

Escuchar colores, saborear formas

El análisis de personas con sinestesia —individuos cuyas percepciones sensoriales se mezclan entre sí— proporciona información muy valiosa para comprender la organización y las funciones del cerebro humano

Vilayanur S. Ramachandran y Edward M. Hubbard

Cuando Matías Blázquez prepara hamburguesas con sus manos, experimenta un intenso sabor amargo. Esmerelda Juárez percibe su entorno de un color azulado si escucha un “do” al piano; el resto de las notas le evocan distintos colores. Las teclas de su piano están codificadas mediante colores para que, aprovechando su peculiar facultad, progrese en la ejecución de piezas musicales. Ante números impresos en negro, Colomán Arteché los ve de diferentes colores. Blázquez, Juárez y Arteché pertenecen al reducido grupo de personas que padecen sinestesia. Experimentan la vida cotidiana de forma extraordinaria y parecen habitar en un mundo misterioso, a medio camino entre la fantasía y la realidad. Para ellos los sentidos —tacto, gusto, oído, vista y olfato— no permanecen separados, sino mezclados.

La ciencia se acercó por vez primera a la sinestesia en 1880, año en que Francis Galton, primo de Charles Darwin, publicó un artículo sobre la misma en *Nature*. Pero quienes se siguieron ocupando del fenómeno, la minusvaloraban por considerarla una impostura o resultado del abuso de drogas (el LSD y la mescalina producen efectos similares); a lo sumo, se trataría de una rareza singular.

Desde hace unos cuatro años, sin embargo, nuestro grupo investigador —entre otros— comenzó a descubrir procesos cerebrales que podrían explicar la sinestesia. Durante el estudio también hallamos nuevas claves para comprender algunos de los aspectos más misteriosos de la mente humana, como la aparición del pensamiento abstracto, la metáfora y, quizás, el lenguaje.

A tenor de la explicación al uso, las personas sinestésicas se limitan a recordar y asociar experiencias vividas en la infancia. En coherencia con ello, un

individuo que al observar el número 5 lo ve de color rojo pese a estar impreso en negro, habría jugado de niño con figuras imantadas, entre las que había un 5 de color rojo y un 6 de color verde, por ejemplo. Pero tal hipótesis no explica por qué sólo algunas personas retienen en su memoria recuerdos sensoriales tan intensos. Se puede *pensar* en la sensación de frío cuando se observa una fotografía de un cubito de hielo, pero no se sentirá frío, cualesquiera que hayan sido las vivencias relacionadas con la nieve y el frío experimentadas durante la adolescencia.

Para otros, los sinestésicos emplean un lenguaje metafórico, cuando hablan de una nota do “roja” o del sabor “puntiagudo” del pollo, del mismo modo que las personas normales califican un queso como “fuerte” o dicen que un vestido es “chillón”. Nuestro lenguaje ordinario está plagado de metáforas relacionadas con los sentidos. Los sinestésicos estarían especialmente dotados para ello.

En 1999 nuestro grupo comenzó a investigar si la sinestesia constituía una experiencia genuinamente sensorial. Esta cuestión, sencilla en apariencia, se ha resistido a los estudiosos durante decenios. De entrada, por ser lo natural, preguntamos directamente a los propios pacientes: “¿Lo reconoce como un recuerdo o ve el color como si lo tuviera delante?”. No obtuvimos resultados satisfactorios. Aunque varios respondieron “Lo veo perfectamente”, la reacción mayoritaria era: “En cierta manera, lo veo y no lo veo”. O también: “No, no es como un recuerdo. Veo el número en rojo pero sé que no lo es, sé que es negro. Así que supongo que debe tratarse de un recuerdo”.

Para determinar si una experiencia guarda relación directa con la percepción, la psicología emplea el test de segregación. Si se observa un conjunto de líneas en el que las inclinadas se hallan repartidas en un bosque

de verticales, las líneas inclinadas destacan sobremanera. Resulta harto sencillo separarlas del fondo y agruparlas para formar, por ejemplo, un triángulo. Algo similar sucederá si observamos un fondo de puntos verdes y se nos pide que detectemos las figuras rojas; éstas destacarán. Pero un conjunto de "doses" (2) negros diseminados entre "cincos" (5) del mismo color resultarán casi indistinguibles. Cuesta discernir los doses de los cincos sin proceder a una inspección número a número, aunque cada figura, en sí, difiera de la contigua tanto como una línea inclinada respecto de una vertical. Podríamos concluir, pues, que sólo determinadas características primitivas o elementales, así el color y la orientación de las líneas, permiten una distinción inmediata. Con otras formas más complejas, los números por ejemplo, no sucede lo mismo.

