

[CS2002]

Principios científicos

Presidente

ADOLF TOBEÑA

Unidad de Psicología Médica
Universitat Autònoma de Barcelona

Ponentes

JOSÉ ANTONIO AZNAR Y MANUEL MORENO

ALBERTO PRATS

ENRIC BARTRA

ANA JULIA GARRIGA TRILLO

SUSANA BUXADERAS

[CS2002]

Ciberexploración del espacio virtual: integración háptico-acústica

José Antonio Aznar Casanova y
Manuel Moreno Sánchez

Laboratorio de Percepción Visual
Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona

Hemos desarrollado un *entorno de aprendizaje espacial*, que permite a los invidentes adquirir información sobre el espacio, sin utilizar claves visuales, integrando información proveniente de otras dos modalidades sensoriales: el tacto y la audición.

Compartimos la tesis de Millar (1997) de que todos los canales sensoriales (proveedores de información) convergen, aportando información alternativa a la proporcionada por la visión, para la representación del espacio circundante. Aquí, concretamente, nos ocupamos de mostrar cómo puede combinarse información táctil con información acústica relativa al espacio exterior.

Piaget e Inhelder (1947) sostenían que el desarrollo cognitivo del niño avanza paralelamente a la construcción de representaciones mentales sobre el espacio, el tiempo y la causalidad. Por tanto, la adquisición de cognición espacial es fundamental para el normal desarrollo cognitivo del niño. Millar (1997) y Rosa y Ochaíta (1993) sostienen que, a través de la estimulación sensoriomotriz, el ser humano se estructura en los ámbitos: cognitivo, afectivo y social. Por otra parte, Fraigberg (1997) estima en torno a dos años el retardo cognitivo del niño ciego, atribuible al déficit o carencia de estimulación visual.

Objetivos

A modo de objetivo general, nos proponemos contribuir al desarrollo cognitivo del ciego mediante la elaboración de un *entorno de aprendizaje espacial* (EAE) para tratar de lograr cierta cognición espacial. Y establecemos como objetivos específicos a alcanzar, mediante este programa de investigación: *a)* verificar la eficacia de la integración de información espacial sin claves visuales (háptico-acústica) y *b)* aplicar la noción de realidad virtual al aprendizaje espacial.

Evidencias de la integración multisensorial

La estructura anatómica e histológica del cerebro parece sugerir que la proximidad espacial es un criterio a tener en cuenta en la organización cerebral. Hasta el punto de que la neurofisiología moderna y la neurociencia cognitiva se parecen, cada vez más, a una cartografía cerebral. A ello contribuyen las neuroimágenes, que nos muestran mapas del cerebro en actividad, durante la ejecución de alguna tarea cognitiva.

Un curioso mapa cognitivo espacial lo encontraron King y Hutching (1987) en ciertos roedores, tales como el ratón o el hurón. En efecto, en los colículos superiores de ambos hemisferios cerebrales existen neuronas que responden cuando la fuente sonora se localiza en ciertas posiciones del espacio. Este hallazgo constituye una evidencia neurofisiológica de la integración multisensorial, en cuanto a que el mapa cognitivo espacial combina información del espacio auditivo con información del espacio visual.

Woolsey y Van der Loos (1970) encontraron, en la corteza somatosensorial de roedores, otro mapa cognitivo espacial relacionado con el tacto de los largos pelos de los bigotes. Los ratones tienen cinco filas de pelos alineadas y mostraron que a cada uno de estos pelos le correspondía una región de neuronas (anillo) en la corteza somatosensorial. Y estos anillos se distribuían topográficamente de acuerdo con la localización de los pelos del bigote. Las células comprendidas dentro de cada anillo respondían al ser estimuladas, mediante contacto, cada uno de los pelos del bigote.

Espacio real versus espacio virtual

Hemos establecido la distinción entre tres conceptos de espacio:

- 1) *Espacio físico* o espacio real. Es el mundo externo, contenedor de objetos.
- 2) El espacio psíquico, *espacio percibido* o sensible, que es el aspecto del mundo al que tenemos acceso a través de los sentidos. Viene a ser una representación cognitiva del espacio real.
- 3) El *espacio virtual* es un análogo abstracto (computacional) del espacio físico. Difiere del primero en cuanto que el espacio físico es concreto y material. Y difiere del segundo en cuanto que no tiene soporte anatomofisiológico.

Para transmitir nociones espaciales debemos lograr que el sujeto invidente sea capaz de establecer una correspondencia entre el espacio físico y el espacio virtual y que se materialice, en forma de sinapsis, en el espacio psíquico. Mediante el programa de *entrenamiento espacial*, que se propone, tratamos que el sujeto reconstruya en su mente el conocimiento espacial que le proporciona la experiencia e interacción con el espacio virtual.

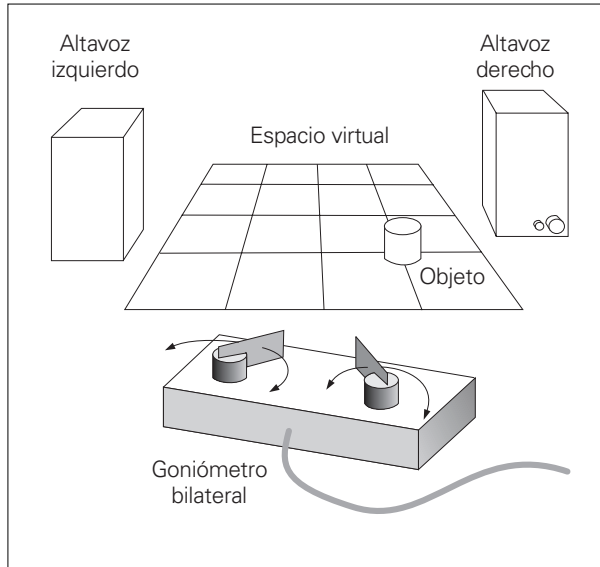
La interfaz

Una interfaz es un dispositivo que permite establecer una comunicación entre un ser humano y una máquina. Para que alcance un nivel de eficacia satisfactorio, resulta fundamental que la interfaz sea precisa, rápida, fiable y consistente. Puesto que el invidente no dispone de claves visuales, deben explotarse al máximo las otras modalidades sensoriales. Esta información multimodalidad sensorial debe proporcionarla alguna interfaz (dispositivo sensor-detector o localizador) diseñado *ad hoc*.

