los estímulos se realiza, por lo general, sobre la base del comportamiento del individuo. Los integrantes de un grupo de estudio pueden ser seleccionados al azar, lo que permite realizar inferencias acerca de la población humana. La sicofísica supone que todos los sistemas sensoriales humanos actúan similarmente, de ahí que las muestras sean significativamente más pequeñas que para otros estudios (2).

Los grupos de evaluadores, independientemente del objetivo de la evaluación sensorial, están sujetos a mediciones de su comportamiento y cada grupo tiene su forma de controlar el desempeño del evaluador. En la evaluación sensorial, el análisis se lleva a cabo en compartimientos individuales o cabinas, lo que permite la

independencia en el juicio del catador. Las pruebas sensoriales con consumidores pueden realizarse en cualquier sitio donde estos se encuentren o por medio de pruebas en el hogar. Por su parte, los estudios en sicofísica sensorial se realizan mediante la interacción uno a uno (evaluador-evaluado) y de ser posible el estudio se realiza a doble ciego.

### Modelos sicofísicos

Han sido muchos los intentos por explicar el funcionamiento de los sentidos a través de la sicofísica y desde mediados del siglo XIX se realizan aportes a la teoría de la percepción (2). Dentro de los modelos más reconocidos en la literatura científica de la ciencia sensorial se encuentran la ley de Fechner, en 1860, el modelo de Beidler (1954), así como la ley de Stevens (1957).

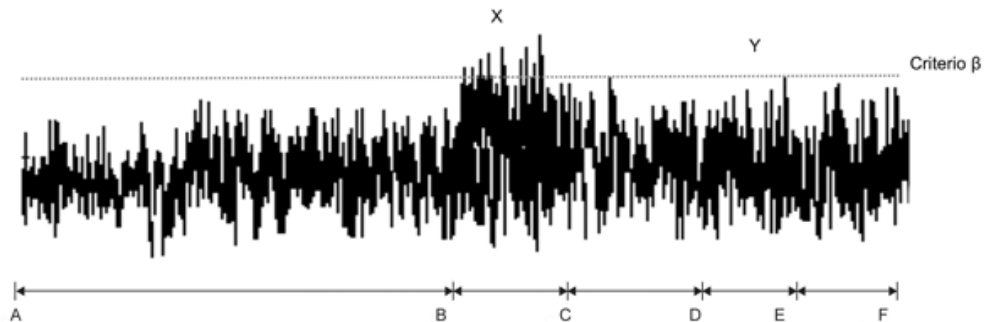
Sin embargo, desde 1927 se postula un modelo probabilístico, no matemático, en el que se plantea que: "la variabilidad de la percepción genera cambios en la medición y además tiene en cuenta la regla de la toma de decisión cognitiva" (3-5). Este modelo, conocido como modelo Thurstoniano, se basa en la variabilidad de la percepción sensorial, representada a través de la distribución normal de probabilidades y en la estrategia cognoscitiva empleada para la toma de decisiones y la emisión de una respuesta sensorial.

### Modelo Thurstoniano

El modelo de Thurstone es una estructura poderosa para entender los mecanismos de la medición sensorial (6). La idea básica del modelo radica en que cada vez que un alimento es degustado por un juez, varía la percepción de la intensidad del estímulo. Esta variación puede ser medida en términos de la respuesta neural o de la intensidad de la propia percepción, pero no depende del alimento en sí, sino del criterio de elección del evaluador. Estas estrategias teóricas han resultado enriquecedoras para la comprensión de los métodos de medida sensorial y básicamente traza dos estrategias cognitivas. La estrategia  $\hat{a}$  (criterio  $\hat{a}$ ), involucra un proceso de categorización de la intensidad de los estímulos en lugar de la usual comparación relativa de las distancias entre ellos. El evaluador asigna categorías a las sensaciones según este criterio cognitivo que se crea, por lo general, siguiendo las instrucciones dadas por el conductor de la prueba. Esta estrategia se ha designa-

do en la literatura propia de la psicología como "la regla de la decisión óptima" (7) o el modelo de la observación independiente (8). El criterio  $\hat{\alpha}$  define la intensidad a partir de la cual los estímulos se consideran de mayor intensidad, teniendo en cuenta que existe una actividad cerebral basal identificada como ruido. Es decir, el límite entre las regiones de baja y alta intensidad se llama criterio  $\hat{\alpha}$ , siendo un parámetro psicológico que no depende directamente de la sensibilidad particular de cada juez (9).