¿Qué ocurriría si mostráramos la representación de números impresos en negro a un grupo de sinestésicos que percibiesen los cincos de color rojo y los doses de color verde? Distribuimos los doses (2) de suerte tal que, en el cuadro de números, dibujaran un triángulo. Si la sinestesia fuera un fenómeno genuinamente sensorial, los individuos no tendrían dificultades en identificar el triángulo, ya que para ellos los números estarían teñidos de color.

Al realizar estos tests de segregación con voluntarios, el resultado no pudo ser más elocuente. A diferencia de las personas normales, los sinestésicos distinguieron la figura formada por el grupo de números en un 90 por ciento de los

casos (exactamente igual que los individuos normales cuando los números aparecen coloreados). Estos resultados demuestran que los colores inducidos son de carácter sensorial y que los sinestésicos no fingen. En otro ensayo, de resultado sorprendente, colocamos ante una pantalla de ordenador a un sinestésico que percibía el número cinco de color rojo: no podía distinguir una variación de color de negro a rojo del número hasta que aplicábamos un tono encarnado intenso; pero detectaba inmediatamente el cambio si añadíamos un tinte verde.

Procesamiento visual

La confirmación de la realidad de la sinestesia plantea un nuevo interrogante: ¿por qué experimentan ciertas personas este extraño fenómeno? Nuestros ensayos nos inclinan a respaldar la idea de que en tales sujetos se produce un entrecruzamiento de conexiones cerebrales. La hipótesis se había postulado unos 100 años antes. Nosotros hemos avanzado un paso más: hemos identificado en qué zonas del cerebro y de qué modo se realiza dicho entrecruzamiento.

La comprensión de los factores neurobiológicos implicados requiere familiarizarse con el procesamiento de la información visual en el cerebro. Tras la llegada de la luz reflejada de un objeto a los conos del ojo (receptores del color), las señales neuronales de la retina se transmiten al área 17, en el lóbulo occipital. Allí, la imagen se procesa en el interior de agrupaciones locales, descomponiéndola en atributos sim-

ples: color, movimiento, forma y profundidad. Posteriormente, la información sobre cada una de dichas características se reenvía y distribuye por diversas regiones de los lóbulos temporal y parietal. La concerniente al color se dirige al área V4, sita en la circunvolución fusiforme del lóbulo temporal. Desde aquí, viaja a áreas que se encuentran a un nivel superior en la jerarquía de los centros del color, incluida la región inmediata a TPO (zona de asociación de los lóbulos temporal, parietal y occipital). Estas áreas superiores pudieran intervenir en aspectos más depurados del procesamiento del color. Explicarían, por ejemplo, que las hojas nos parezcan tan verdes al anochecer como al mediodía, a pesar de que la combinación de longitudes de onda reflejadas desde ellas sea muy diferente.

También la computación numérica transcurre por etapas. Uno de los pasos iniciales tiene lugar en la circunvolución fusiforme, donde se representa la forma de los números; un paso posterior se da en la circunvolución angular, parte de la zona TPO implicada en el análisis de conceptos numéricos como ordinalidad (secuencia) y cardinalidad (cantidad). (Si la circunvolución angular está dañada por un accidente cerebrovascular o un tumor, el paciente puede identificar números, pero no dividir o restar. La capacidad de multiplicación suele permanecer intacta, por tratarse de un proceso aprendido de memoria.) Estudios por procesamiento de imágenes cerebrales realizados en humanos apuntan a que la representación visual de letras o números (grafemas) activa células de la circunvolución fusiforme, mientras que los sonidos de las sílabas (fonemas) son procesados en zonas superiores, de nuevo en las cercanías de la zona TPO.