La interfaz háptica: el espacio dermoceptivo

La *háptica* estudia e investiga cómo puede combinarse la modalidad sensorial del tacto con un mundo virtual generado por un ordenador. La información que se extrae mediante la háptica es intermodal, en cuanto que integra, al menos, dos modalidades perceptivas: la *propiocepción*, que informa mediante cinestesis del estado del aparato esquelético-locomotor (tono muscular, posición del cuerpo, equilibrio, etc.) y la *dermocepción* o tacto que contribuye aportando información sobre la textura, la presión mecánica sobre la piel y la existencia de contacto, la temperatura, etc.

Para que el sujeto pueda captar la información espacial de la escena tridimensional, ideamos y construimos un aparato sensor-detector de la presencia del estímulo-objeto al que llamaremos *goniómetro binocular*. Este aparato proporciona información sobre las direcciones de la mirada del ojo izquierdo y del ojo derecho. Dicho goniómetro binocular consta de dos regletas que pueden girar, ya que están fijadas por un solo extremo



a un soporte plano. El giro de las regletas tiene un recorrido que abarca los 180° sexagesimales.

Sobre cada regleta se montó un emisor de rayos láser de luz roja capaz de activar a un receptor de rayos infrarrojos (IR). Cada uno de los dos emisores IR forman con el receptor IR una barrera con un alcance de hasta una distancia máxima de 8 metros. Cada vez que el rayo IR, emitido por el puntero láser de una sola regleta, incide sobre el receptor IR, activará un generador de tonos, produciendo, a su vez, una nota musical de 100 Hz (tono grave). Cuando incidieran simultáneamente los dos rayos láser rojos sobre el receptor IR se generará una nota musical de 1000 Hz (tono agudo).

Zahorí II es una versión computerizada del anterior goniómetro bilateral. Consiste, básicamente, en una interfaz háptica diseñada con el propósito de enviar al PC la posición de las dos varillas que el sujeto manipula. La interfaz ha sido diseñada para conectarse a un PC, a través del puerto del *joystick*. Esta versión computerizada del goniómetro bilateral no sólo nos permite una lectura de la ejecución del sujeto en tiempo real, sino que aporta una nueva dimensión a nuestro proyecto: la posibilidad de interactuar con escenarios virtuales. En síntesis, *Zahorí II* consiste, básicamente, en un par de goniómetros dispuestos de modo tal que permiten que el sujeto pueda informarse del ángulo de convergencia ocular determinado por una específica localización espacial. Es decir, indican las direcciones de la mirada de los dos ojos, al fijarse éstas sobre un punto del espacio exterior (véase fig.).

La interfaz acústica: el espacio auditivo

El goniómetro bilateral descrito explota la idea de *háptica activa*, no obstante, esta información debe complementarse con la discriminación lateralizada binaural

que aporta la interfaz acústica. Para poder representar el espacio a partir de la información captada por el oído se requiere establecer un sistema de referencia que permita localizar sobre él las fuentes sonoras.

El *sistema egocéntrico* de representación del sonido toma como referencia la cabeza del oyente (su posición). Los ejes de este sistema vienen determinados del modo siguiente. El eje de abscisas es el *eje interaural*, es decir, la línea imaginaria que atraviesa la cabeza del oyente, pasando por los centros de los dos oídos. Y el eje de ordenadas es la línea imaginaria que corta, perpendicularmente, al eje interaural, pasando por el centro de la cabeza. Este eje también es conocido como *eje corporal*, cuando se prolonga a lo largo del cuerpo del oyente dividiéndolo en dos hemilaterales. La fuente de sonido virtual es el sonido que el oyente localiza (objeto sonoro) y la distancia percibida es la estimación de la longitud a la que dicha fuente se sitúa.

La interfaz háptico-acústica y el espacio virtual

Combinando ambas interfaces antes descritas (goniómetro bilateral convergente y sonido lateralizado), diseñamos una compleja *interfaz háptica-acústica* (múltiples canales sensoriales: propiocepción, tacto, audición), de modo que pudiésemos verificar si los sujetos invidentes podían interactuar con los objetos sonoros contenidos en un espacio virtual. Al integrar en una misma interfaz estos canales de información sensorial, tratamos de facilitar el acceso del invidente a información espacial. El sujeto invidente realiza una exploración cibernética (ciberexploración) del espacio virtual en un entorno abierto y seguro.

Tareas espaciales

Proponemos diversas tareas en las que el sujeto debe explorar un espacio virtual, que contiene determinados objetos sonoros. Posteriormente, verificamos cómo dichas tareas permiten la adquisición de nociones espaciales sin la mediación de imágenes visuales.

En este micromundo, el sujeto detecta, discrimina, reconoce e identifica objetos y luego representa la escena con la ayuda de algún soporte material (tablero con figuras volumétricas). Mediante el tipo de tareas que aquí esbozamos se pretende, a través de un entre-

namiento sistemático, desarrollar habilidades espaciales cognitivas con el propósito de evaluar la calidad de la representación resultante de las experiencias anteriores. Una vez finalizada la fase de adquisición de conocimiento espacial se aplica una prueba al sujeto consistente en la reconstrucción del espacio.

Consideraciones finales y futuras investigaciones

Para terminar, habría que señalar que, en el momento actual, estamos llevando a cabo la fundamentación empírica del EAE y la verificación de hipótesis que lo sustentan. Para ello, hemos diseñado una serie de experimentos, que pretenden dar respuestas a ciertas cuestiones: ¿cómo se relacionan los distintos sistemas sensoriales?, ¿cómo pueden ser portadores de información complementaria y convergente?, ¿cómo se integra esta pluralidad de información?, ¿qué papel juega la redundancia informativa?, ¿qué función cumplen los marcos de referencia?, ¿cómo pueden suplir o sustituir la información visoespacial?, ¿qué importancia tienen las vergencias en la percepción de la profundidad?, ¿cuál es la distancia interpupilar óptima de *Zahorí II*?

