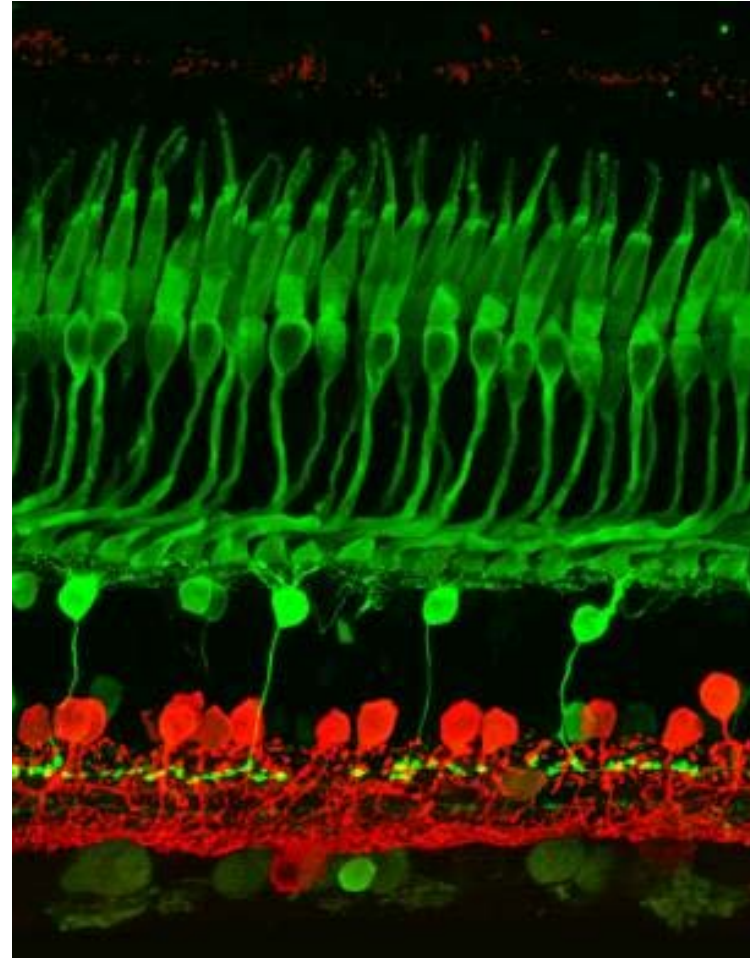
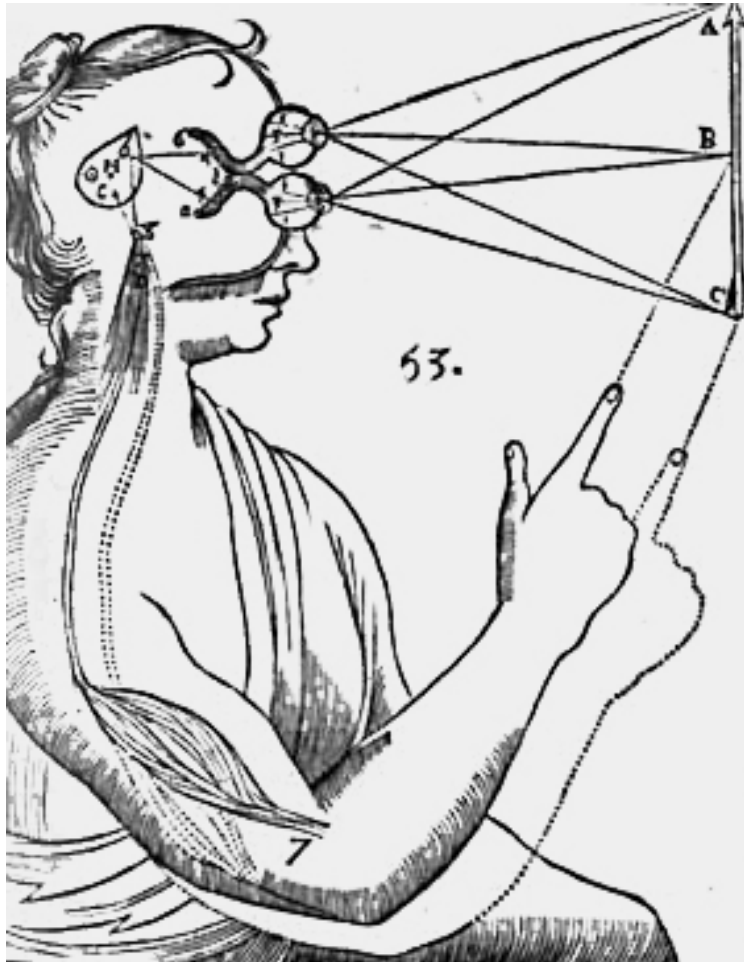