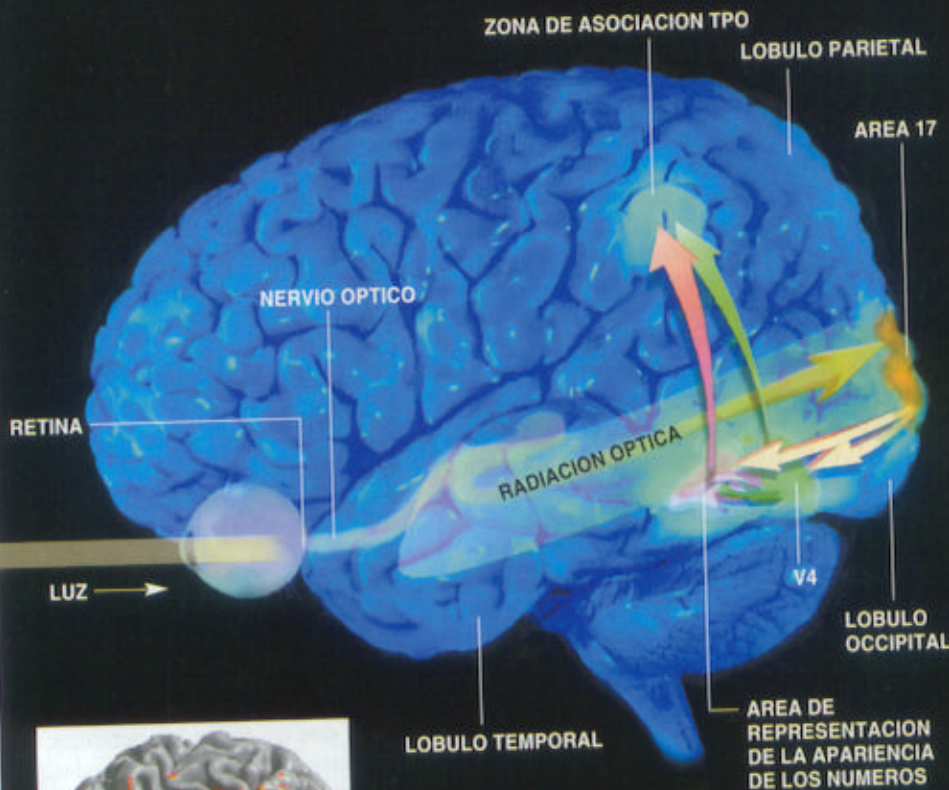
Debido a que tanto los colores como los números se procesan inicialmente en la circunvolución fusiforme y, luego, en la proximidad de la circunvolución angular, sospechamos que la sinestesia de tipo número-color podría deberse a un entrecruzamiento entre las conexiones del área V4 y del área de representación numérica (ambas en el seno de la circunvolución fusiforme)

Resumen/Sinestesia

- Sinestesia (del griego, *syn*, junto, y *aisthesis*, sensación) es un fenómeno por el que ciertas personas, en lo demás normales, experimentan la fusión de dos o más sentidos.
- Durante decenios se consideró una ofuscación o una combinación de recuerdos. Se ha demostrado que se trata de una condición real. Quizá tenga su origen en la activación cruzada, según la cual dos áreas del cerebro, que en situaciones normales se hallan separadas entre sí, se inducen actividad mutuamente.
- Al paso que la ciencia explora los mecanismos implicados en la aparición de la sinestesia, se va conociendo la forma en que el cerebro procesa la información de los sentidos y la emplea para establecer conexiones abstractas entre estímulos sensoriales sin aparente relación entre sí.

SEÑALES MEZCLADAS

EN UNO DE LOS TIPOS MÁS COMUNES de sinestesia, mirar un número evoca un color específico. Ello ocurre, así parece, porque las áreas que en condiciones normales no interaccionan cuando se procesan colores o números, en las personas sinestésicas se activan unas a otras.



VISTA POSTERIOR del cerebro de un sinestésico, realizada mediante resonancia magnética funcional. Muestra una gran actividad (amarillo) en el área de procesamiento del color V4 justo en el momento en que el individuo observa números blancos sobre un fondo gris. Esta área no se activa en sujetos con percepción normal al mirar la misma figura.

LAS SEÑALES NEURONALES de la retina se transmiten vía radiación óptica al área 17, en la parte posterior del cerebro, donde se descomponen en atributos simples: color, forma, movimiento y profundidad.

La información sobre el color continúa hasta la zona V4, en cuyas proximidades se representa también la apariencia visual de los números; ello la convierte en lugar propenso para la conexión cruzada entre las áreas del color y de los números (flechas rosas y verdes cortas).

Finalmente, el color se procesa en un área cercana a la zona de asociación TPO (por lóbulos temporal, parietal y occipital), que presumiblemente efectúa un procesamiento del color de tipo superior. De igual modo, en la circunvolución angular, parte de la zona TPO involucrada en los conceptos de secuencia y cantidad, tiene lugar una etapa avanzada del procesamiento numérico. Ello explicaría la aparición de sinestesia en personas que relacionan colores con secuencias numéricas abstractas, como días de la semana.

CAROL DOMNER (ilustración), GEOFF BOYNTON INSTITUTO SALK DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS Y VILAYANUR S. RAMACHANDRAN Y EDWARD M. HUBBARD (imagen)

o entre el área superior del color y la de conceptos numéricos (ambas en la zona TPO). Otras variantes más exóticas de sinestesia pudieran venir suscitadas por entrecruzamientos similares entre diferentes regiones responsables del procesamiento de informaciones sensoriales. El hecho de que el centro auditivo, en el lóbulo temporal, se encuentre cercano al área superior del cerebro que recibe las señales del color de la zona V4 podría explicar la sinestesia sonido-color. De manera similar, la "degustación del tacto" de Matías Blázquez ocurriría como efecto de un entrecruzamiento entre la corteza

gustativa (la ínsula en concreto) y una parte de la corteza adyacente, en la que se procesa el tacto captado por las manos.