Bibliografía

- Fraigberg S.: *Insights from the blind*, Nueva York, Basic Books, 1997.
- Millar S.: *La comprensión y la representación del espacio: Teoría y evidencia a partir de estudios con niños ciegos y videntes*, Traducción castellana: Soledad Ballesteros. Madrid: Servicios Sociales ONCE, 1997.
- Piaget J., Inhelder B.: *La représentation de l'espace chez l'enfant*, París, PUF, 1947.
- Rosa A., Ochaíta E.: «Introducción. ¿Puede hablarse de una psicología de la ceguera?», en: A. Rosa y E. Ochaíta (comp.): *Psicología de la ceguera*, Madrid, Alianza Editorial, 1993: 1-18.
- King A.J., Hutchings M.E.: «Spatial response properties of acoustically responsive neurons in the superior colliculus of the ferret: a map of the auditory space», *Journal of Neurophysiology* 1987; 57: 596-624.
- Woolsey T.A., Van der Loos H.: «The structural organization of layer IV in the somatosensory (SI) region of the mouse cerebral cortex. The Description of a cortical field composed of discrete cytoarchitectonic units», *Brain Research* 1970; 17: 205-242.

Organización neuronal de la vía de la sensibilidad cutánea

Alberto Prats Galino

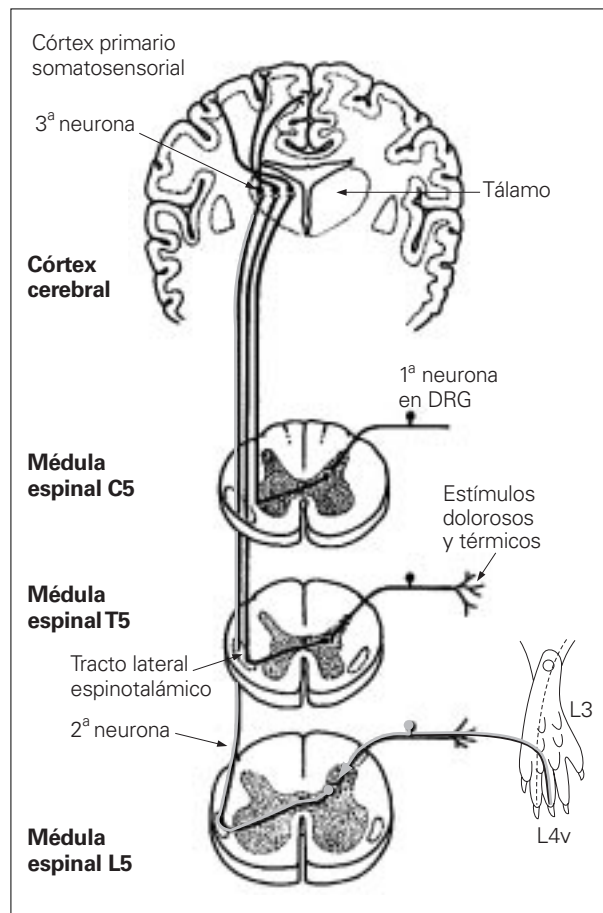
Departamento de Anatomía y Embriología Humana
Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona

Las diferentes vías sensoriales que conducen la información desde los receptores periféricos hasta el córtex cerebral –vía visual, auditiva, somatosensorial, incluso olfativa– parecen compartir un mismo principio básico de diseño: la organización espacial de sus neuronas y de sus conexiones.

Nuestro grupo ha analizado con detalle la disposición que presentan las neuronas aferentes primarias que recogen la sensibilidad de las falanges distales de la extremidad posterior de la rata, a nivel de los ganglios raquídeos (DRG). Esta región cutánea tiene un especial interés por la gran densidad de receptores que posee, así como por sus límites topográficos precisos, dos características que la hacen idónea para estudios con trazadores neuronales. Mediante la aplicación de diferentes trazadores fluorescentes (Fast Blue, Fluorogold, Diamidino-Yellow) hemos puesto de manifiesto la existencia de un patrón cráneo-caudal de las neuronas que inervan este pequeño territorio cutáneo en los DRG L3-L5, de tal forma que el dedo I (el más medial) está preferentemente inervado por neuronas del DRG L3 mientras que el dedo V (el más lateral) lo está por axones procedentes del DRG L5.

La representación de los dedos se hace todavía más precisa en los centros de relevo localizados en el sistema nervioso central. En el asta posterior de la médula espinal existe una terminación selectiva de estas fibras aferentes primarias cutáneas, habiéndose también demostrado una representación espacial bien definida de los diferentes dedos en los núcleos de la columna dorsal (fig. 1).

La descripción por técnicas electrofisiológicas de una representación de los dedos en zonas discretas del tálamo y del córtex cerebral permite apoyar la hipótesis de la importancia que debe desempeñar la organización espacial de las neuronas en determinados as-



pectos del análisis de la información somatosensorial, así como predecir la pérdida de ciertas funciones sensoriales discriminativas cuando estos centros se desorganizan, como sucede tras un proceso de regeneración nerviosa no selectivo.

¿El análisis sensorial es objetivo?

Enric Bartra

INCAVI, Vilafranca del Penedès

En el análisis sensorial concentramos nuestros sentidos en una muestra, recogemos el máximo de información y la procesamos de forma consciente e inconsciente. Es una relación personal, diríamos que íntima entre el alimento, por ejemplo, y el juez o consumidor.

La evolución ha moldeado nuestros sentidos situándonos cerca de la boca, antes de la ingesta. Una vez hemos aceptado ingerir un alimento o bebida sólo nos queda su recuerdo o una información mucho menos precisa. Nuestra supervivencia ha dependido en gran modo de analizar a tiempo lo que podía ser bueno o nutritivo y distinguirlo de lo que era tóxico o peligroso.