La Fig. 1 muestra un mejor entendimiento del criterio  $\hat{\alpha}$ , donde el ruido neural está representado por el segmento AB. En el instante B, se distingue un estímulo X, el cual se percibe como señal pues supera la barrera de detección que establece el criterio  $\hat{\alpha}$  hasta el instante C en que cesa el estímulo. El ruido neural se mantiene incluso después del instante D en el que a pesar de la presencia del estímulo Y, este no es lo suficientemente intenso para superar el criterio  $\hat{\alpha}$  y permitir al sujeto diferenciar esta señal del ruido neural.



**Fig. 1. El criterio  $\beta$  como límite en la percepción del ruido neural y la señal del estímulo.**

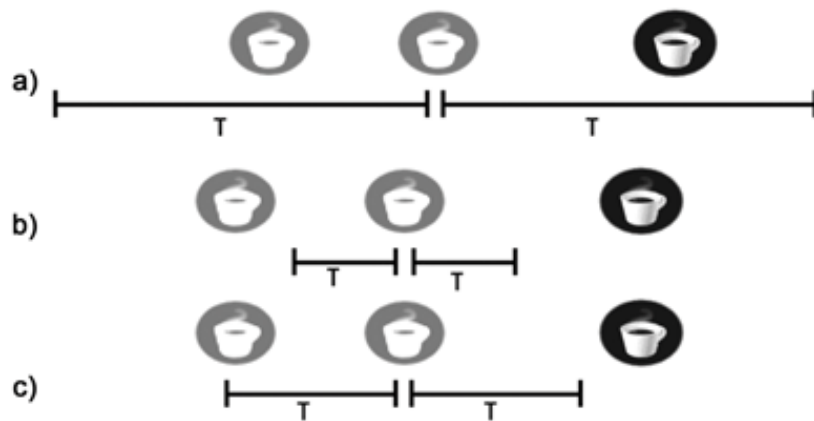
Atendiendo a estos argumentos se infiere que toda acción destinada a ajustar el criterio  $\hat{\alpha}$  redundará en una mejor diferenciación de estímulos confundibles.

Un segundo tipo de criterio se ha llamado criterio Tau ( $\hat{\delta}$ ) descrito por Ennis (1993) o criterio K (8) usado en protocolos donde al menos se presentan dos muestras y se pide al juez indicar si se trata del mismo producto o de productos diferentes. Esta estrategia cognoscitiva, derivada del modelo Thurstoniano, ha sido llamada la regla de la decisión de la diferencia (7) y en este caso en lugar de ser una demarcación que delimita dos áreas en el continuo sensorial, el criterio  $\hat{\delta}$  simula una vara o cinta métrica de una medida psicológica de la distancia percibida entre las dos intensidades de las muestras que se van a comparar.

Igualmente, el criterio  $\hat{\delta}$  es un parámetro psicológico y no depende de la sensibilidad del sujeto. Si un sujeto se siente seguro, no necesita una diferencia grande para percibir y describir las muestras como diferentes, lo

que se traduce en un pequeño criterio  $\hat{\delta}$ . En cambio, si el individuo es más reservado o inseguro requerirá un criterio  $\hat{\delta}$  más grande para declarar las muestras como diferentes. Al aplicar esta estrategia cognitiva el juez se basa en la estrategia de comparación de distancias (9).

La Fig. 2 ilustra un diagrama que ejemplifica una de las funciones del criterio  $\hat{\delta}$  mediante una prueba triangular en la que al juez se le entregan tres muestras de las cuales una es diferente. La tarea del juez es indicar cuál es la muestra diferente. Si el criterio cognitivo del juez es demasiado amplio, se da la situación ilustrada en (a) y el juez percibe los estímulos como similares. Si el criterio cognitivo del juez es muy estrecho, se da la situación ilustrada en (b) y el juez percibe los tres estímulos como diferentes. Al informarle al juez que una de las muestras es diferente, él debe ajustar su criterio  $\hat{\delta}$  a la longitud óptima que le permita percibir una muestra como más alejada que la otra, el juez podrá identificar la muestra diferente tal como ocurre en la parte (c) de la Fig. 2.