Aceptado que el origen de la sinestesia reside en el entrecruzamiento neuronal, cabe preguntarse por qué ocurre. Sabemos que se trata de una afeción de agregación familiar. Posee, pues, un componente genético. Posiblemente sea una mutación la causante de la aparición de conexiones entre áreas del cerebro que, por norma, están segregadas entre sí. O quizá dicha mutación evite la interrupción de conexiones preexistentes entre áreas

que no se hallan conectadas a menudo. El hecho de que la mutación se declare (es decir, provoque sus efectos) en unas áreas del cerebro y no otras, explicaría por qué algunos sinestésicos mezclan colores y números, mientras otros ven colores cuando escuchan fonemas o notas musicales. Las personas que padecen un tipo de sinestesia son más propensas a padecer otro, lo que confiere aún mayor credibilidad a esta tesis.

En un principio pensábamos que el entrecruzamiento era de tipo físico. Pero comprobamos que la sinestesia podía darse también si el



número de conexiones entre áreas fuese normal y, en cambio, se hallara desequilibrado el balance de sustancias químicas que cursaban entre regiones. Por ello, preferimos hablar de activación cruzada. Ciertas regiones cerebrales colindantes a menudo inhiben mutuamente su actividad. Un desequilibrio químico tal que minimice dicha inhibición—bloqueando, por ejemplo, la acción de un neurotransmisor inhibitorio o impidiendo la síntesis de un inhibidor—provocaría que la actividad en un área despertara la actividad en otra vecina. Dicha activación cruzada podría, en teoría, transcurrir entre áreas muy distantes, originando algunas de las formas menos comunes de sinestesia.

Otros experimentos reforzaron la tesis de la activación cruzada. De éstos, algunos permiten explicar las diferentes variantes de sinestesia. Uno de ellos aprovecha el fenómeno visual “de multitud”. Si se observa con detenimiento un pequeño signo positivo en una imagen que también contiene un número cinco (5) en un extremo, será fácil distinguirlo, sin necesidad de mirarlo directamente. Ahora bien, si se rodea dicho número de otros, treses (3) por ejemplo, no será posible identificarlo. Se percibirá desenfocado. En un ensayo, los voluntarios con visión normal no tendrán mayor éxito en el empeño, que el resultante del mero azar. No se debe ello a que los objetos se vean borrosos en la periferia del campo visual. Después de todo, el

cinco se veía perfectamente antes de estar rodeado de treses. La razón para no poder identificarlo estriba en una limitación de recursos de la atención: en cierta manera, los treses distraen la atención del cinco central y evitan así su distinción.

Cuando sometimos a dos sinestésicos a este experimento, obtuvimos un resultado sorprendente. Miraban

al monitor y declaraban: “No puedo ver el número situado en el medio. Está borroso, pero parece rojo, así que presumo que debe ser un cinco”. A pesar de no registrar el número conscientemente, el cerebro lo estaba procesando en algún lugar. Los sinestésicos podían, pues, aprovechar el color para inferir, por deducción mental, de qué número se trataba. Si nuestra teoría es correcta, este descubrimiento revela que el número se procesa en la circunvolución fusiforme y evoca el color correspondiente *antes* del momento en que el efecto “multitud” se manifiesta en el cerebro; paradójicamente, hasta un número “invisible” puede producir sinestesia.

Otro ensayo respalda esta conclusión. Procedimos a reducir el contraste entre el número y el fondo: el color se debilitaba hasta que, llegado a un punto de bajo contraste, los sujetos sometidos a ensayo no distinguían color alguno, a pesar de que el número era perfectamente visible. Mientras el experimento “de multitud” demostraba que un número invisible puede evocar un color, el “de contraste” muestra que observar un número no garantiza ver un color. Quizá los números con bajo contraste activan células de la circunvolución fusiforme de una forma suficiente para la percepción consciente del número, pero no suficiente para la activación cruzada de las células del color del área V4.

Descubrimos, por último, que, si mostrábamos a los sinestésicos nu-

merales romanos, un V por ejemplo, no veían ningún color; ello sugiere que no es el *concepto* de número, 5 en este caso, sino su representación gráfica (grafema) lo que provoca la aparición del color. Esta observación nos lleva a presumir una activación cruzada en sinestesia número-color en el interior de la circunvolución fusiforme, ya que esta estructura se halla implicada principalmente en el análisis de la forma visual, no del significado de nivel superior de un número.