Así se explica que reaccionemos, en general, con placer hacia lo que era escaso en una situación preindustrial: placer por lo dulce como fuente de energía rápida, por lo salado como fuente de sales y placer por la textura grasa como fuente de energía acumulada.

Aparte de unas reacciones genéricas existen unas diferencias personales considerables en cuanto a umbral de detección y de placer según las personas, el tiempo y la experiencia o educación.

El análisis sensorial afectivo o de preferencias se apoya más en la elaboración de la respuesta y será más subjetivo. El análisis sensorial descriptivo realizado por unos jueces seleccionados y entrenados se basa en la transmisión de la percepción y es esencialmente objetivo.

La opinión de un grupo reducido de personas aunque tengan experiencia o sean considerados expertos con preguntas afectivas dependerá de los jueces mientras que un análisis descriptivo será más repetible y no dependerá de la composición del jurado. Seguir las indicaciones de un gurú es cómodo pero arriesgado y poco representativo.

Medición no estructurada en la evaluación sensorial del vino

Ana Julia Garriga-Trillo* y Clara Zamora**

* Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid

** Universidad Católica Argentina (UCA) y Laboratorio de Investigaciones Sensoriales (LIS)-CONICET, Buenos Aires

Este trabajo surge en el contexto de tres estudios sobre la evaluación sensorial del vino. En el primero diseñamos un nuevo método para seleccionar el panel utilizando sujetos no expertos. Para ello elaboramos distribuciones de probabilidad de una medida de sensibilidad (Garriga-Trillo, 1997). Disponemos de tantas distribuciones como modalidades sensoriales se quieran considerar en el estudio. Los sujetos se bareman según las distribuciones obteniendo puntuaciones estandarizadas en cada modalidad. Se escogen, para formar el panel, los sujetos que se necesitan considerando aquéllos con puntuaciones «máximas» en todas las distribuciones de las modalidades consideradas. Es un enfoque multidimensional de intersección de distribuciones. Las distribuciones determinan el grado de *expertise* de sujetos ingenuos. En el segundo estudio propusimos un nuevo modelo de segmentación, el *Answer Tree*, para determinar las características diferenciales de un vino considerando las evaluaciones de varios vinos (Garriga-Trillo y Zamora, 2000).

En nuestro tercer trabajo (Garriga-Trillo y Zamora, 1999), dentro del cual se encuentra esta investigación, hemos tratado de encontrar la «mejor» técnica de obtención de resultados. Entendemos por «mejor» técnica aquella que potencia la sensibilidad del sujeto con respecto al aspecto que queremos estudiar o, en otras palabras, que elimina todos (o la mayoría) de los efectos extraños que sesgan la percepción del rasgo en la modalidad estudiada. En este estudio consideraremos los rasgos «color amarillo», «olor a limón» y «gusto dulce» en dos vinos Chardonnay. Utilizando estas categorías-atributos pretendemos estudiar las medidas generadas por los sujetos en la evaluación sensorial de los dos vinos, empleando dos métodos no es-

tructurados y controlando el aspecto de no tener extremos (una escala lineal no extrema –NEL– y una escala numérica no extrema de límites convergentes –LC–), con el fin de comprender cuál es el proceso empleado por los sujetos en la evaluación de los estímulos. La idea de estudiar el proceso de generación de las respuestas sensoriales, y no la mera magnitud percibida proviene de Restle (1971). Definiremos los métodos no estructurados como aquéllos que no limitan sus respuestas a opciones discretas. Es decir, existen infinitas posibilidades de respuesta.

Método

Las condiciones experimentales quedan determinadas en la tabla 1. Aunque en la misma aparecen las instrucciones resumidas, a continuación se encuentran las instrucciones completas para el caso del olor a limón. Refiriéndonos a la escala LC ésta fue:

«Estime la intensidad del olor a limón de estos vinos utilizando números. Esta copa contiene uno de los olores más fuertes y ésta uno de los más débiles.»

En cuanto a la escala NEL, la instrucción fue:

«Estime la intensidad del olor a limón de estos vinos, poniendo un aspa en la línea que aparece a continuación. Esta copa contiene uno de los olores más fuertes y ésta uno de los más débiles.»

Resultados

Para elaborar nuestros resultados utilizamos el siguiente modelo general lineal para calcular una regresión múltiple hacia atrás empleando el programa SPSS versión 10. El modelo empleado ha sido:

Tabla 1 Condiciones experimentales de la investigación

Sujetos	
Número	28
Rango de edad	19-50 años
Género	14 ♂ y 14 ♀
Déficits sensoriales	Ninguno
Remuneración	Sí
Experto o Ingenuo	3 expertos y 25 ingenuos
Estímulos	
Sustancia	Dos vinos Chardonnay (1994 y 1997)
Instrucciones (resumidas)	Evalúa la intensidad utilizando LC o NEL
Concentraciones	100, 85, 70, 55, 40, 25 y 10 % servido en copas de cata
Número de sesiones	4
Duración de la sesión	1,5 horas

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + e_i$$

en donde,

Y_i = Magnitud estimada (R_t o Respuesta en tiempo t) de X_{1i}

X_{1i} = Magnitud física del estímulo (C_t)

X_{2i} = Magnitud estimada de la magnitud física anterior (R_{t-1} o Respuesta anterior)

X_{3i} = Distancia o diferencias entre magnitudes físicas subsiguientes (D)

X_{4i} = Magnitud física del estímulo anterior (C_{t-1})

e_i = Término error

Tipificando las variables y eliminando los componentes de la respuesta que no eran significativos encontramos unos resultados para cada vino (cosecha 1994 y cosecha 1997), para cada escala y para cada modalidad-atributo. Estos resultados se muestran en la tabla 2. Los factores determinantes de las respuestas aparecen en orden descendente. Esto implica que la variable que resulta en primer lugar es la más relevante en la respuesta dada por el sujeto. El coeficiente R^2 indica el porcentaje de varianza de las respuestas de estimación realizadas por los sujetos explicada por las variables que aparecen como factores determinantes de ella.