**Fig. 2. El criterio  $\tau$  como una medida psicológica de la distancia percibida entre las dos intensidades.**

Si en lugar de esta prueba se emplea una de decisión forzada de un atributo en particular, con las tres opciones de respuestas, como es la prueba 3-AFC, (por sus siglas en inglés, Forced Choise 3-Alternatives) el juez emplea la estrategia cognitiva, llamado desnatado, siendo mucho más fácil para el juez encontrar la muestra diferente y por tanto, se incrementan considerablemente las respuestas correctas haciendo de esta prueba una opción más eficiente (2).

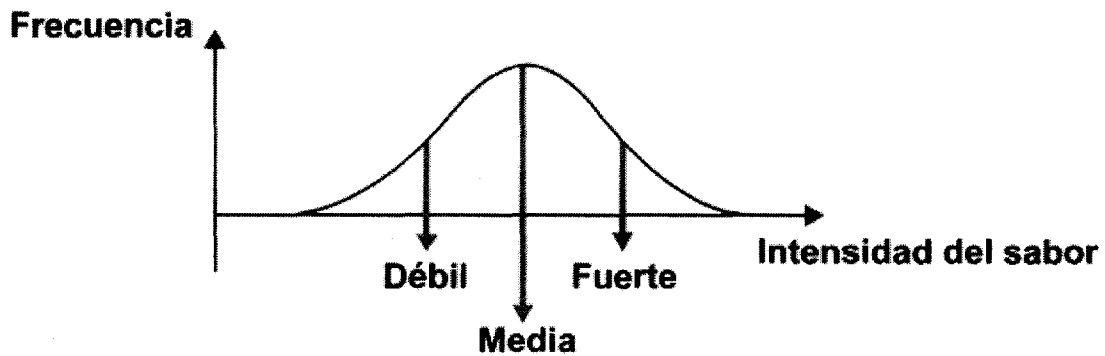
A partir de los postulados de Thurstone se han realizado varios aportes de gran interés para la ciencia sensorial, explicando desde el punto de vista teórico, las inconsistencias y paradojas de los métodos tradicionales, como la variabilidad de los resultados al comparar alimentos en las pruebas de discriminación, así como los sesgos en la pruebas de preferencia pareadas y en el empleo de escalas hedónicas. Otro importante aporte a partir del Thurstoniano es el estudio de la distribución beta binomial, que toma en consideración la variabilidad de la percepción en las pruebas sensoriales (10-19).

Tradicionalmente, los datos derivados de las pruebas de preferencia se analizan estadísticamente utilizando la distribución binomial. Sin embargo, el resultado de este análisis solo informa sobre la significancia estadística entre dos frecuencias y no determina la magnitud de la diferencia (20).

La similitud de las pruebas pareadas tanto afectivas como discriminatorias, se manifiesta en que el juez consumidor o el catador, respectivamente, deben emitir un juicio forzado y el manejo estadístico de los datos, en ambos casos se realiza mediante el estadístico binomial. Este aspecto ha sido modificado bajo el modelo Thurstoniano, pues en el enfoque binomial no toma en cuenta la variabilidad de los evaluadores.

La Fig. 3 refleja que la variación de la intensidad del estímulo puede representarse por una distribución de frecuencias continuas a lo largo de un eje de intensidad, donde la altura de la distribución representa la frecuencia para cada intensidad. La altura máxima se corresponde con la intensidad media que más comúnmente ocurre, pero la frecuencia desciende en las intensidades débil y fuerte.

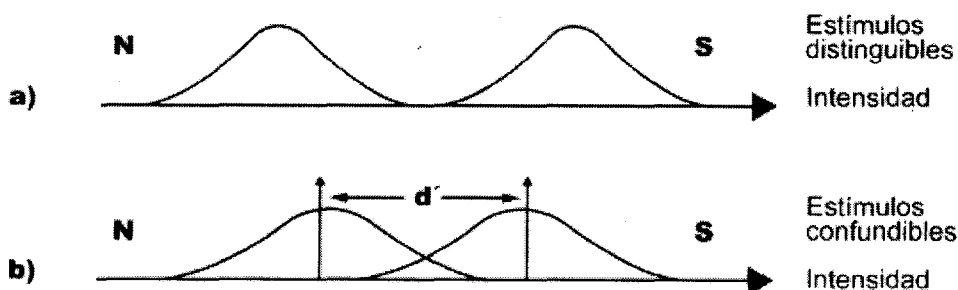
La intensidad momentánea al degustar, corresponderá a algún valor a lo largo del eje y cuan común sea este valor, estará representado por la distribución (21).



