

¿Colores, sabores, números?: la sinestesia en una muestra española

Helena Melero, Ángel Peña-Melián, Marcos Ríos-Lago

Introducción. La sinestesia es un fenómeno neurológico caracterizado por la activación simultánea de dos sistemas (o atributos) sensoriales, uno de los cuales no ha sido estimulado directamente. Dicha activación se produce de una forma involuntaria, automática y consistente a lo largo del tiempo.

Objetivo. Estimar la frecuencia relativa de las diferentes modalidades de sinestesia en una muestra española.

Sujetos y métodos. Estudio realizado en contextos educativos (55,04%), laborales (20,54%) y digitales (24,4%) mediante el cuestionario de sinestesia de la Fundación Artécittá.

Resultados. El análisis de las respuestas de 803 participantes sugiere que un 13,95% de la muestra estudiada experimenta alguna sinestesia. El análisis de la frecuencia relativa de las diferentes modalidades muestra que la más frecuente es la que relaciona conceptos temporales con configuraciones espaciales (44,6%). Un 33,9% percibe colores cuando escucha sonidos o música, un 25,9% asocia colores a los conceptos temporales, un 20,5% asigna género o personalidad a las letras y números, un 10,7% experimenta la modalidad grafema-color, y un 5,4% siente un sabor específico en su boca al escuchar palabras.

Conclusiones. Los datos sugieren que la presencia de sinestesia en la muestra española estudiada es elevada y que la investigación sobre el fenómeno y sus diferentes modalidades ha de ser abordada basándose en el conocimiento actual sobre su variabilidad fenomenológica y sus bases genéticas y neurofisiológicas. Asimismo, los resultados obtenidos son útiles para ajustar los ítems del cuestionario y aumentar su capacidad discriminativa.

Palabras clave. Muestra española. Sinestesia. Sinestias conceptuales. Sinestias multimodales. Sinestias unimodales.

Introducción y objetivo

La A es roja y la E es verde. La 5.^a sinfonía de Beethoven comienza con una llamada azul marino y se va diluyendo en diferentes líneas horizontales. Estas descripciones podrían ser asociaciones curiosas propias de un niño muy imaginativo o metáforas incluidas en un poema simbolista. Sin embargo, para las personas sinestésicas, entre las que encontramos al inventor Nikola Tesla [1], estas afirmaciones son parte de la vida cotidiana. La sinestesia es un fenómeno neurológico que se produce cuando la estimulación en un sentido, por ejemplo, el oído, desencadena una percepción en otro sistema sensorial que no ha sido estimulado directamente, por ejemplo, la vista [2]. Las percepciones sinestésicas aparecen de manera involuntaria y automática, son relativamente estables en el tiempo, simples y específicas, se recuerdan con facilidad, poseen relevancia emocional y son idiosincrásicas, aunque, a veces, compartidas por diferentes sinestésicos [3]. En la experiencia sinestésica podemos diferenciar dos componentes: el estímulo que desencadena la sinestesia

o inductor (por ejemplo, la nota musical 'la'), y la sinestesia en sí o concurrente (por ejemplo, el color rosa pálido).

La realidad perceptiva del fenómeno ha sido ampliamente documentada [4-8] y ha dado lugar a estudios sobre sus bases genéticas [9,10], neuroanatómicas [11-18], conductuales [19-21] y neurofuncionales [2,22-30], así como a la aparición de diversos modelos explicativos [14,31-34]. Los estudios poblacionales realizados hasta la fecha han proporcionado datos acerca de la prevalencia del fenómeno que varían considerablemente: 0,05% [35], 0,05% [36], 4,4% [37] y 23% [38]. Estas discrepancias pueden deberse a diferencias reales en la prevalencia de las poblaciones estudiadas (por ejemplo, mayor prevalencia en Irlanda), a diferencias en la metodología empleada para la recogida de datos o a una combinación de ambos factores. En este sentido, una de las variaciones metodológicas más frecuentes es la elección de las diferentes modalidades de sinestesia que se tienen en cuenta para estimar la prevalencia. En la actualidad, existen más de 60 modalidades de sinestesia clasificadas como tal [39],

Departamento de Psicobiología; Facultad de Psicología; Universidad Complutense de Madrid (H. Melero). Departamento de Anatomía y Embriología Humanas; Facultad de Medicina; Universidad Complutense de Madrid (A. Peña-Melián). Departamento de Psicología Básica II; Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (M. Ríos-Lago). Unidad de Daño Cerebral; Hospital Beata María Ana (M. Ríos-Lago). Fundación para el Desarrollo de Imágenes Médicas Avanzadas, DIM (M. Ríos-Lago). Madrid. Departamento de Investigación, Desarrollo y Promoción; Fundación Internacional Artécittá, FIAC; Granada, España (H. Melero).

