

# MENTE y CEREBRO

# Cuadernos



investigacionyciencia.es

Cuadernos MENTE y CEREBRO

## ILUSIONES

Cómo interpreta el cerebro los estímulos visuales



### IMÁGENES AMBIGUAS

Distintas interpretaciones

### EFFECTOS ÓPTICOS

El secreto de los objetos imposibles

### PARADOJAS VISUALES

El poder de la simetría

### MOVIMIENTO

Franjas y contornos deslizantes

### NEUROCIENCIA

Procesamiento cerebral de las imágenes



9 772253 959008

ILUSIONES

Cuadernos MENTE y CEREBRO

3º CUATRIMESTRE 2012

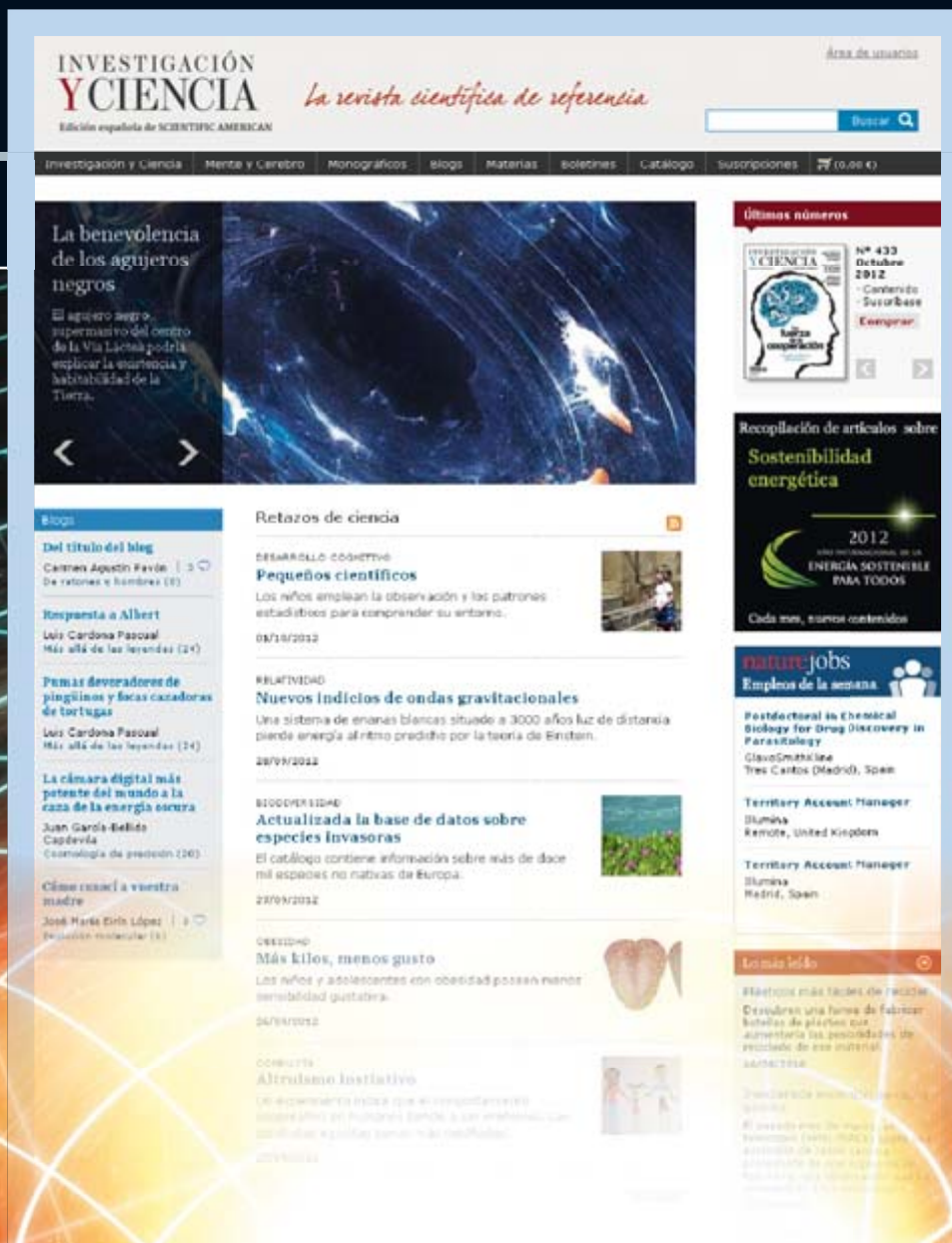
# INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

# MENTE y CEREBRO



Disponible en su quiosco el número de octubre

¡VISITE NUESTRA NUEVA WEB!