# ***La representación del mundo: los sistemas sensoriales***



**Fernando Giraldez**  
**Genetics and Neuroscience**  
**UPF-PRBB**





# La alegoría de la caverna y las neurociencias



Cornelis Corneliz, 1604, Londres



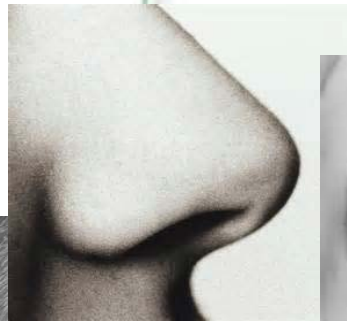
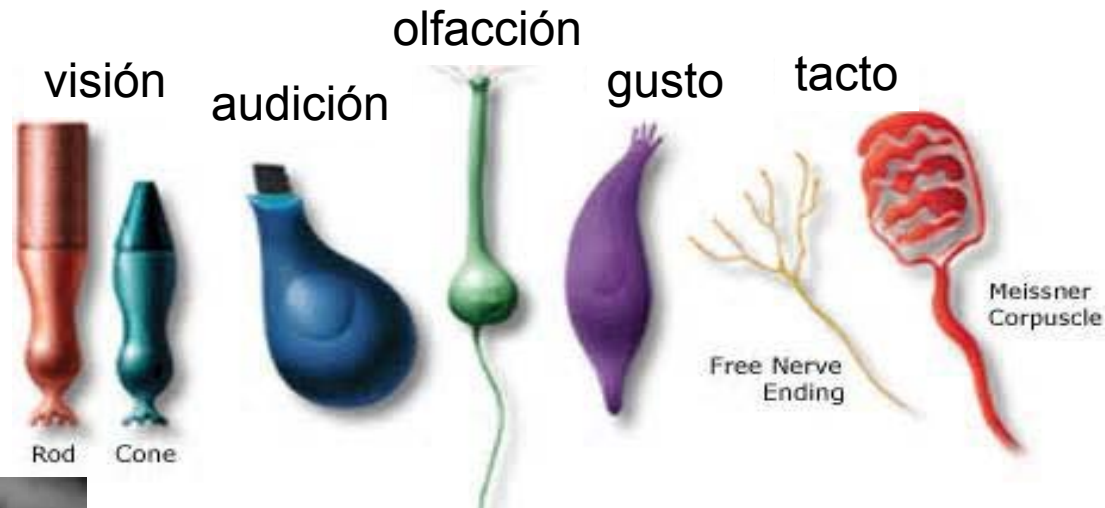
# ***La alegoría de la caverna y las neurociencias***



# ***Algunos hechos: “Brain Facts”***

- El cerebro pesa entre 1,3-1,4 kg (alrededor de 400 g al nacer) y consume el 20% del oxígeno inhalado.
- Hay aproximadamente 100 mil millones ( $10^{11}$ ) de neuronas en el cerebro y cada neurona se comunica con otras miles a través de sinapsis.
- La función cerebral requiere la activación coordinada de diferentes áreas especializadas.
- El cerebro influye y es influenciado por otros órganos (circulatorio, endocrino, digestivo, sistema inmune ...)
- El sistema nervioso humano ha evolucionado a partir de otros cerebros más simples.
- Las percepciones, pensamientos, sentimientos y comportamiento son el resultado de la actividad de las neuronas.
- La disfunción cerebral es el origen de la enfermedad con un profundo impacto en la vida de las personas y consecuencias sociales y económicas importantes.