Hagamos ahora una prueba curiosa. Imagínese el lector una escena con un gran cinco compuesto de pequeños treses; puede fijar la atención en el “bosque” (los 5) o detenerse minuciosamente en los “árboles” (los treses). Dos individuos con sinestesia declararon percibir un cambio de color, dependiendo de su enfoque. Ello implica que, a pesar de que la sinestesia puede surgir como resultado exclusivo de la apariencia visual—y no del concepto de nivel superior—, importa la forma en que la información visual se jerarquiza en función de la atención.

Pero cuando comenzamos a reclutar otros voluntarios, se tornó evidente que no todas las personas con sinestesia de color son iguales. En algunas, incluso los días de la semana o meses del año evocan colores: el lunes puede ser verde, el miércoles rosa y diciembre amarillo.

Lo único que poseen en común los días de la semana, los meses y los números es el concepto abstracto de secuencia numérica, u ordinalidad. Quizá sea el concepto abstracto de secuencia numérica el detonante de la aparición del color para ciertos sujetos, por encima de la apariencia visual. En estos individuos, la activación cruzada podría transcurrir entre la circunvolución angular y el área superior del color, cercana a la zona TPO, no entre áreas vecinas de la circunvolución fusiforme. Si se confirmase, dicha interacción explicaría por qué incluso la representación abstracta de números, o la *idea* de número provocada por días de la semana o meses, evoca colores específicos. En otras palabras, dependiendo de la zona del cerebro en que se exprese el gen mutante, la sinestesia puede

Los autores

VILAYANUR S. RAMACHANDRAN y EDWARD M. HUBBARD colaboran en sus estudios sobre sinestesia. Ambos trabajan en la Universidad de California en San Diego, cuyo Centro del Cerebro y de la Cognición dirige Ramachandran. Hubbard se halla adscrito al departamento de Psicología y Ciencia Cognitiva.

ser de diferente condición: sinestesia "superior", producida por conceptos numéricos, o bien sinestesia "inferior", provocada por la apariencia visual. Análogamente, en alguna de las modalidades "inferiores", la apariencia de una letra puede evocar un color, mientras que en otras "superiores", sería su *sonido* el detonante (los fonemas se procesan en las proximidades de la zona TPO).

Nos llegamos a encontrar ante el caso de un individuo, cuyos ojos eran insensibles al color, que veía ciertos números teñidos de colores. Los denominaba "colores marcianos". A pesar de que los receptores del color de su retina no podían procesar ciertas longitudes de onda, una explicación plausible del fenómeno observado sugiere que el área del color de su cerebro funcionaba correctamente y se activaba en cruzamiento al ver los números.

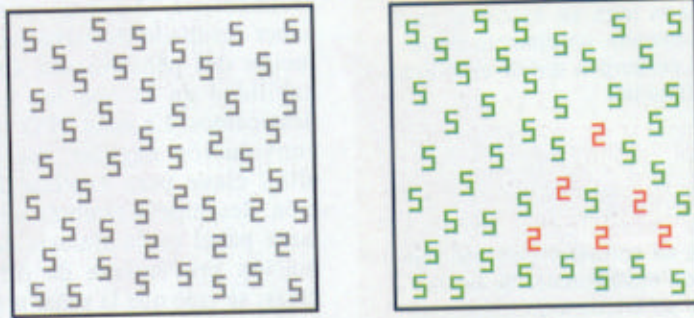
En ensayos apoyados en técnicas de formación de imágenes cerebrales que llevamos a cabo en colaboración con Geoff Boynton, del Instituto Salk de Estudios Biológicos de San Diego, hemos recabado pruebas provisionales de la activación local del área del color V4 que respaldan nuestra teoría de la sinestesia por activación cruzada. (Jeffrey Gray y su grupo del Instituto de Psiquiatría de Londres han llegado a similares resultados.) Al presentar números en blanco y negro a sinestésicos, se apreció activación cerebral no sólo en el área numérica —como ocurriría en personas normales—, sino también en el área del color. Observamos, asimismo, diferencias entre tipos distintos de sinestésicos. Uno de los sujetos con sinestesia inferior mostraba mayor activación en los pasos iniciales del procesamiento del color que los sujetos control. Por el contrario, los sujetos con sinestesia superior evidenciaban menor activación en esas fases iniciales.