Correspondencia:

Dra. Helena Melero. Departamento de Psicobiología. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas. E-28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid).

Fax:

+34 913 943 189.

E-mail:

hmelero@ucom.es

Aceptado tras revisión externa: 30.10.14.

Cómo citar este artículo:

Melero H, Peña-Melián A, Ríos-Lago M. ¿Colores, sabores, números?: la sinestesia en una muestra española. Rev Neurol 2015; 60: 145-50.

© 2015 Revista de Neurología

incluyendo inductores y concurrentes puramente sensoriales, como la vista, el oído, el tacto, el gusto y el olfato, pero también inductores y concurrentes conceptuales y emocionales (por ejemplo, características de personalidad). Sin embargo, todavía existe controversia acerca de la inclusión de algunas de estas modalidades dentro de la definición de sinestesia [40].

A medida que se han incluido en los cuestionarios preguntas acerca de otras modalidades (por ejemplo, aquellas que poseen inductores conceptuales), el porcentaje de sinestésicos estimado parece mayor. Asimismo, la inclusión de nuevas categorías ha permitido conocer la frecuencia relativa de las diferentes modalidades de sinestesia.

En el presente estudio, se han tenido en cuenta diferentes modalidades de sinestesia para estudiar el fenómeno en una muestra española. Estas modalidades incluyen sinestias unimodales, en las que, por ejemplo, atributos visuales desencadenan sinestias también visuales (sinestesia grafema-color); sinestias multimodales, en las que, por ejemplo, atributos auditivos desencadenan percepciones visuales (sinestesia sonido-color); y sinestias conceptuales, por ejemplo, inductores conceptuales que provocan percepciones de carácter espacial y propioceptivo (sinestesia tiempo-espacio). Nuestro objetivo es estudiar la sinestesia considerando sus diferentes modalidades, y estimar la frecuencia relativa de cada una de ellas en una muestra española.

Sujetos y métodos

Participantes

El método de muestreo fue incidental, aplicando el cuestionario en centros universitarios (facultades de psicología y medicina: 55,04%) y centros laborales (organización no gubernamental, hospital, refinería y compañía aérea: 20,54%). Asimismo, se distribuyó el cuestionario a través de Internet (24,4%). De esta forma se obtuvieron participantes de diferentes edades, lateralidad manual, sexo y características socioeconómicas. En total, se contó con la participación de 803 personas (570 mujeres y 211 hombres, 22 no declarados). La edad media del grupo total fue de $28,7 \pm 12,954$ años (rango: 15-82 años; 32 no declarados), y la moda, 18 años. El 85,3% de los participantes son diestros. Respecto al nivel de estudios, el 1,6% ha realizado educación primaria, el 6,5%, educación secundaria, y el 89,7%, estudios superiores.

Como se puede observar, el sujeto representativo sería una chica diestra de 18 años que cursa estudios superiores. Dado el amplio rango de edades y la elevada acumulación entre 18 y 25 años frente a la población más mayor, esta variable fue recodificada en tres categorías, de la siguiente manera: el grupo G1, formado por 259 sujetos (32,3%) con edad ≤ 20 años; el grupo G2, formado por 277 (34,5%) sujetos con edades comprendidas entre los 20 y los 30 años; y el grupo G3, constituido por 235 sujetos (29,3%) con edad ≥ 30 años.