Suscríbase a la versión **DI G I T A L**  
de nuestras publicaciones  
y acceda al contenido completo  
de todos los números (en pdf)\*

[www.investigacionyciencia.es](http://www.investigacionyciencia.es)

\* Ejemplares de IyC disponibles desde 1996 y el archivo completo de MyC, TEMAS y CUADERNOS

LUCES Y SOMBRAS 43

46 MOVIMIENTO ILUSORIO

## VISIÓN Y CEREBRO

### 4 ILUSIONES DE CONTRASTE

*Jacques Ninio*

El cerebro instauro fronteras arbitrarias en la percepción de la luminosidad. La yuxtaposición de tonos nos hace percibir fronteras ilusorias.

### 11 ¿CÓMO SE PUEDE ESTAR TAN CIEGO?

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Todos tenemos ojos en la cara, sin embargo, pasamos por alto cosas perfectamente visibles.

### 14 CONJETURAS CEREBRALES

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Lo mismo que la naturaleza, el cerebro detesta el vacío.

### 16 RIVALIDAD BINOCULAR

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Cada ojo envía al cerebro una información distinta. Cuando ambas imágenes retinianas divergen mucho, se producen fenómenos curiosos.

### 20 VISTO COMO UN TODO

*Rainer Rosenzweig*

El sistema perceptivo aporta significado al caos de estímulos que captamos. Ciertas reglas rigen dicho proceso.

### 25 LO ALTO, ARRIBA

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

La investigación sobre la percepción nos trae a primer plano la importancia de la postura erguida.

### 28 UNA EVIDENCIA TRANSPARENTE

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

De cómo resuelve el cerebro los problemas de percepción que plantean los cristales de color, las sombras y todo cuanto sea transparente.

### 32 VISIÓN EN BLANCO Y NEGRO

*Alan Gilchrist*

No es tan fácil la distinción tajante entre una y otra percepción.

### 40 VER ES CREER

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Póngase a prueba para aprender lo que las sombras nos revelan sobre el cerebro.

### 43 SOMBRAS HUIDIZAS EN LA ENCRUCIJADA

*Rainer Rosenzweig*

Hace tiempo que se resolvió la ilusión de la rejilla de Hermann, pero los psicólogos de la percepción se plantean de nuevo el enigma.

## MOVIMIENTO Y AMBIGÜEDADES

### 46 ILUSIÓN DE MOVIMIENTO

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

De cómo los ojos pueden ver movimiento donde no existe.