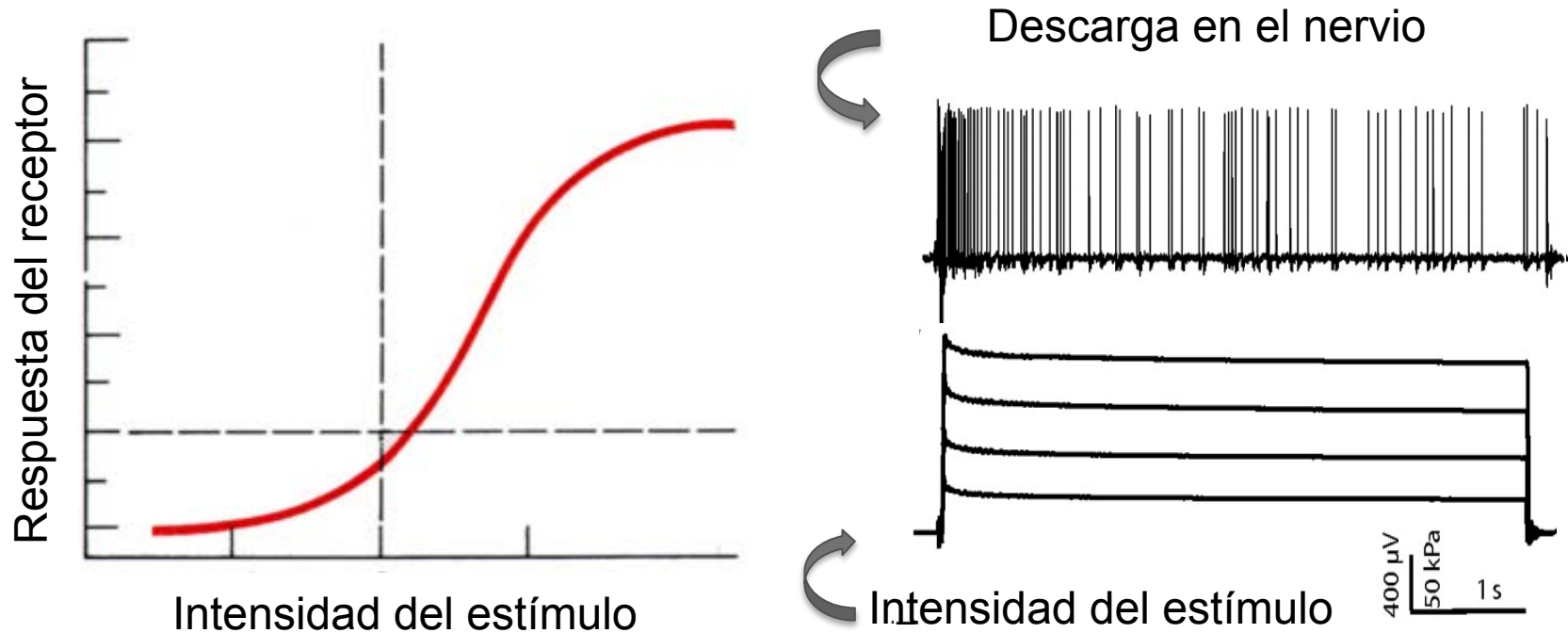
# ***Los diferentes tipos de receptores sensoriales dan cuenta de las diferentes energías y de las diferentes sensaciones***



Los receptores sensoriales son células nerviosas especializadas que detectan perturbaciones de varios tipos de energías.

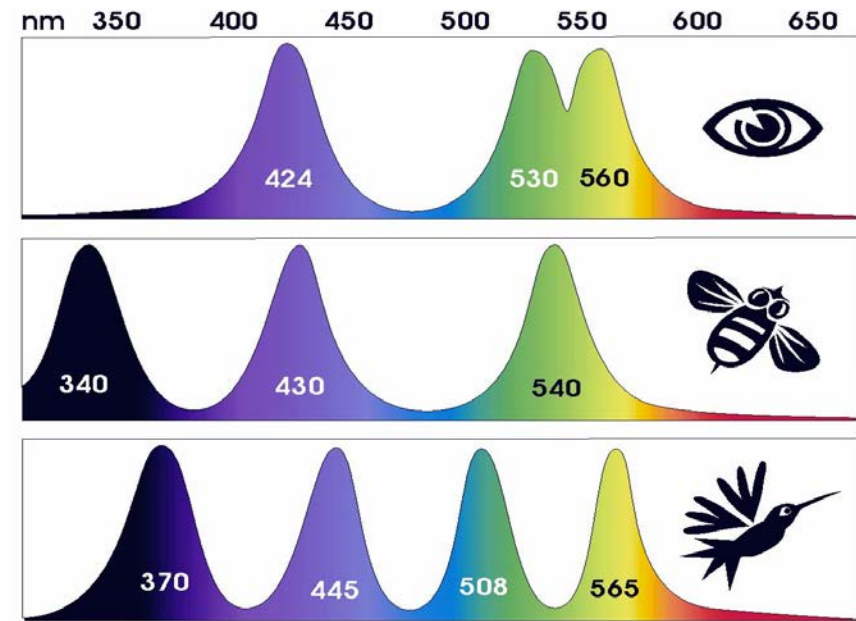
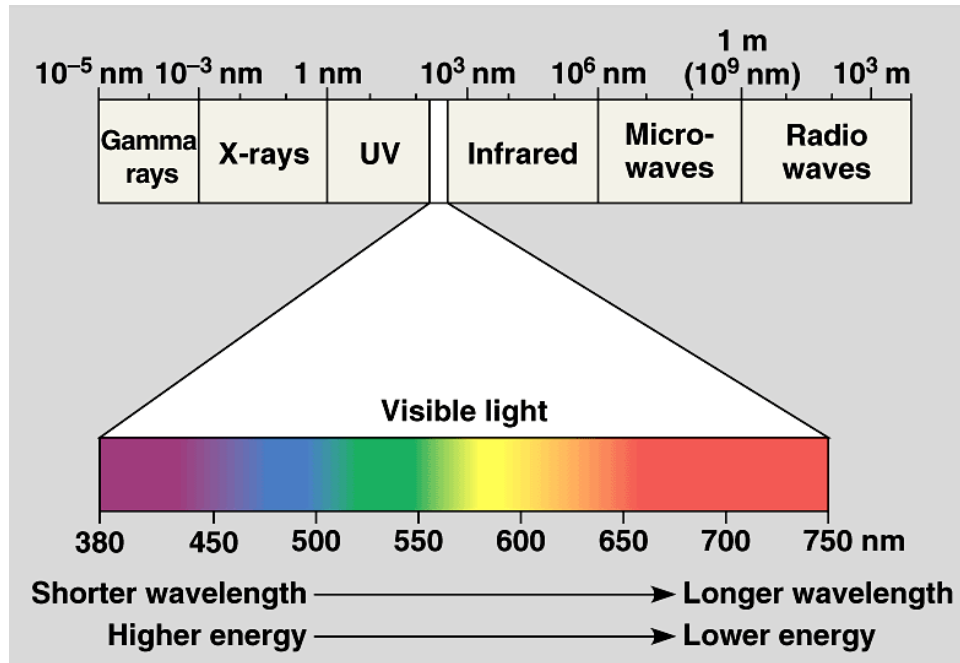
## Los receptores sensoriales traducen diferentes tipos de energía externa al lenguaje del cerebro: los impulsos nerviosos