Cuestionario de sinestesia

Para estudiar la sinestesia en este grupo, se utilizó el cuestionario de sinestesia de la Fundación Artécitá [41]. Este cuestionario consta de 11 ítems de respuesta cerrada en relación con la frecuencia con la que se experimentan ciertas sensaciones multisensoriales (nunca, rara vez, a menudo o siempre), y sólo en uno de ellos, el número 7, se pide además una respuesta abierta. Los primeros seis ítems se refieren a diversos tipos de sinestesia: grafema-color, personificación de grafemas, concepto temporal-color, concepto temporal-configuración espacial, sonido-color y palabra-sabor. En el ítem número 7 se pregunta a los participantes si experimentan alguna sensación inusual que podrían describir como mezcla de sentidos, y se les invita a que especifiquen su naturaleza y determinen la frecuencia. Los cuatro últimos ítems hacen referencia a la percepción que el sujeto tiene sobre sus habilidades de memoria, verbales, de creatividad y matemáticas, pudiendo elegir entre las opciones pobre, regular, buena o excelente. El cuestionario termina con una invitación a que los participantes proporcionen sus datos personales: nombre, edad, sexo, lateralidad manual, nivel educativo, teléfono y correo electrónico.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v. 12.0.1. En primer lugar, se calculó el porcentaje de sujetos que experimentaba sinestesia, es decir, el porcentaje de participantes que se identificaba con, al menos, una de las modalidades de sinestesia propuestas en el cuestionario. Para conocer la relación entre la variable sinestesia y las variables edad, sexo, lateralidad y nivel de estudios, se utilizó el estadístico χ^2 de Pearson. Se analizaron, además, los porcentajes específicos de las diferentes modalidades de sinestesia, mediante el cálculo de las frecuencias relativas de cada una de ellas.

Resultados

Para conocer el porcentaje de sinestésicos presentes en el grupo estudiado, se consideraron sólo aquellas personas que respondieron 'siempre' en alguna de las preguntas mencionadas. Según este análisis, 112 personas de las 803 participantes —es decir, un 13,95%— se identificó con alguna de las descripciones sinestésicas propuestas en el cuestionario. El análisis de la frecuencia relativa de los diferentes tipos de sinestesia entre los 112 participantes sinestésicos identificados mostró que la sinestesia más frecuente es aquélla que permite a los sujetos visualizar conceptos temporales con una configuración espacial determinada (44,6%). Después, en orden decreciente, encontraríamos la sinestesia sonido-color (33,9%), tiempo-color (25,9%), personificación de grafemas (20,5%), grafema-color (10,7%) y palabra-sabor (5,4%).

Para comprender la relación entre la variable sinestesia y otras variables relevantes (edad, sexo, lateralidad y nivel de estudios), se utilizó el estadístico χ^2 de Pearson. Este análisis reveló que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en la variable sinestesia que dependan del sexo ($\chi^2_1 = 0,076$), la edad ($\chi^2_2 = 3,765$), la lateralidad manual ($\chi^2_2 = 1,355$) ni el nivel educativo ($\chi^2_2 = 3,396$).

Discusión

La investigación de la sinestesia en la muestra española estudiada ha revelado que un 13,95% experimenta alguna modalidad del fenómeno. Esta estimación difiere de las obtenidas en otros países, cuya variabilidad ya se ha descrito (0,05% [35], 0,05% [36], 4,4% [37] y 23% [38]), probablemente debido a los criterios de selección de participantes y el análisis de los datos. En nuestro caso, se optó por un criterio estricto de selección, considerando sólo a aquellas personas que afirman experimentar 'siempre' las sinestesias descritas. Además, se revisó la información cualitativa aportada voluntariamente por algunos participantes en el propio cuestionario, pudiendo observar una tendencia a comprender la relación que la música posee con la visualización de imágenes. Esta relación puede deberse a motivos culturales (por ejemplo, la existencia de música programática) o puede interpretarse como una tendencia natural del ser humano a relacionar sonido e imagen. La información cualitativa aportada acerca del sabor de las palabras también indica que la mayoría de las personas afirma percibir el sabor de las palabras que se refieren a alimentos, como una es-

pecie de 'recuerdo del sabor' o 'imaginación de a qué sabe'. Igualmente, en la pregunta de respuesta abierta, muchos sujetos hablan de la relación sabor-olor, la cual no puede considerarse como sinestesia de manera estricta, ya que, dada la naturaleza común de los estímulos inductores de estos sentidos (sustancias químicas), ambos se encuentran interrelacionados de forma natural.