**Fig. 3. Distribución de frecuencias a lo largo del eje x de intensidad que representa la variación en la percepción del estímulo en degustaciones repetidas (2).**

La Fig. 4a representa las distribuciones de intensidades del estímulo de dos muestras de alimentos: "N" y "S" que no se superponen y por ello son perfectamente distinguibles. La Fig. 4b refleja que mientras más se

superponen las distribuciones, más confundibles serán los estímulos; una medida de la superposición es  $d'$ , que es la distancia entre las dos medias, medida en unidades de desviación estándar.

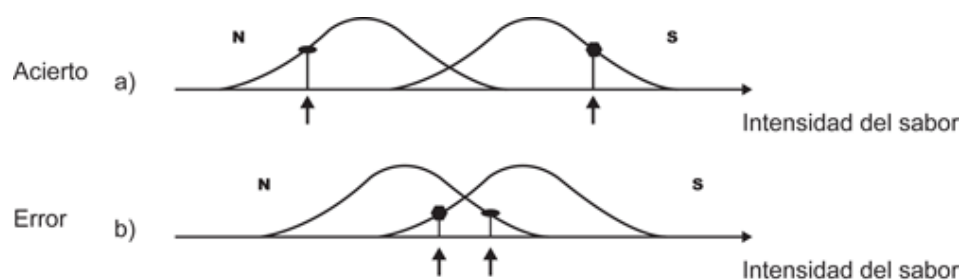


**Fig. 4a y b. Distribución de frecuencias de la intensidad del sabor de dos estímulos mediante el modelo Thurstoniano (2).**

La Fig. 5 muestra las situaciones en que un juez puede emitir respuestas correctas o erradas. Si el alimento "S" es de mayor intensidad que el alimento "N", y en el instante de la cata se presenta la situación 5(a) el juez percibe el alimento "S" como más intenso y emitirá una respuesta correcta. Si en el momento de la degustación se da la situación 5(b), el cometerá un error en su

respuesta. La probabilidad que suceda tal como se muestra en la Fig. 5a es mucho mayor que la frecuencia de ocurrencia de la situación en 5b.

Por otra parte, el análisis Thurstoniano ha facilitado la comparación de los métodos sensoriales a través del cálculo del parámetro  $d'$  como índice del grado de diferencia entre los productos, lo cual no es posible realizar sin tener en cuenta este estadígrafo (22-23).



**Fig. 5a y b. Distribución de frecuencias de la intensidad percibida de dos estímulos confundibles mediante el modelo Thurstoniano (2).**

### Teoría de Detección de Señales

Por su parte, la Teoría de Detección de Señales (24), postulada para evaluar estímulos auditivos y visuales, comparte muchos de sus enunciados con el modelo Thurstoniano. En la Teoría de Detección de Señales se parte del supuesto de que la sensibilidad de un sistema depende de las características físicas del estímulo y de los aciertos que los observadores puedan alcanzar por lo que permite distinguir dos conceptos: la detección objetiva del estímulo y el criterio de decisión que adopta el observador en un momento dado.

El acercamiento esencial entre el modelo Thurstoniano y la Teoría de Detección de Señales, es reconocer la naturaleza probabilística de los datos sensoriales. Para una prueba de diferencia, el acercamiento considera dos distribuciones de la intensidad percibida, cada una asociada a cada estímulo que van a ser discriminados (25).

La Teoría de Detección de Señales y el ajuste Thurstoniano ofrecen una comparación métrica de la sensibilidad de diferentes pruebas de discriminación, tomando en cuenta la dificultad inherente a los procedimientos y al hacer algunas suposiciones razonables sobre las estrategias empleadas por los jueces en las pruebas sensoriales (26).

El modelo Thurstoniano y la Teoría de Detección de Señales se han aplicado a pruebas de diferencia y han suministrado una medida fundamental del grado de diferencia entre dos estímulos ( $d'$ ). Estos modelos fue-

ron aplicados primero a la prueba 2-AFC, la triangular y dúo-trío; estos ensayos han sido utilizados para confeccionar las tablas que permiten la determinación de los  $d'$  correspondientes a las proporciones de respuestas correctas para los procedimientos discriminativos de respuesta forzada.