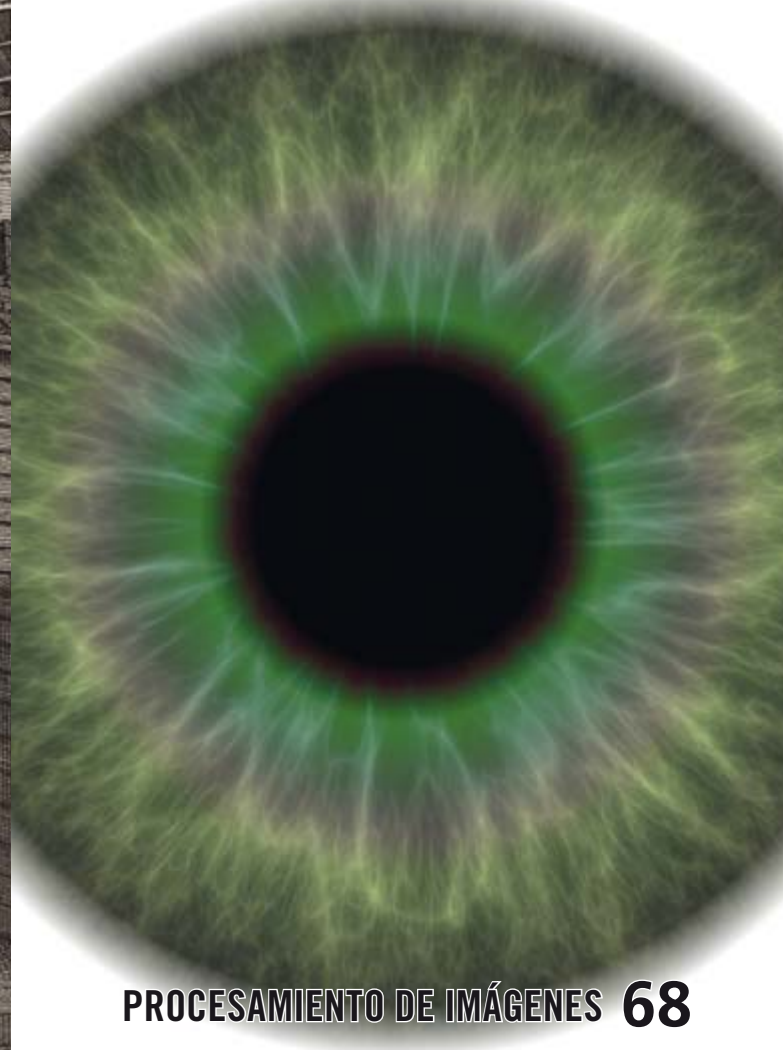
### 49 FRANJAS DESLIZANTES

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Unos cuantos experimentos sencillos desentrañan los misterios de la ilusión del poste de barbería.



## PARADOJAS VISUALES 58



## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES 68

### 52 EL PODER DE LA SIMETRÍA

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

La preferencia del cerebro por la simetría influye en la percepción del movimiento.

### 55 AMBIGÜEDADES Y PERCEPCIÓN

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Lo que la incertidumbre nos enseña sobre el cerebro.

### 58 PERCEPCIONES PARADÓJICAS

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Organización cerebral de las imágenes contradictorias.

### 62 MESAS EN PERSPECTIVA

*Rainer Rosenzweig*

Necesitamos que el cerebro reconstruya la tercera dimensión. No obstante, el proceso puede llevar a errores.

### 64 ILUSIONES TÁCTILES

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

La predominancia visual puede crear confusiones táctiles.

## EL OJO DEL ESPECTADOR

### 68 EN EL TALLER DE LAS IMÁGENES

*Thomas Grüter*

¿Cómo llegan los estímulos visuales a nuestra mente? El cerebro organiza al menos trece versiones de una misma imagen.

### 74 EL TAMAÑO DE LAS COSAS

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

El cerebro no solo recibe información sensorial; también la interpreta.

### 78 APARICIONES FANTASMAGÓRICAS

*Rainer Rosenzweig*

Las imágenes persistentes propician la visión de percepciones extrasensoriales.

### 82 NEUROLOGÍA DE LA BELLEZA

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Nuestro sentido de lo estético sigue leyes biológicas.

### 85 ILUSIONES ÓPTICAS Y CREACIÓN ARTÍSTICA

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

¿Qué tienen en común la Mona Lisa y el presidente Lincoln?

### 88 LA REALIDAD DE LOS CONTORNOS ILUSORIOS

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

¿Por qué parece más real un rectángulo imaginario que otro auténtico?

### 91 LEER ENTRE LÍNEAS

*V. S. Ramachandran y D. Rogers-Ramachandran*

Cuando un objeto queda en parte oculto, el cerebro crea un todo visual.

### 94 SOLO PARA SUS OJOS

*Susana Martínez-Conde y Stephen L. Macknik*

Las ilusiones con la mirada provocan atracción, pero también desasosiego.