Diversos análisis de prevalencia, realizados mediante cuestionarios similares al utilizado en nuestro estudio, han señalado la existencia de un mayor porcentaje de mujeres sinestésicas [35,36,38,42]. Estos datos suscitaron la creencia de que la sinestesia era un rasgo asociado al cromosoma X [43]. Sin embargo, datos de una investigación llevada a cabo en el Reino Unido [37], cuya estimación se basaba en pruebas cuantitativas y no sólo en autoinformes, y que por ello se considera la más exacta [44], revelaron que no existían diferencias significativas entre los sexos. Asimismo, los estudios genéticos no han hallado evidencia que justifique la hipótesis del cromosoma X [9,10]. La independencia hallada en nuestro estudio entre las variables sexo y sinestesia está en consonancia con estos datos.

Es interesante señalar que el porcentaje de sinestésicos en el grupo estudiado (13,95%) es ligeramente superior que el porcentaje de zurdos (10%) en la población general, según estimaciones recientes sobre la prevalencia de la zurdera [45]. No obstante, la variable lateralidad no se relaciona directamente con la variable sinestesia, y lo mismo sucede con la edad. En cuanto al nivel de estudios, nuestros resultados sobre la independencia de estas variables (nivel educativo y sinestesia) son coherentes con los hallados en otros países [46].

La estimación de las frecuencias relativas de las diferentes modalidades pone de manifiesto la variedad fenomenológica asociada a la sinestesia. Como se ha descrito en la introducción, existen más de 60 tipos de sinestesia clasificados [39]. Sin embargo, un estudio realizado sobre una muestra de 12.127 participantes [47] sugiere que las diferentes modalidades de sinestesia se estructuran en cinco subgrupos (Tabla). Una persona sinestésica tiene una mayor probabilidad de experimentar varias sinestesias pertenecientes al mismo grupo. Si agrupamos nuestros datos en estas cinco categorías, obtendríamos los siguientes porcentajes para cada grupo: grupo 1, 36,6%; grupo 2, 33,9%; grupo 3, 20,5%; grupo 4, 5,4%, y grupo 5, 44,6%. Según estos datos, las sinestesias más comunes en el grupo estudiado serían las relacionadas con las secuencias espaciales (44,6%), que muestran un porcentaje similar al hallado en estudios previos (42% [38]). El porcentaje de sines-

Tabla. Agrupación de las diferentes modalidades de sinestesia en cinco categorías [47].

	Nombre del subgrupo	Sinestias incluidas		
Grupo 1	Secuencias coloreadas	Letra-color		
		Número-color		
		Días de la semana-color		
		Meses-color		
Grupo 2	Colores musicales	Timbre-color		
		Acorde-color		
		Instrumento-color		
Grupo 3	Sensaciones coloreadas	Tacto-color		
		Orgasmo-color		
		Dolor-color		
		Temperatura-color		
		Personalidad-color		
		Emoción-color		
		Gusto-color		
		Olor-color		
		Grupo 4	Sinestias no visuales (no poseen concurrentes visuales)	Sonido-olor
				Visión-olor
Visión-sonido				
Sonido-tacto				
Sonido-sabor				
Grupo 5	Secuencias espaciales (localización espacial de secuencias aprendidas)	Números-configuración espacial		
		Conceptos temporales-configuración espacial		

tésicos que experimentan colores en respuesta a sonidos (33,9%) es también similar al descrito por otros autores (33% [42]). Destaca que mientras que en otros estudios la sinestesia grafema-color resulta la más común (100% [35], 87% [36], 87,7% [48], 72% [37], 45,3% [38], 86% [42]), en nuestro caso el primer puesto lo ocupan las secuencias espaciales. Asi-

mismo, el porcentaje de sinestésicos que personifican los grafemas (20,5%) es superior al hallado en otras estimaciones (2,69% [39], 12% [46]).

La existencia de diferentes subgrupos ha suscitado el interés por comprender las causas genéticas y las bases neurofisiológicas de las diferentes modalidades. Existe consenso al señalar que la sinestesia es hereditaria [35,49]; sin embargo, se desconoce si existe un mecanismo genético común que puede dar lugar a diferentes modalidades del fenómeno o si cada subgrupo posee un mecanismo independiente [47]. El estudio de las bases genéticas de las sinestias del grupo 5 (secuencias espaciales), que según nuestros datos serían las más comunes, halló diferencias genéticas en cinco familias que experimentaban este tipo de sinestesia y concluyó que existe heterogeneidad genética para este fenotipo [10]. Recientemente, se está estudiando la prevalencia de otras modalidades que en principio se creían menos comunes –por ejemplo, las sinestias tacto en espejo (*mirror-touch*) y los subtítulos del habla (*ticker-tape*)–, pero que parecen darse en porcentajes significativos de la población, al menos en Francia [46].