### Parámetro $d'$ ( $d'$ prima)

El  $d'$  es una medida del grado de diferencia sensorial entre dos productos. Este parámetro permite la comparación de pruebas de diferencia con probabilidades de respuesta aleatoria diferentes, algo que no se podría hacer al aplicar el modelo binomial tradicional. Por lo tanto,  $d'$  es una medición básica, fundamental pues es independiente de la metodología aplicada. No es fácil entender el concepto de  $d'$  sin antes usarlo. A fin de tener una idea de lo que representa, es útil saber que cuando  $d'$  es igual a uno, representa la diferencia entre dos estímulos que apenas se perciben como diferentes (6).

El valor de  $d'$  se puede obtener de varias maneras: mediante las tablas reportadas por Bi y Ennis (23), elaboradas entre otros parámetros, a partir de la proporción de respuestas correctas o de la transformación de los datos a formas más adecuadas cuando de las escalas hedónicas se trata. Además se puede estimar la varianza de  $d'$  y conocer si el valor obtenido difiere significativamente del valor cero.

La Fig. 6 muestra que otro método reportado para el cálculo de  $d'$ , en el caso de una escala de categorías, se explica a través de la Teoría de Detección de Señales, de manera que en una escala de  $n$  puntos, el juez

considera  $n-1$  bandas del criterio cognitivo  $\hat{a}$  y para asignar la categoría tres de la escala a un alimento, el estímulo que este provoca debe ser mayor que el criterio  $\hat{a}_2$  y menor que el criterio  $\hat{a}_3$  (27).

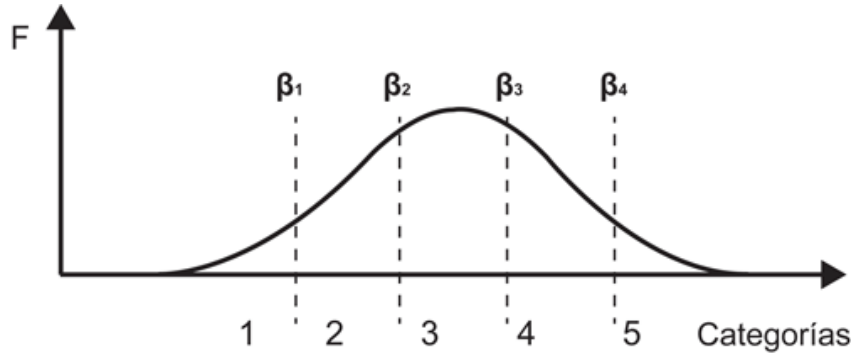


Fig. 6. Bandas límites del criterio  $\beta$  en una escala de cinco puntos.

Otra forma de interpretar el comportamiento del juez es homologando la escala de categorías a una prueba del tipo A No-A. La Fig. 7 refleja que en este tipo de prueba el juez una vez ajustado un único criterio  $\hat{a}$ , lo

considera No-A y lo ubica en la parte baja de la escala o si este se encuentra después del criterio  $\hat{a}$  lo ubica en la parte superior de la escala correspondiente al estímulo A.

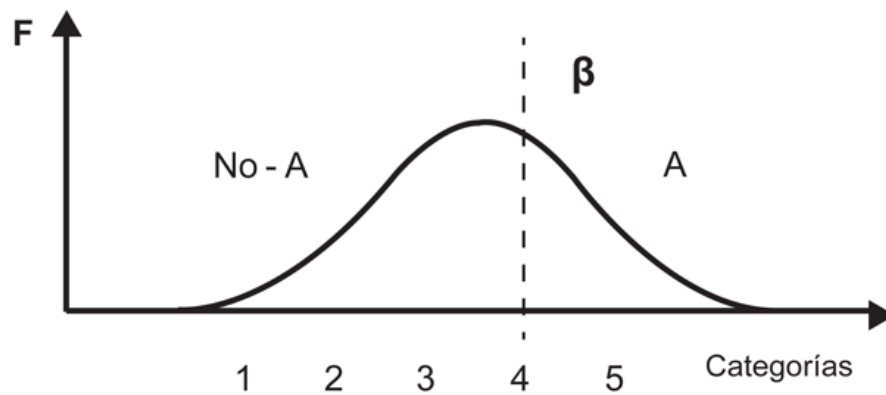


Fig. 7. Banda del criterio  $\beta$  en una escala de cinco puntos.