# Ilusiones de contraste

El cerebro instauro fronteras arbitrarias en la percepción de la luminosidad. La yuxtaposición de tonos nos hace percibir fronteras y diferencias de contrastes ilusorias

JACQUES NINIO

## a. EFECTOS DE CONTRASTE EN TODOS LOS SENTIDOS

El rojo es el mismo en todas partes, como se comprueba en una banda horizontal al tapar las bandas contiguas. Ahora bien, de lejos, el rojo de la mitad derecha parece más oscuro que el de la mitad izquierda, incluido en las bandas centrales continuas. De cerca, las bandas poseen unos colores más homogéneos. A la derecha, el blanco parece más luminoso. A la izquierda, parece apagado y levemente teñido del color de las porciones de bandas adyacentes, rojo o azul según el caso.

**A**gobiados por el sol, nos hemos refugiado en una estancia con los postigos cerrados. Adaptados al nuevo ambiente, nos sorprende la blancura de un jarrón de porcelana; cosa extraña, ya que recibimos menos luz que la que captaríamos al aire libre procedente de un tronco de árbol gris mate. En la estancia, percibimos la pantalla gris de un televisor apagado. Al encenderlo, en la película en blanco y negro que nos ofrece, nos impresionan la fuerte negrura de los trajes y el molesto reflejo de una luz realizada por una pared blanca. Sin embargo, la imagen está creada por emisión de luz; ninguna zona de la pantalla puede presentar lugares más oscuros que el gris inicial. Ocurre que la percepción ha sustituido el gris por el negro, retocando así la imagen para hacerla más inteligible.

Los dispositivos correctores de la percepción que hemos mencionado están muy experimentados. Por lo general no les prestamos mucha atención; para evidenciarlos hace falta una gran perspicacia. En algunas circunstancias, esos dispositivos se revelan cuando nos parece que la percepción nos induce a error (a). Nos creemos entonces

víctimas de una ilusión visual. Ahora bien, para un científico especialista en percepción, la ilusión constituye un indicio revelador de los métodos que usa el cerebro para interpretar eficazmente los datos sensoriales: se trata de la excepción que nos descubre y nos permite entender la regla.

## Modelos y pruebas

Habida cuenta de los instrumentos teóricos hoy disponibles, resulta bastante fácil proponer modelos neuronales que expliquen las ilusiones de contraste. Sin embargo, esos modelos son de comprobación muy difícil. Las técnicas de formación de imágenes revelan algunas indicaciones sobre las áreas del cerebro responsables de alguna que otra ilusión, pero no descubren su organización interna.

Ciertos estudios tratan de modelizar los esquemas de conexiones de las neuronas y las señales que estas emiten, pero no suelen ser concluyentes. Aun así, la cosecha de los últimos años ha sido particularmente rica, sobre todo gracias al avance de la informática gráfica: sin mucha preparación, pueden crearse rápidamente y centenares de variantes de cada ilusión y seleccionar las más espectaculares. O dar con efectos inesperados. Examinemos ese mundo de las ilusiones de contraste, donde, sin saberlo, nuestra percepción nos impone un modo de evaluar los contrastes basado en valores relativos, en desviaciones respecto a una norma.

## Una ilusión clásica

Hacia 1860, Ernst Mach (1838-1916) describió una ilusión que marcaba un giro decisivo en el estudio del cerebro. Ya se conocían algunas ilusiones de contraste: el efecto de luminancia según el cual lo blanco o lo claro se extiende a expensas de lo oscuro, los efectos de contraste simultáneo o los efectos consecutivos por estímulos muy intensos o muy prolongados.



En la ilusión de las bandas de Mach (c), una zona de un gris claro uniforme y una zona de un gris oscuro uniforme están separadas por una zona donde el nivel de gris aumenta gradualmente desde el nivel claro hacia el nivel sombrío. Ahora bien, en ambos bordes de esa zona intermedia se perciben dos zonas, que parecen resaltar las fronteras, una del lado de la zona clara, más clara que esta, la otra del lado de la zona oscura y que parece aún más oscura.