Una explicación de la metáfora

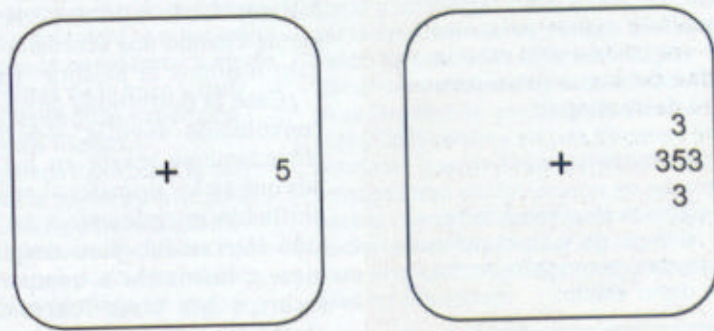
De nuestra investigación sobre las bases neurológicas podría beneficiarse el estudio en torno a la creatividad de pintores, poetas o no-

MUNDO CODIFICADO POR COLORES

EN UN ENSAYO para analizar la capacidad de segregación visual, las personas con sinestesia, que relacionan un número dado con un color específico, pueden detectar de inmediato un número diferente incrustado entre otros en una ilustración con figuras negras sobre fondo blanco. Mientras que una persona con percepción normal debe emprender una inspección dígito a dígito para distinguir en nuestro ejemplo los doses de los cincos (*izquierda*), el triángulo formado por los doses resalta instantáneamente para un sinestésico (*derecha*).



Un número "invisible" es visible para un sinestésico en un experimento perceptivo: si una persona observa fijamente un objeto central, aquí un signo positivo, un dígito aislado resulta fácil de identificar con visión periférica (*izquierda*). Ahora bien, si el número se halla rodeado de otros (*derecha*), se torna borroso—invisible— para una persona corriente. En cambio, un sujeto con sinestesia puede deducir el número central por el color que le evoca.



velistas. De acuerdo con un trabajo reciente, la sinestesia en personas creativas septuplica su frecuencia entre la población en general.

Una de las facultades que poseen en común un gran número de personas creativas es la facilidad para la metáfora. ("Es oriente y Julieta es el sol".) Pareciera que sus cerebros estuviesen dotados de la capacidad de establecer conexiones entre conceptos sin relación manifiesta: una joven hermosa y el sol. En otras palabras, así como la sinestesia lleva aparejada la formación de vínculos arbitrarios entre entidades sensoriales independientes, como los números y los colores, la metáfora relaciona dominios conceptuales ajenos entre sí. Y quizás ello no sea mera coincidencia.

Numerosos conceptos de nivel superior se hallan probablemente localizados en regiones cerebrales específicas. No hay nada más abstracto que un número, que, como hemos comprobado, se representa en un área pequeña del cerebro, la circunvolución angular. Supongamos que la mutación causante de la sinestesia trae consigo una comunicación excesiva entre diferentes mapas cerebrales: pequeñas zonas de corteza que representan entidades perceptivas específicas, como la agudeza o curvatura de formas o, en el caso que nos ocupa, tonos de colores. Dependiendo de dónde y cuán extensamente se exprese este rasgo en el cerebro, podría provocar la aparición de sinestesia y cierta propensión a relacionar con-

PREGUNTAS HABITUALES

¿Existen diferentes tipos de sinestesia?

La ciencia estima unos 50. Se trata de una condición de agregación familiar; puede aparecer con mayor frecuencia en personas creativas y en mujeres. Quizás una de cada doscientas personas padezca sinestesia. En el tipo prevalente, el mirar números o el oír determinados sonidos evoca colores. En otra variante poco común, cada letra se asocia al sexo masculino o femenino: un ejemplo de la propensión del cerebro a dividir el mundo en categorías binarias.

Si una persona sinestésica asocia un color con una letra o un número, ¿qué ocurre si ve un par de letras, como "ea", o dígitos dobles, como "25"?

Ve colores que se corresponden con las letras o números individuales. Si las letras o números se encuentran contiguos, es posible que se eliminen mutuamente sus efectos (el color desaparecería) o, si las dos figuras provocan el mismo color, que se realcen.

¿Reviste importancia el hecho de que las letras sean mayúsculas o minúsculas?

En general, no. Pero ciertas personas han declarado ver colores más diluidos en letras minúsculas o que éstas parecen brillantes o desiguales.

¿Qué apariencia toman las palabras enteras?

A menudo el color de la primera letra se extiende a lo largo de toda la palabra; incluso letras mudas, como la h de "habla", producen dicho efecto.

¿Qué ocurre si el sinestésico es políglota?

Para él, un idioma puede contar con grafemas coloreados, pero otros no, quizá porque las diferentes lenguas se representan en regiones cerebrales distintas.

¿Y si la persona se imagina una letra o un número?

Imaginar una figura puede evocar colores incluso más intensos que verla. Quizá dicho ejercicio active las mismas áreas cerebrales que la visión; ahora bien, al no llegar señales de un número real desde la retina que compitan por la atención, la figura imaginada crea un color sinestésico más intenso.

La sinestesia, ¿mejora la memoria?

Es posible. Aleksandr R. Luria, neurólogo ruso, describió el caso de un individuo cuya memoria notable se debía a la vinculación entre sus cinco sentidos. Tener sólo dos de ellos ligados también podría ayudar.

ceptos sin relación directa, es decir, a la creatividad. Ello explicaría por qué el gen de la sinestesia, aparentemente inútil, ha sobrevivido entre la población.