Discusión

Considerando la técnica numérica no estructurada, LC, las respuestas de estimación de la intensidad del color, olor y gusto en ambos vinos se debe primordial-

mente (en un porcentaje mayor del 50 %) a factores ajenos a la concentración real del vino. El proceso de dar una respuesta se ve afectado por la respuesta numérica anterior, dada por el sujeto, y por la distancia o diferencia existente entre las concentraciones sucesivas de los vinos presentados. En las evaluaciones del vino de 1997 aparece el factor concentración del estímulo, pero siempre en último lugar y con un porcentaje menor de varianza explicada que en el caso en que no aparece (olor a limón). Con todo, parece ser que los atributos del vino de 1997 se perciben mejor que los del vino de 1994.

Considerando la técnica lineal no estructurada, NEL, las respuestas de estimación de la intensidad del color, olor y gusto en ambos vinos se deben primordialmente (en un porcentaje mayor del 50 %) a la concentración o intensidad que se pretendía medir. El proceso de dar una respuesta con esta escala se ve afectada también por la respuesta numérica anterior dada por el sujeto y por la distancia existente entre las concentraciones sucesivas de los vinos presentados. Como en el caso anterior, se podría afirmar que se percibe mejor el vino del 1997 que el de 1994. Sin embargo, los sesgos de las respuestas de los sujetos son semejantes en ambas técnicas, aunque algo menores en la utilización de la escala lineal. Utilizando este aspecto ligeramente diferencial, podríamos sugerir que la escala lineal no estructurada es mejor que la escala numérica no estructurada. Con todo, hay que recordar que los factores más frecuentes determinantes de la respuesta son, en primer lugar, la respuesta dada en el ensayo anterior y, en segundo lugar, la diferencia entre las concentraciones consecuentes.

Otro aspecto que surge en el análisis de nuestros datos es el hecho de que la evaluación de la intensidad del color y del gusto incluye la intensidad real del vino en todos los casos menos en uno (en la estimación numérica del vino de 1994). Parece ser que estas dos características sensoriales son las más relevantes en la evaluación sensorial de nuestros vinos. Este aspecto se halla considerado en el trabajo de Noble (1996) dentro de las características sensoriales primarias, la apariencia y el sabor.

Concluimos, pues, que la medición no estructurada, sea numérica o lineal, aplicada a la evaluación sensorial del vino induce sesgos en la cuantificación de la intensidad percibida en tres modalidades distintas y con dos vinos de cosechas distintas. Aunque nuestros métodos de medición han sido desarrollados recientemente (Guirao, 1991; Stone y Sidel, 1998) éstos no son una panacea, ya que inducen respuestas que no son magnitudes percibidas sino más bien medidas complejas de los juicios generados por los sujetos. El proceso de la medición no estructurada en la evaluación sensorial del

Tabla 2 Resultados del experimento

Escala	Vino	Atributo	Factores determinantes de la respuesta	R ²
LC	1994	Color amarillo	R_{t-1} y D	58 %
		Olor a limón	R_{t-1} y D	79 %
		Gusto dulce	R_{t-1} y D	71 %
	1997	Color amarillo	R_{t-1} , D y C_t	56 %
		Olor a limón	R_{t-1} y D	70 %
		Gusto dulce	R_{t-1} , D y C_t	44 %
NEL	1994	Color amarillo	C_t , D y R_{t-1}	70 %
		Olor a limón	D, C_{t-1} y R_{t-1}	48 %
		Gusto dulce	C_t , D y R_{t-1}	58 %
	1997	Color amarillo	C_t , D y R_{t-1}	56 %
		Olor a limón	C_t y R_{t-1}	44 %
		Gusto dulce	C_t , D y R_{t-1}	51 %

vino es un proceso multivariado y no unívoco. El problema de la búsqueda de la «mejor» escala, en el sentido definido anteriormente, no está resuelto. Debemos continuar la investigación hacia la obtención de la «mejor» escala. Tal vez deberíamos considerar la aplicación de una escala semiestructurada y no acotada superiormente, como la reciente escala CR10 de Borg (1998), a la evaluación sensorial del vino. Esta escala ha sido aplicada y validada en la medición del dolor y del esfuerzo realizado en actividades deportivas.

Bibliografía

Borg G.: *Borg's perceived exertion and pain scales*, Champaign, Illinois, Human Kinetics, 1998.
 Garriga-Trillo A.: «Probability distributions for new sensitivity measures», en: A. Preis y T. Hornowski (eds.): *Fechner Day 97*, Poznan, Polonia, Wydawnictwo Poznanskie, 1997.
 Garriga-Trillo A., Zamora M.C.: «What are we measuring

when quantifying perceived intensity of Chardonnay's wines: Numerical vs Non Structured scales?», en: P. R. Killeen y W.R. Uttal (eds.): *Fechner Day 99*, Tempe, Arizona, University of Arizona-International Society for Psychophysics, 1999.

Garriga-Trillo A., Zamora M.C.: «Differential profiling of Chardonnay's wines», en: C. Bonnet (ed.): *Fechner Day 2000*, Estrasburgo, Francia, Université Louis Pasteur-International Society for Psychophysics, 2000.

Guirao M.: «A single scale based on ratio and partition estimates», en: S.J. Bolanowski, Jr. y G.A. Gescheider (eds.): *Ratio scaling of psychological magnitude*, Hillsdale, Nueva Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1991.

Noble A.: *Using analytical sensory techniques to understand wine preference*, Paper presentado en Sensory Science Meeting: Industry needs. Sydney, Australia, noviembre 1996.

Restle F.: *The psychology of judgment and choice: A theoretical essay*, Nueva York, Wiley, 1961.

Stone H., Sidel J.L.: «Quantitative descriptive analysis: Developments, applications and the future», *Food Technology* 1998, 52; 8: 48-52.