Esta ilusión es muy corriente. La observamos en todas las salas iluminadas, sobre todo si hay muchas fuentes de luz: la sombra proyectada por los objetos sobre las paredes o sobre otras superficies muy poco reflectoras aparece como resaltada por parejas de bandas claras y oscuras que son ilusorias. Acostumbrados a las leyes de la física, nos sentimos tentados a creer que esas bandas se deben a la difracción de la luz en los bordes de los objetos que crean la sombra. Para saber a qué atenernos, basta con tapar las inmediaciones de las bandas para darnos cuenta de que la ilusión desaparece. Sea como fuere, en la figura c la ilusión es indudable y Mach la había establecido de manera convincente mediante dispositivos de cilindros o discos rotatorios.

Tras describir el fenómeno, Mach le asignó una finalidad. Los objetos nos parecen dotados de unos bordes nítidos, bien precisos, pese a que a veces difieran poco de los objetos circundantes (una hoja de papel puesta al sesgo sobre otra hoja de papel de la misma blancura). La apreciación del contorno de los objetos y, a partir de ella, la apreciación de su forma es una de las funciones capitales de la percepción visual, que interviene desde el principio en la cadena de tratamiento de la información. «La retina, escribe Mach, borra las pequeñas diferencias y realiza desproporcionadamente las mayores. Esquematiza y caricaturiza.» Así pues, las bandas ilusorias revelarían los procedimientos del cerebro para identificar el contorno de los objetos.

Mach propone un mecanismo neuronal subyacente: la inhibición lateral. Imaginemos una capa de neuronas fotosensibles de la retina, que transmitan al cerebro una señal cuya intensidad aumenta con la luz recibida. Supongamos que esas neuronas estén conectadas (de hecho, vía neuronas intermedias) lateralmente y que interactúan según dos reglas: (1) cuanto más luz recibe una neurona, más inhibe a sus vecinas, es decir, les obliga a emitir una señal menos



WIKIMEDIA COMMONS / THE YORKCK PROJECT / DOMINIO PÚBLICO

fuerte; (2) cuanto más cercana esté una vecina, tanto más es inhibida. Bastan estas dos reglas para producir las bandas. El algoritmo de Mach se ha revelado fisiológicamente pertinente. Por añadidura, el principio se aplica a otras funciones sensoriales y, en teoría, podría emplearse en inmunología para detectar moléculas.

El trabajo de Mach resulta ejemplar, pues reúne todos los ingredientes que hoy podríamos pensar que forman una ilusión: descubrimiento de un fenómeno paradójico, localización de la ilusión en el entorno natural, construcción de un dispositivo convincente para demostrar la naturaleza ilusoria de la percepción, atribución de una finalidad fisiológica adecuada, proposición de un modelo neuronal capaz de generarla. Se han propuesto variantes lúdicas de esta ilusión (d).

### Contornos subjetivos

La extracción de los contornos interviene también en otra clase de ilusiones descrita por Friedrich Schumann en 1905 y conocida en dos variantes principales, debidas una a Gaetano Kanizsa y la otra a Walter Ehrenstein (e). Al contrario que las bandas de Mach, los contornos subjetivos nacen en las zonas de fuerte contraste. Su propósito no es señalar las variaciones de luminosidad, sino dar cuenta de ciertas coincidencias geométricas. En situación natural, raramente un objeto o un animal se ven de modo completo. El animal puede estar parcialmente oculto por la vegetación, y a menudo de él solo vemos fragmentos; automática e inconscientemente ensamblamos esos fragmentos para deducir la presencia del animal y concebir su postura. Otro ejemplo: en una escena de interior, vemos numerosos objetos a diferentes distancias, con los más cercanos ocultando parcial-

### b. A MEDIA LUZ

Detalle del cuadro *La Madeleine à la veilleuse* (Magdalena a media luz) de Georges de la Tour (1593-1652). Este pintor francés del siglo XVII creaba ambientes donde las diferencias moderadas de luminancia provocaban una impresión de claridad intensa o de oscuridad profunda.

#### RESUMEN

### La magia de los contornos

1 Los objetos nos parecen dotados de unos bordes nítidos, pese a que a veces difieran poco del entorno.

2 La apreciación del contorno de un objeto, y, a partir de allí, de su forma, constituye una de las funciones capitales de la percepción visual.

3 El físico y filósofo Ernst Mach (1838-1916) propuso un mecanismo neuronal subyacente a tal ilusión: la inhibición lateral.