Este estudio no está exento de limitaciones. Dado que esta información se basa en autoinformes, es necesario realizar pruebas cuantitativas que, de manera específica, nos permitan corroborar la presencia de sinestesia, tal y como se define desde el ámbito neurocientífico. Este tipo de pruebas (pruebas psicofísicas, de consistencia o de neuroimagen), dada su complejidad y alto coste, no siempre está disponible para la realización de sondeos a gran escala. Por ello, es necesario utilizar pruebas de cribado como la aquí descrita. No obstante, los datos obtenidos en este sondeo permitieron identificar participantes para estudios de consistencia [50], de neuroimagen estructural [14] y funcional [2], que ayudaron a validar la veracidad de la información obtenida mediante el cuestionario. El análisis de los datos cuantitativos y cualitativos ha permitido observar aspectos mejorables en el cuestionario de sinestesia y su aplicación. Por ejemplo, debe considerarse la existencia de cinco subgrupos a la hora de cuantificar las frecuencias relativas. Asimismo, las sinestias menos conocidas y más difíciles de encuadrar en una de las cinco categorías mencionadas (tacto en espejo y subtítulos del habla) deben contemplarse para poder garantizar en el futuro una estimación realista de la prevalencia del fenómeno.

En conclusión, en una muestra española de 803 personas, un 13,95% se identifica con alguna de las descripciones sinestésicas propuestas, y este porcenta-

je no se relaciona directamente con factores de edad, sexo, lateralidad manual o nivel educativo. Las sinestias espaciales son las más frecuentes, y existe también un porcentaje elevado de sinestésicos que experimenta secuencias coloreadas y sonidos coloreados. Estos datos sugieren que la sinestesia está presente en un elevado número de personas, constatando la necesidad de considerar la variable sinestesia como un factor relevante en los diseños experimentales. Asimismo, la identificación de la sinestesia como fenómeno no patológico presente en un elevado porcentaje de la población constituye un conocimiento de interés para los profesionales del ámbito clínico.