Para obtener el valor  $d'$  a partir de los resultados de una escala de categoría, se puede aplicar el procedimiento descrito por la ASTM E 2262: (28) donde se considera el procedimiento similar al de la prueba de diferenciación A/No-A, que a su vez se basa en la Teoría de Detección de Señales. En este caso, el ruido neural se simula con la muestra No-A, que corresponde a aquella muestra que presente mayor frecuencia en las categorías bajas de la escala, mientras la muestra que presente mayor frecuencia en las categorías altas de la escala será la señal. Esto indica que la proporción de A será mayor que la de la muestra No-A. De esta manera, las diferencias entre ruido y señal serán distinguibles cuando ocurra el adecuado ajuste de los criterios cognitivos correspondientes y las muestras puedan ser consideradas de diferente nivel de agrado. Así mismo, el parámetro  $d'$  puede utilizarse en las pruebas de preferencia para estimar la tendencia de la preferencia (6). Los resultados reportados hasta la fecha sugieren que el cálculo de  $d'$ , en este tipo de prueba, podría ser utilizado para comparar métodos hedónicos que utilicen o no la opción de "No preferencia" (NP).

La aplicación del modelo Thurstoniano en pruebas de preferencia es más compleja debido al sesgo experimental que puede ocurrir. Para ello es necesario comparar los valores de  $d'$  obtenidos bajo el formato con la opción "NP" y sin esta opción. Una forma de obtener esta información es utilizando dos grupos de consumidores, pero puede atribuírseles las diferencias en las preferencias a cada grupo de consumidores, lo cual dificultará la comparación. El diseño alternativo es el de muestras dependientes, es decir, utilizar el mismo grupo de consumidores bajo las dos opciones (29).

En condiciones en las que los jueces prueban los mismos alimentos, se espera que el uso de diferentes pruebas sensoriales darían como resultado los mismos valores de  $d'$ , pero las pruebas varían sustancialmente en términos de variaciones sensoriales inducidas por las diferencias en la secuencia de probar las muestras y el agotamiento de los jueces, por ende, no darán como resultado los mismos valores de  $d'$  (29). Esta problemática fue explicada por el modelo de "Análisis Secuencial de la Sensibilidad" (10-19, 30). Los mismos han sido estudiados por varios investigadores (31-33).

El modelo Análisis Secuencial de la Sensibilidad (ASS) describe la relación de los efectos de secuencia de degustación en las pruebas de diferencia, considerando cuán adecuadamente los dos estímulos son detectados e identificados correctamente al ser diferenciados en una prueba de discriminación. La detección de un estímulo es considerada como dependiente de las propiedades del estímulo precedente. Este modelo explica el efecto de la secuencia y su relación con el desempeño discriminatorio de los evaluadores. Al presentar un estímulo fuerte y dos estímulos débiles, el desempeño sería mejor que para tríadas con dos estímulos fuertes y un estímulo débil, lo que confirma el desempeño de los evaluadores en la prueba 3-AFC como superior en relación con la prueba triangular.

Como metodología revolucionaria, el modelo Thurstoniano genera controversias, se plantea (2) que la principal deficiencia del modelo Thurstoniano consiste en que se habla de la variabilidad de la intensidad de la percepción sin intentar explicar las causas del comportamiento y por otra parte el planteamiento de que las distribuciones probabilísticas de dos estímulos son independientes, lo que implicaría suponer que no existen interacciones entre ellos. Uno de los modelos que perfeccionan al patrón Thurstoniano lo constituye el Análisis Secuencial de la Sensibilidad que ha demostrado la dependencia de la percepción de un estímulo del que le ha precedido.

## CONCLUSIONES

Las teorías que encierra el modelo Thurstoniano, así como el refinamiento y la evolución del mismo, han sido investigadas en los últimos años, generando una revisión teórica de los fundamentos de la metodología sensorial, así como de los métodos estadísticos tradicionales empleados para el análisis de los datos.