Nuestra investigación, aparte de esclarecer por qué algunos artistas pudieran ser propensos a padecer sinestesia, sugiere que todos poseemos cierta capacidad para experimentarla. Además, puede ello haber resultado decisivo en la evolución del pensamiento abstracto, habilidad en la que los humanos destacamos. La zona TPO (y la circunvolución angular, incluida en ella), clave para explicar la afectación, desempeña también un importante papel en la síntesis de información proveniente de diferentes áreas: se cree que la señal procedente del tacto, el oído y la vista confluyen aquí para habilitar la formación de percepciones de nivel superior. Por ejemplo, un gato es suave (tacto), maúlla y ronronea (oído), posee cierta apariencia (vista) y despide un olor característico (olfato). Todo ello nos viene a la mente cuando nos acordamos de un gato u oímos la palabra "gato".

¿Cabe la posibilidad de que la circunvolución angular —desproporcionadamente mayor en los humanos que en los primates— se hubiese destinado inicialmente a la asociación intermodal, pero después hubiese comenzado a compartir sus recursos con otras funciones más abstractas, como la metáfora? Consideremos dos dibujos, diseñados por el psicólogo Wolfgang Köhler. Uno parece una ameba y el otro, un trozo de cristal roto. Al proponer la siguiente pregunta: "¿Cuál es 'buba' y cuál es 'kiki'?", el 98 % de las personas escogieron la ameba como buba y al cristal como kiki. Quizá se deba a que las suaves curvas de la primera remedan metafóricamente la ondulación sutil del sonido "buba" (según se representa en los centros auditivos cerebrales), así como la inflexión gradual de los labios al emitir dicho sonido. Por el contrario, el agudo sonido de "kiki", así como la brusca inflexión de la lengua hacia el paladar al emitirlo, reproducen en cierto modo los bruscos cambios de forma de la segunda figura. Esta asociación proviene de una zona vecina

La sinestesia podría proporcionar ciertas claves sobre la evolución del pensamiento y el lenguaje

Situémonos millones de años atrás, con un grupo de homínidos a punto de inventar un lenguaje. No comenzarían con un líder diciendo: "Mirad esto: llamémoslo plátano. Repetid conmigo: pla-ta-no". Indudablemente, el grupo hubo de poseer un conjunto de capacidades que constituyese la base para la comunicación oral sistemática. Nuestros estudios sobre la base neurobiológica de la sinestesia sugieren que la facilidad para componer metáforas —para establecer conexiones profundas entre objetos superficialmente diferentes e independientes entre sí— constituyó la primera semilla para la aparición del lenguaje.

Los humanos tenemos una predisposición innata a asociar sonidos con formas visuales. Esa cualidad pudo haber revestido una importancia decisiva para el despegue de un vocabulario común en los homínidos. Además, las áreas cerebrales que procesan la apariencia visual de los objetos, letras y números y las que tratan los sonidos de las palabras, se pueden activar unas a otras, incluso en personas no sinestésicas. Ello justificaría, por ejemplo, que las personas esperen que a los objetos puntiagudos se les asignen nombres de fonética áspera.

Otros dos tipos de conexiones neuronales apoyan esta tesis. En primer lugar, las áreas sensoriales que procesan las formas visuales y los sonidos en la parte posterior del cerebro pueden activar de manera cruzada las áreas motoras de la parte anterior

de la TPO, probablemente de la circunvolución angular. En cierto sentido, quizá todos somos sinestésicos ocultos. (Hemos comprobado que las personas con la circunvolución angular dañada no responden al "efecto buba-kiki", es decir, no relacionan la figura con el sonido según el patrón habitual.)

La circunvolución angular realiza, por tanto, un tipo elemental de abstracción: extrae el denominador común de un conjunto de entidades disímiles. Desconocemos cómo se lleva a cabo esta tarea, pero pudiera haber ocurrido que, en el curso de la evolución, una vez se puso la primera piedra con la abstracción intermodal se allanase el camino para tipos más complejos de abstracción. La utilización de una fun-

EL ROMPECABEZAS DEL LENGUAJE

del cerebro que intervienen en la articulación del lenguaje. Una apariencia puntiaguda o un sonido áspero inducirían, pues, a la zona motora a producir una inflexión rápida de la lengua sobre el paladar. (Reparemos, por ejemplo, en las palabras coloquiales "diminuto", "mínimo": van acompañadas de un movimiento de labios que imitan el pequeño tamaño del objeto al que se califica.) El cerebro parece seguir reglas preexistentes para traducir lo que vemos y oímos en movimientos bucales que reflejen dichas informaciones.