Valoración de la calidad espumante de un cava

M. Gallart-Marimón,* G. Suberbiola,** J. Bujan,**
E. López-Tamames,* y S. Buxaderas**

* Departamento de Nutrición y Bromatología, Centro de Referencia de Tecnología de los Alimentos (CeRTA),
Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona

** Grupo Freixenet, Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona)

La espuma es una cualidad que define el cava, que le distingue de otros vinos y es la primera que observa el consumidor. Por esta razón, la espuma ha merecido una especial atención y ha sido objeto de diferentes estudios científicos encaminados a detectar los componentes principalmente responsables de su aparición, así como de los factores intrínsecos (variedad de uva, vendimia) y extrínsecos (prácticas tecnológicas) que afectan a la composición y a las propiedades espumantes.

Estos estudios se han llevado a cabo al disponer de un método instrumental, diseñado por Maujean en 1990 (Mosalux), objetivo y normalizado, cuyo sistema de medidas físicas ha permitido relacionar la capacidad espumante de un vino con su composición. El método Mosalux (Maujean *et al.*, 1990) se basa en inyectar gas carbónico o nitrógeno para provocar, en el vino o en el cava previamente desgasificado, la formación de espuma. Las medidas que se determinan son (Gallart *et al.*, 1997):

- la *espumabilidad* (HM) o la altura máxima de espuma, expresada en mm, que se forma al borbotear el gas a flujo (7 L/h) y presión (100 kPa) constantes;
- el *coeficiente de Bikerman* (Σ) que es la vida media de burbuja, expresada en segundos (s), cuando se establece un equilibrio entre la formación y la desaparición de las burbujas que se mantienen en la superficie;
- el *tiempo de estabilidad de espuma* (TS), expresado en segundos (s) que transcurren desde la interrupción del flujo de gas y la desaparición total de la espuma.

Sin embargo, el interés de esta valoración instrumental, de la capacidad espumante de un vino queda

supeditado a que las medidas físicas determinadas (HM, Σ y TS) se correspondan o informen sobre el comportamiento espumante que pueda mostrar el cava cuando se vierte en la copa.

El objetivo de este estudio es valorar si las medidas físicas obtenidas con el método Mosalux son representativas de la percepción sensorial de la espuma. A 36 cavas se han aplicado ambos métodos, el instrumental y la valoración sensitiva de la espuma tras la observación atenta del fenómeno espumante que transcurre en la copa. En primer lugar fue necesario establecer un método cuantitativo de análisis descriptivo que permitiera la evaluación sensorial de la espuma.

Metodología

La metodología seguida comprende la elección de los descriptores adecuados para la valoración sensorial de la espuma, la elaboración de un protocolo analítico que delimitase las condiciones de un análisis repetitivo y, por último, se organizaron dos sesiones de cata visual de la espuma (18 cavas en cada sesión) y se determinaron, en los mismos cavas, las medidas físicas mediante el Mosalux.

Selección y valor de los descriptores

En sesiones previas a los ensayos de cata, los panelistas definieron los criterios de calidad de espuma y efervescencia como requisito para elegir los descriptores adecuados. Se convino considerar como comportamiento óptimo de espuma por parte de un cava cuando:

- la copa se llene de *espuma* al servir el cava hasta la mitad de su volumen,
- aparezca una *corona* de burbujas al reducirse la es-

Tabla 1 Definición y valoración de los descriptores seleccionados

Descriptor	Categoría	Puntos
Espuma inicial espuma formada inicialmente después de verter el cava	Abundante: persiste durante más tiempo que el de formación	3
	Normal: se va formando al mismo tiempo que desaparece	2
	Pobre: desaparece inmediatamente al llenar la copa	1
Superficie área de burbujas que cubre la superficie de la copa	Área total	3
	Área parcial	2
	Sin área	1
Corona anillo de burbujas formado alrededor de la superficie del cava	Corona total	3
	Corona parcial	2
	Sin corona	1
Tamaño de burbuja tamaño de burbujas que alcanzan la superficie del cava	Pequeño	3
	Mediano	2
	Grande	1
Velocidad de efervescencia velocidad del rosario de burbujas	Rápida	3
	Media	2
	Lenta	1
Impresión global calidad de la espuma	Muy buena	4
	Buena	3
	Aceptable	2
	Deficiente	1

puma inicial y que la *superficie* quede cubierta por burbujas,

- el o los rosarios estén formados por *burbujas finas* y que la *velocidad de desprendimiento sea rápida*.

Se definieron, además, las categorías a valorar de cada descriptor en escala hedónica y numérica, de manera que se distinguieran las distintas calidades de los cavas juzgados (tabla 1).

Protocolo analítico

La cata visual se efectuó en una sala de iluminación natural. Los cinco panelistas o jueces se colocaron de espaldas unos a otros en mesas individuales, a fin de evitar posibles influencias en los juicios emitidos y favorecer su concentración.

Muestras. Cada una de las copas de cava se sirvió delante del panelista y, finalizada la valoración de la muestra, las copas y fichas se retiraban y se procedía al examen de la muestra siguiente. Con objeto de garantizar el anonimato, las muestras de cava se codificaron al azar y se presentaron a los panelistas en orden aleatorio. Los 36 cavas son de variedades de uva diferentes y pertenecen a vendimias distintas por lo que el período de crianza también es diferente.

El vino espumoso a evaluar por los distintos panelistas procedía de la misma botella, pero se modificaba el orden de servicio, por cuanto las propiedades espumantes que muestre el vino pueden depender del tiempo transcurrido entre la descompresión y el vertido o del número de orden utilizado en el servicio de las copas.

Los 18 cavas de cada sesión de cata se valoraron por duplicado por cada panelista, por lo que se obtuvieron

dos juicios del mismo cava por descriptor y panelista. Así pues se reunieron un total de 10 resultados por descriptor y muestra de cava. Se concedieron 5 minutos para emitir el juicio y cada sesión transcurrió en 180 minutos con un descanso de media hora.