Bibliografía

- Villarejo-Galende A, Herrero-San Martín A, Nikola Tesla: relámpagos de inspiración. *Rev Neurol* 2013; 56: 109-14.
- Melero H, Ríos-Lago M, Peña-Melián A, Álvarez-Linera J. Achromatic synesthesias –a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage* 2014; 98: 416-24.
- Cytowic ER, Eagleman DM. *Wednesday is indigo blue: discovering the brain of synesthesia*. Cambridge: MIT Press; 2009.
- Baron-Cohen S, Harrison J, Goldstein LH, Wyke M. Coloured speech perception: is synaesthesia what happens when modularity breaks down? *Perception* 1993; 22: 419-26.
- Cytowic RE, Wood FB. Synesthesia. I. A review of major theories and their brain basis. *Brain Cogn* 1982; 1: 23-35.
- Dixon MJ, Smilek D, Cudahy C, Merikle PM. Five plus two equals yellow. *Nature* 2000; 406: 365.
- Palmeri TJ, Blake R, Marois R, Flanery MA, Whetsell W Jr. The perceptual reality of synesthetic colors. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2002; 99: 4127-31.
- Smilek D, Dixon MJ, Cudahy C, Merikle PM. Synaesthetic photisms influence visual perception. *J Cogn Neurosci* 2001; 13: 930-6.
- Asher JE, Lamb JA, Brocklebank D, Cazier JB, Maestrini E, Addis L, et al. A whole-genome scan and fine-mapping linkage study of auditory-visual synesthesia reveals evidence of linkage to chromosomes 2q24, 5q33, 6p12, and 12p12. *Am J Hum Genet* 2009; 84: 279-85.
- Tomson SN, Avidan N, Lee K, Sarma AK, Tushe R, Milewicz DM, et al. The genetics of colored sequence synesthesia: suggestive evidence of linkage to 16q and genetic heterogeneity for the condition. *Behav Brain Res* 2011; 223: 48-52.
- Rouw R, Scholte HS. Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia. *Nat Neurosci* 2007; 10: 792-7.
- Rouw R, Scholte HS. Neural basis of individual differences in synesthetic experiences. *J Neurosci* 2010; 30: 6205-13.
- Jäncke L, Beeli G, Eulig C, Hänggi J. The neuroanatomy of grapheme-color synesthesia. *Eur J Neurosci* 2009; 29: 1287-93.
- Melero H, Peña-Melián A, Ríos-Lago M, Pajares G, Hernández-Tamames JA, Álvarez-Linera J. Grapheme-color synesthetes show peculiarities in their emotional brain: cortical and subcortical evidence from VBM analysis of 3D-T1 and DTI data. *Exp Brain Res* 2013; 227: 343-53.
- Weiss PH, Fink GR. Grapheme-colour synaesthetes show increased grey matter volumes of parietal and fusiform cortex. *Brain* 2009; 132: 65-70.
- Hänggi J, Beeli G, Oechslin MS, Jäncke L. The multiple synaesthete E.S.: neuroanatomical basis of interval-taste and tone-color synaesthesia. *Neuroimage* 2008; 43: 192-203.
- Hänggi J, Wotruba D, Jäncke L. Globally altered structural brain network topology in grapheme-color synesthesia. *J Neurosci* 2011; 31: 5816-28.
- Hupe JM, Bordier C, Dojat M. The neural bases of grapheme-color synesthesia are not localized in real color-sensitive areas. *Cereb Cortex* 2012; 22: 1622-33.
- Callejas A, Acosta A, Lupiáñez J. Green love is ugly: emotions elicited by synesthetic grapheme-color perceptions. *Brain Res* 2007; 1127: 99-107.
- Mattingley JB, Payne JM, Rich AN. Attentional load attenuates synaesthetic priming effects in grapheme-colour synaesthesia. *Cortex* 2006; 42: 213-21.
- Jarick M, Stewart MT, Smilek D, Dixon MJ. Do you see what I hear? Vantage point preference and visual dominance in a time-space synaesthete. *Front Psychol* 2013; 4: 695.
- Hubbard EM, Arman AC, Ramachandran VS, Boynton GM. Individual differences among grapheme-color synesthetes: brain-behavior correlations. *Neuron* 2005; 45: 975-85.
- Rich A, Williams M, Puce A, Syngeniotis A, Howard MA, McGlone F, et al. Neural correlates of imagined and synaesthetic colours. *Neuropsychologia* 2006; 44: 2918-25.
- Weiss PH, Zilles K, Fink GR. When visual perception causes feeling: enhanced cross-modal processing in grapheme-color synesthesia. *Neuroimage* 2005; 28: 859-68.
- Nunn JA, Gregory LJ, Brammer M, Williams SC, Parslow DM, Morgan MJ, et al. Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words. *Nat Neurosci* 2002; 5: 371-5.
- Sperling JM, Prvulovic D, Linden DE, Singer W, Stirn A. Neuronal correlates of colour-graphemic synaesthesia: a fMRI study. *Cortex* 2006; 42: 295-303.
- Sinke C, Neufeld J, Emrich HM, Dillo W, Bleich S, Zedler M, et al. Inside a synesthete's head: a functional connectivity analysis with grapheme-color synesthetes. *Neuropsychologia* 2012; 50: 3363-9.
- Neufeld J, Sinke C, Dillo W, Emrich HM, Szycik GR, Dima D, et al. The neural correlates of coloured music: a functional MRI investigation of auditory-visual synaesthesia. *Neuropsychologia* 2012; 50: 85-9.
- Beeli G, Esslen M, Jancke L. Time course of neural activity correlated with colored-hearing synesthesia. *Cereb Cortex* 2007; 18: 379-85.
- Muggleton N, Tsakanikos E, Walsh V, Ward J. Disruption of synaesthesia following TMS of the right posterior parietal cortex. *Neuropsychologia* 2007; 45: 1582-5.
- Grossenbacher P, Lovelace C. Mechanisms of synesthesia –cognitive and psychological constraints. *Trends Cogn Sci* 2001; 5: 36-41.
- Hubbard EM, Brang D, Ramachandran VS. The cross-activation theory at 10. *J Neuropsychol* 2011; 5: 152-77.
- Hupe JM. Synesthesia as a neuronal palimpsest. *Med Sci (Paris)* 2012; 28: 765-71.
- Smilek D, Dixon MJ, Cudahy C, Merikle PM. Synaesthetic photisms influence visual perception. *J Cogn Neurosci* 2001; 13: 930-6.
- Baron-Cohen S, Burt L, Smith-Laittan F, Harrison J, Bolton P. Synaesthesia: prevalence and familiarity. *Perception* 1996; 25: 1073-9.
- Rich A, Bradshaw J, Mattingley J. A systematic, large-scale study of synaesthesia: implications for the role of early experience in lexical-colour associations. *Cognition* 2005; 98: 53-84.
- Simner J, Mulvenna C, Sagiv N, Tsakanikos E, Witherby SA, Fraser C, et al. Synaesthesia: the prevalence of atypical cross-modal experiences. *Perception* 2006; 35: 1024-33.
- Barnett KJ, Finucane C, Asher JE, Bargary G, Corvin AP, Newell FN, et al. Familial patterns and the origins of individual differences in synaesthesia. *Cognition* 2008; 106: 871-93.
- Day SA. Types of synesthesia. URL: <http://www.daysyn.com/Types-of-Syn.html>. [14.07.2014].
- Nikolic D, Jurgens UM, Rothen N, Meier B, Mroczko A. Swimming-style synesthesia. *Cortex* 2011; 47: 874-9.
- De Córdoba MJ. La sinestesia como base de un pensamiento holístico creativo. *Sondeos de posibles sinestésicos* (2009/2011). In De Córdoba MJ, dir. Programa científico: IV Congreso Internacional de Sinestesia, Ciencia y Arte. Almería, España,