En segundo lugar, hay una especie de desbordamiento de las señales de dos áreas motoras contiguas: las que controlan la secuencia de movimientos de los músculos de las manos y las de la boca. Denominamos dicho efecto "sinquinesia". Como apuntó Charles Darwin, cuando cortamos papel con unas tijeras, nuestra mandíbula puede abrirse y cerrarse al compás de nuestros movimientos. Muchos lingüistas no consideran válida la idea de que la gesticulación manual pudo haber constituido la base del lenguaje oral, pero nosotros creemos que el fenómeno de la "sinquinesia" sugiere que pueden estar equivocados.

Damos por supuesto que nuestros antepasados homínidos se comunicaran mediante gruñidos, alaridos y chillidos emocionales; se originan, como se sabe, en el hemisferio derecho y en una zona del lóbulo frontal implicada en las emociones. Más tarde, los homínidos desarrollaron un sistema gestual rudi-

A LA PREGUNTA de cuál de las dos figuras representadas es "buba" y cuál es "kiki", el 98 por ciento de los encuestados escogieron la de la izquierda como buba y la otra como kiki. Los autores sostienen que la habilidad del cerebro de escoger una característica abstracta común —como una forma puntiaguda y un sonido áspero— podría haber allanado el camino para la aparición de la metáfora y quizás incluso de un vocabulario compartido.



mentario que fue ganando en refinamiento y complicación. No cuesta imaginar que el movimiento de las manos consistente en agarrar a otro hacia uno mismo evolucionó en el sentido de un comportamiento de atracción más suave. Si tales gestos se tradujeron, a través de la sinquinesia, en movimientos de la boca y del rostro, y si las emisiones guturales se canalizaron a través de los movimientos de la boca y de la lengua, el resultado pudo haber sido el primer lenguaje hablado.

¿Cómo podemos incorporar la sintaxis, las reglas a seguir para ordenar palabras y frases, a este esquema? Opinamos que la evolución de las herramientas empleadas por los homínidos pudo haber desempeñado un impor-

tante papel. Por ejemplo, la secuencia de construcción de un útil —primero dar forma a la cabeza del martillo, después fijarlo a un mango y por último despedazar la comida— se asemeja a la disposición de oraciones en frases largas. Secundando la teoría postulada por Patricia Greenfield, psicóloga de la Universidad de California en Los Angeles, proponemos que las áreas cerebrales frontales que evolucionaron en principio para la construcción de herramientas pudieron ser empleadas a posteriori para una función inédita: conjuntar palabras en oraciones.

ción para fines diferentes de los previstos en su origen constituye un fenómeno común en la historia de la evolución. Por ejemplo, los huesos del oído de los mamíferos evolucionaron a partir de la porción posterior de la mandíbula de los reptiles. Más allá de la metáfora y del pensamiento abstracto, la abstracción intermodal podría incluso haber plantado la semilla para la aparición del lenguaje.

En el momento de comenzar nuestra investigación sobre la sinestesia no barruntábamos, ni de lejos, dónde llegaríamos. Apenas sospechábamos que este misterioso fenómeno, reputado durante decenios mera curiosidad, podría arrojar un rayo de luz sobre la naturaleza del pensamiento.

VILAYANUR S. RAMACHANDRAN

Bibliografía complementaria

- THE MAN WHO TASTED SHAPES. R. E. Cytowic. MIT Press, 1993.
- SYNAESTHESIA: CLASSIC AND CONTEMPORARY READINGS. S. Baron-Cohen y J. E. Harrison. Blackwell, 1997.
- PSYCHOPHYSICAL INVESTIGATIONS INTO THE NEURAL BASIS OF SYNAESTHESIA. V. S. Ramachandran y E. M. Hubbard, en *Proceedings of the Royal Society of London, B*, vol. 268, págs. 979-983; 2001.
- SYNAESTHESIA: A WINDOW INTO PERCEPTION, THOUGHT AND LANGUAGE. V. S. Ramachandran y E. M. Hubbard, en *Journal of Consciousness Studies*, volumen 8, n.º 12, págs. 3-34; 2001.
- SYNAESTHETIC PHOTISMS INFLUENCE VISUAL PERCEPTION. D. Smilek, M. J. Dixon, C. Cudahy y M. Merikle, en *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 13, n.º 7, págs. 930-936; 2001.
- FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF SYNAESTHESIA: ACTIVATION OF V4/V8 BY SPOKEN WORDS. J. A. Nunn, L. J. Gregory, M. Brammer, S. C. R. Williams, D. M. Parslow, M. J. Morgan, R. G. Morris, E. T. Bullmore, S. Baron-Cohen y J. A. Gray, en *Nature Neuroscience*, volumen 5, páginas 371-375; 2002.