Condiciones de la experiencia. Numerosos factores extrínsecos pueden afectar a la calidad de la espuma que se desarrolla en la copa y, fácilmente, disminuir la repetibilidad de los juicios emitidos por los panelistas. Por esta razón, se establecieron normas rigurosas para controlar la temperatura, el tipo y la limpieza de la copa, el modo de apertura de las botellas y del vertido del cava en las copas (Obiols *et al.*, 1998).

Resultados

El descriptor *impresión global* sólo se evaluó en la segunda sesión, a raíz de la discusión de los resultados de la primera. La impresión global se añadió con la finalidad de contar con un descriptor amplio que reflejara la calidad de espuma como resultado de las valoraciones de los otros descriptores más específicos. Para completar los resultados del primer ensayo y comprobar la validez de este nuevo descriptor, se calculó una impresión global como sumatorio de las valoraciones de los descriptores y se comparó con los juicios que este descriptor recibió en la segunda sesión (fig. 1). La correlación entre la impresión global calculada y la valorada sensorialmente es altamente significativa, lo cual permite considerar este descriptor dependiente de los juicios otorgados a cada uno de los descriptores específicos.

En la figura 2 se muestra la repetitividad de los juicios emitidos por los panelistas para cada descriptor.

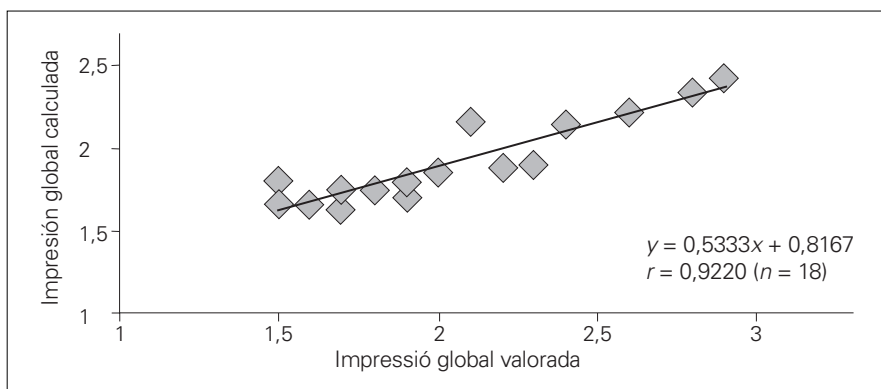


Figura 1 Relación directa entre la impresión global valorada y la calculada

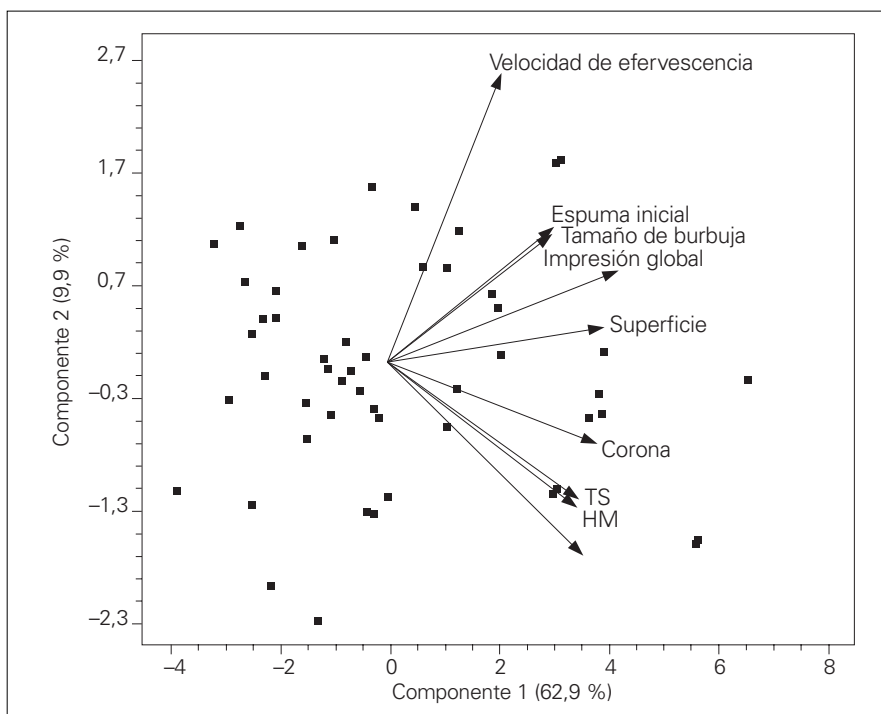


Figura 2 Análisis de componentes principales realizado con los parámetros sensoriales e instrumentales de la espuma

Los panelistas coinciden en otorgar la misma valoración en más del 70 % de ocasiones, excepto para el descriptor velocidad de efervescencia (58 %). Los descriptores en los que ha habido mayor discordancia, en orden decreciente, son la velocidad de desprendimiento de las burbujas y el tamaño y la espuma inicial que se forma al verter el vino en la copa. Se entiende que estos descriptores son los que han podido suponer mayor dificultad de normalización por parte de los panelistas y, por tanto, los menos reproducibles.

La mayor parte de los descriptores seleccionados permiten discriminar los cavas valorados por su variedad y año de procedencia (tabla 2). El tamaño de burbuja es el único atributo que no distingue entre los diferentes cavas y, la velocidad de efervescencia y la

espuma inicial sólo diferencian las muestras por año de vendimia o variedad, respectivamente. Probablemente no es casualidad que estos tres descriptores sean también los menos precisos.