- 16-18 de febrero de 2012. Granada: Fundación Internacional Artecittá; 2012.
42. Niccolai V, Jennes J, Stoerig P, Van Leeuwen TM. Modality and variability of synesthetic experience. *Am J Psychol* 2012; 125: 81-94.
 43. Ward J, Simner J. Is synaesthesia an X-linked dominant trait with lethality in males? *Perception* 2005; 34: 611-23.
 44. Hochel M, Milán E. Synaesthesia: the existing state of affairs. *Cogn Neuropsychol* 2008; 25: 93-117.
 45. Tran US, Stieger S, Voracek M. Latent variable analysis indicates that seasonal anisotropy accounts for the higher prevalence of left-handedness in men. *Cortex* 2014; 57C: 188-97.
 46. Chun CA, Hupe JM. Mirror-touch and ticker tape experiences in synesthesia. *Front Psychol* 2013; 4: 776.
 47. Novich S, Cheng S, Eagleman DM. Is synaesthesia one condition or many? A large-scale analysis reveals subgroups. *J Neuropsychol* 2011; 5: 353-71.
 48. Sagiv N, Simner J, Collins J, Butterworth B, Ward J. What is the relationship between synaesthesia and visuo-spatial number forms? *Cognition* 2006; 101: 114-28.
 49. Galton F. *Inquiries into human faculty and its development*. London: Macmillan; 1883.
 50. Eagleman DM, Kagan AD, Nelson SS, Sagaram D, Sarma AK. A standardized test battery for the study of synesthesia. *J Neurosci Methods* 2007; 159: 139-45.

Colors, tastes, numbers?: synesthesia in a Spanish sample

Introduction. Synesthesia is a neural phenomenon in which stimulation in one sensory or cognitive stream leads to associated experiences in a second, unstimulated stream. These activations occur involuntarily, automatically and consistently over time.

Aim. To estimate the relative frequency of the different modalities of the phenomenon in a Spanish sample.

Subjects and methods. Study performed in educational (55.04%), labor (20.54%) and digital contexts (24.4%) using the Synesthesia Questionnaire created by Artecittá Foundation.

Results. The analysis of the responses given by 803 participants suggests that 13.95% of the sample experience any synesthesia. The analysis of the relative frequencies shows that the most frequent modality is spatial sequence synesthesia (44.6%). 33.9% see colors when listening to sounds and/or music, 25.9% associate colors to temporal concepts, 20.5% assign gender and personality to letters and numbers, 10.7% experience grapheme-color synesthesia and 5.4% feel a specific flavor when hearing words.

Conclusions. These data suggest that the presence of synesthesia in the Spanish sample under study is high, and that the investigation of the phenomenon and its different modalities needs to be approached on the basis of the current knowledge about its phenomenological variability and its genetic and neurophysiologic characteristics. Likewise, the results are useful to adjust the questionnaire items and increase their discriminative power.

Key words. Conceptual synesthesias. Multimodal synesthesias. Spanish sample. Synesthesia. Unimodal synesthesias.