**C. BANDAS DE MACH**

El triángulo superior derecho y el triángulo inferior izquierdo son de diferentes tonos de gris, aunque, en ambos casos, homogéneos. En la zona de unión, el nivel de gris es intermedio y varía continuamente de uno a otro. Sin embargo, la unión parece realizada por dos bandas ilusorias. Tales bandas desaparecen cuando se tapan los triángulos.



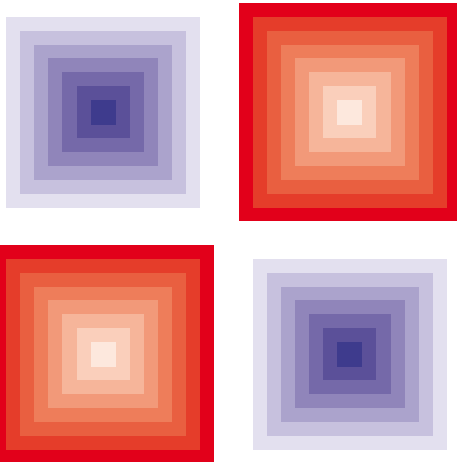
JACQUES NINIO

mente los más lejanos y así debemos imaginar el todo a partir de las partes. Otro problema de reconstitución: el fondo, sobre el que se halla un animal o un objeto, no es uniforme. El contraste varía en las fronteras. Al seguir el contorno, el objeto puede ser más claro que el fondo local en ciertos puntos del contorno, más oscuro en otros e indistinguible en otros.

A esa problemática de la reconstrucción mental de una forma geométrica a partir de informaciones fragmentarias, Kanizsa asoció dos conceptos: la «compleción modal», en virtud de la cual una superficie se percibe como si estuviera físicamente presente, y la «compleción amodal», por la que esa superficie solo se imagina (*e1* y *e4*).

**d. ARISTAS DE LAS PIRÁMIDES**

De cerca, se ven cuadrados sucesivamente encajados, del mismo tono, pero cada vez más claros desde el centro hacia la periferia. De lejos, se perciben aristas ilusorias oscuras, según las diagonales de los cuadrados. Se consiguen aristas brillantes cuando el tono varía de claro a oscuro, al ir del centro a la periferia. Igual que en las bandas de Mach, una variación en el nivel de gris se interpreta como una frontera entre dos caras de la pirámide.



JACQUES NINIO

Esos fenómenos han suscitado estudios diversos. Por parte de la investigación neurofisiológica, Rudiger von der Heydt, de la Universidad Johns Hopkins, y sus colaboradores han descrito, entre los macacos, neuronas que detectan contornos subjetivos «a la Ehrenstein». Los modelizadores han teorizado, sobre todo, acerca de las variantes «a la Kanizsa». En particular, ¿cuál es la forma exacta de los contornos cuando no son rectos, y por qué?

De acuerdo con los ensayos realizados en mi laboratorio de la Escuela Normal Superior de París, los contornos convexos en figuras tales como el triángulo de Kanizsa curvilíneo (*e1*) se acercan bastante al arco de círculo tangente al borde de las aberturas de los gajos. En los modelos, pueden imaginarse contornos que se construyen progresivamente, por interpolación, o mecanismos de rellenado, como una burbuja que se inflase en el centro de la configuración y cuyo crecimiento se detuviera al topar con los obstáculos, e incluso



JACQUES NINIO

**e. CONTORNOS SUBJETIVOS**

Las aberturas de los gajos sugieren un triángulo de Kanizsa, en este caso curvilíneo (1). En los contornos subjetivos de tipo Ehrenstein (2), la elipse y la corona están definidas por las discontinuidades de las líneas del fondo. En 3, las formas negras sugieren las letras del nombre Gregory; podrían ser las sombras de esa palabra. Los dos triángulos negros adosados al rectángulo blanco (4) los interpretamos como partes de un cuadrado negro orientado como el contiguo. El cuadrado negro imaginado parece menor que el entero, aunque son iguales. En 5, una figura ideada por Peter Tse ilustra una superficie subjetiva tridimensional piramidal, sugerida por la conjunción de indicios (apoyos elípticos) y bases cuadradas.