El progreso en las investigaciones sicofísicas y su indiscutible relación con la Evaluación Sensorial ha sido demostrado ampliamente, pero aún queda mucho por investigar, para lo que se requiere de grupos multidisciplinarios que aborden los aspectos fisiológicos, sicofísicos, estadísticos y propiamente sensoriales. De ello dependerá el desarrollo de la disciplina de evaluación sensorial, lo cual permitirá corregir errores y perfeccionar los métodos para finalmente tener una visión más cercana a los fenómenos que rigen la percepción humana.



## REFERENCIAS

1. Meilgaard, M.; Civille, G. y Carr, B. *Sensory Evaluation Techniques*, Florida, CRC Boca Press, 2007, 48 p.
2. O'Mahony, M.; Masuoka, S. e Ishii, R. *J. Sens. Stud.* 9(1): 247-272, 1994.
3. Thurstone, L. *Psychol. Rev.* 34(1): 278-286, 1927.
4. Thurstone, L. *Am. J. Psychol.* 38(1): 368-389, 1927.
5. Thurstone, L. *Psychol. Rev.* 34(1): 424-432, 1927.
6. Angulo, O. y O'Mahony, M. *Interciencia.* 34(1): 177-181, 2009.
7. Noreen, D. *Mathematical psychology and psychophysiology*, Philadelphia, American Mathematical Society, 1981, 237-279 p.
8. Macmillan, N. y Creelman, C. *Detection Theory: A User's Guide*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
9. Rousseau, B. *J. Sens. Stud.* 16(1): 301-318, 2001.
10. Ura, S. *Rep. Stat. Appl. Res.* 7(1): 107-119, 1960.
11. Hacker, M. y Ratcliff, R. *Percept. Psychophys.* 26(1): 168-170, 1979.
12. Ennis, D. y Mullen, K. *J. Math. Phys.* 30(1): 206-219, 1986.
13. Ennis, D. y Mullen, K. *Chem. Senses* 11(1): 513-522, 1986.
14. Ennis, D. y Mullen, K. *Math. Sci.* 23(1): 221-234, 1992.
15. Ennis, D. Modeling similarity and identification when there are momentary fluctuations psychological magnitudes, in *Multidimensional Models of Perception and Cognition*, New Jersey, Erlbaum Associates, 1992, 279-298 p.
16. Ennis, D. *J. Sens. Stud.* 8(1): 353-370, 1993.
17. Ennis, J.; Ennis, D. y O'Mahony, M. *J. Math. Psychol.* 5(1): 205-215, 1998.
18. Bi, J. y Ennis, D. *J. Sens. Stud.* 16(1): 215-237, 2001.
19. Rousseau, B. y Ennis, D. *Percept. Psychophys.* 64(1): 1008-1014, 2002.
20. Angulo, O. y O'Mahony, M. *Food. Qual. Prefer.* 16(1): 425-34, 2005.
21. O'Mahony, M. *J. Sens. Stud.* 7(1): 1-47, 1992.
22. Ennis, D. y Ashby, F. *Psychometrika.* 58(1): 257-279, 1993.
23. Bi, J. y Ennis, D. *J. Sens. Stud.* 12(1): 87-104, 1997.
24. Green, D. y Swets, J. *Signal Detection Theory and Psychophysics*, New York, American Psychological Association, 1966, 45 p.
25. Kim, H.; Kim, O.; Jeon, S.; Kim, J. y O'Mahony, M. *J. Sens. Stud.* 21(1): 465-484, 2006.
26. Frijters, J. *Chem. Sens. Flav.* 4(1): 355-58, 1979.
27. Kim, K. y O'Mahony, M. *J. Sens. Stud.* 13(1): 241-249, 1998.
28. ASTM: E 2262 - 03. *Standard Practice for Estimating Thurstonian Discriminal Distances*. Filadelfia (Pensilvania): American Society for Testing and Materials. 2003.
29. Alfaro, H.; O'Mahony, M. y Angulo, O. *J. Sens. Stud.* 20(1): 275-81, 2005.
30. O'Mahony, M. y Odbert, N. *J. Food Sci.* 1985, 50 (1): 1055-1058, 1985.
31. O'Mahony, M. y Goldstein, L. *J. Food Sci.* 51(1): 1550-1553, 1986.
32. Vié, A. y O'Mahony, M. *J. Sens. Stud.* 4 (1): 87-103, 1989.
33. Masuoka S.; Hatjopoulos, D. y O'Mahony, M. *J. Sens. Stud.* 10(1): 295-306, 1995.