Se han correlacionado las puntuaciones de los seis descriptores utilizados en el análisis visual con las determinaciones obtenidas con el Mosalux (HM, Σ y TS). En la figura 3 se observa que tanto los parámetros instrumentales como los sensoriales participan en el primer componente. De hecho, por análisis de regresión se ha comprobado que existe una correlación positiva y significativa entre ellos ($r > 0,5$; $p < 0,01$), excepto la velocidad de efervescencia. Estos resultados se pueden interpretar como que las medidas físicas obtenidas con el método Mosalux reflejan la cali-

Tabla 2 Capacidad de discriminación de los diferentes cavas por los descriptores seleccionados

variedad	Parámetros sensoriales					
	Espuma inicial	Superficie	Corona	Tamaño burbuja	Velocidad efervescencia	Impresión global
Macabeo	2	1,7	1,9			1,9
Xarel·lo	2	1,5	1,8			1,9
Parellada	1,7	1,3	1,7	NS	NS	1,7
Chardonnay	2,2	2	2,4			2,2
Cupage 1	2	1,8	1,9			2
Cupage 2	1,9	1,6	1,8			1,9
vendimia						
A		1,7	2		2	2
B	NS	1,8	2,1	NS	2,2	2,1
C		1,4	1,5		2	1,7

NS: no son estadísticamente significativos; $p > 0,05$

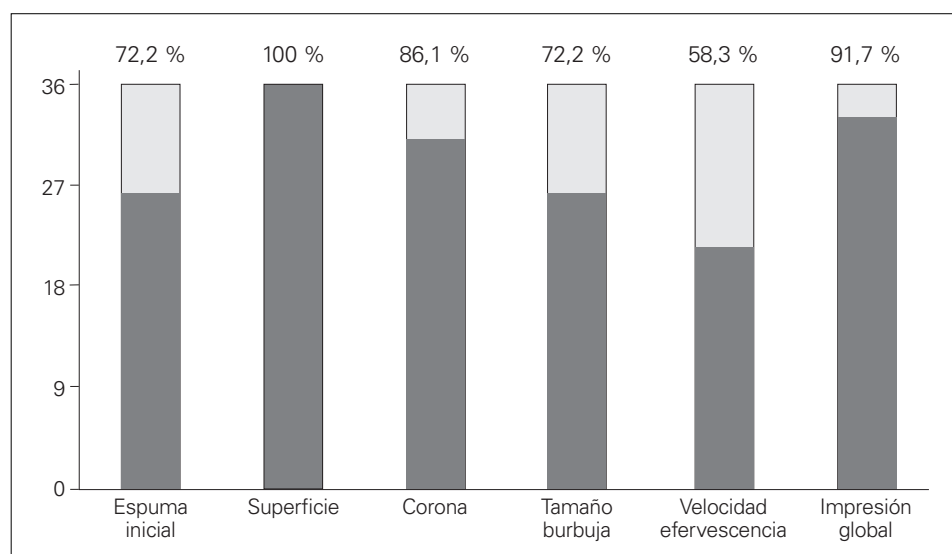


Figura 3 Grado de concordancia de los juicios emitidos por los diferentes panelistas

dad de espuma que el cava puede demostrar cuando se vierta en la copa. Sin embargo, ni la espumabilidad (HM), ni la vida media de la burbuja (Σ), ni el tiempo de estabilidad de la espuma (TS) definen particularmente un atributo específico de los seleccionados para el análisis sensorial.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y a la Generalitat de Catalunya por la concesión de los proyectos ALI97-0396-C02-01 y 2001SGR 00131, respectivamente.

Bibliografía

- Obiols J.M., de la Presa Owens C., Buxaderas S., Bori J.L., de la Torre-Boronat M.C.: «Protocol d'avaluació de la formació d'efervescència i escuma en vins escumosos», *ACE, Revista d'Enologia* 1998; 15 (44): 3-8.
- Gallart M.; López-Tamames E., Buxaderas S.: «Foam measurements in wines: comparison of parameters obtained by gas sparging method», *J Agric Food Chem* 1997 ; 45 : 4687-4690.
- Maujean A., Poinaut P., Dantan H., Brissonnet F., Cossiez E.: «Étude de la tenue et de la qualité de mousse des vins effervescent. II. Mise au point d'une technique de mesure de la moussabilité de la tenue et de la stabilité de la mousse des vins effervescent», *Bull de l'OIV* 1990; 711-712: 405-426.

La primera mesa de [CS2002] tuvo como misión sentar las bases para el resto de congreso. Una función integradora donde hubo representación de todas las partes participantes y en la que se intentó esclarecer cuáles son los retos a los que deben enfrentarse las ciencias sensoriales.

El debate que siguió a las ponencias fue un claro reflejo de estos retos y carencias contra los que se deberá luchar para establecer una metodología que aporte la necesaria robustez y consistencia a una ciencia integrada por múltiples disciplinas y desprovista de un marco teórico adecuado.

Los participantes en el debate se muestra-



Ana Garriga-Trillo, Adolf Tobeña y José Antonio Aznar



Enric Bartra



Susanna Buxaderas

ron muy interesados por esclarecer si es o no posible lograr que el análisis sensorial sea objetivo y si el aprendizaje de los catadores es en este sentido, una herramienta imprescindible. Algunas opiniones, en referencia a lo que había mencionado Enric Bartra en su ponencia, apuntaban que la educación está en clara contraposición con la objetividad; mientras que otras defendían el entrenamiento como único camino para conseguir que un dato sensorial sea efectivo; aunque los resultados no correspondan con lo que después

opinará el consumidor. La matización de Luis Izquierdo, del IATA de Valencia, zanjó en cierto modo esta discusión. Según su opinión las respuestas de los catadores no pueden ser de ningún modo objetivas, en todo caso pueden ser repetibles. Entonces, lo que se estaría buscando en el análisis sensorial no es tanto la objetividad sino la repetitividad.

Fue también Luis Izquierdo el que introdujo en el debate la necesidad de establecer un método estadís-

tico lo más eficaz posible para medir la intensidad sensorial. Todos los participantes estuvieron de acuerdo con los resultados presentados por Ana Garriga, que concluían que las escalas de medición lineales son más robustas que las escalas numéricas. Sin embargo, se detecta la necesidad de mejorar las técnicas estadísticas usadas, ya que ninguna de ellas consigue evitar por completo los sesgos generados por la medición de aspectos no deseados.