- La **transducción sensorial** es la transformación de los cambios de energía externas a nosotros en señales eléctricas: impulsos nerviosos.
- Existe una **relación cuantitativa** entre el estímulo y la respuesta de los receptores.
- Los receptores son **específicos** : están sintonizados con energías específicas y generan percepciones de calidad particular (**modalidad**).



!!! El código neural es la frecuencia de disparo de impulsos !!!

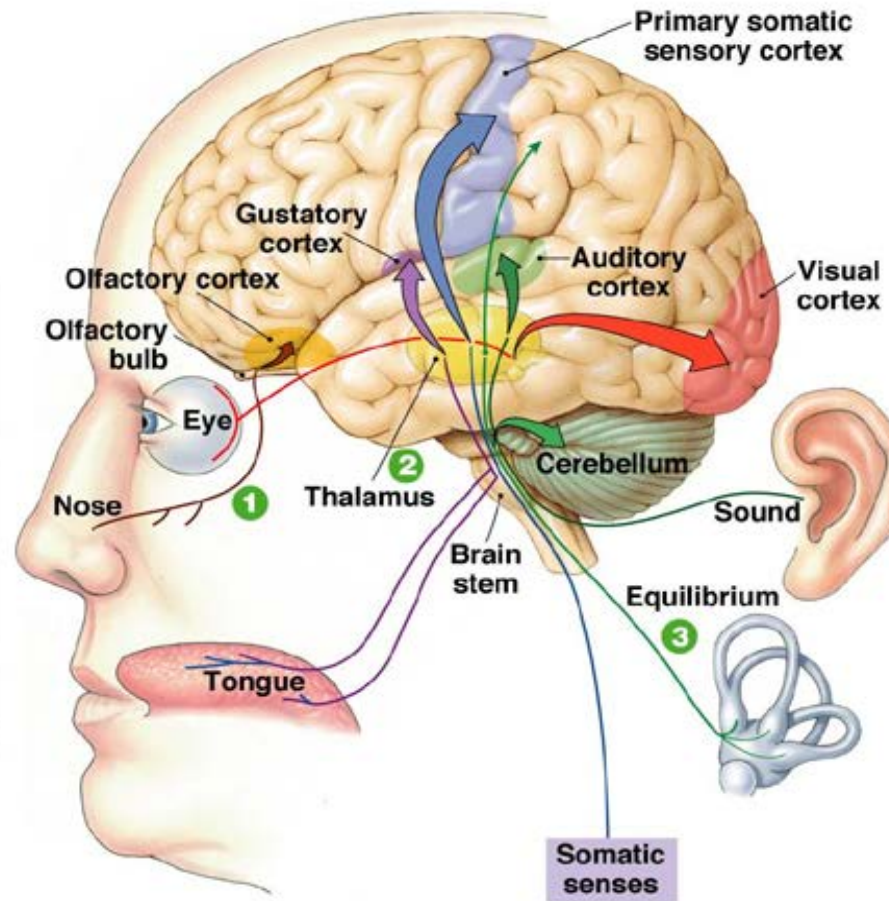
# *No lo percibimos todo: los receptores sensoriales codifican tipos y rangos de energías*



- Los humanos detectamos cambios en la radiación electromagnética (EM) entre 400 and 700nm. A eso lo llamamos luz o espectro visible.
- Otros animales “ven” diferente, tienen otros receptores y detectan otras frecuencias.



# *Las diferentes vías sensoriales están asociadas a un tipo de energía y a un tipo de sensación (modalidad sensorial)*



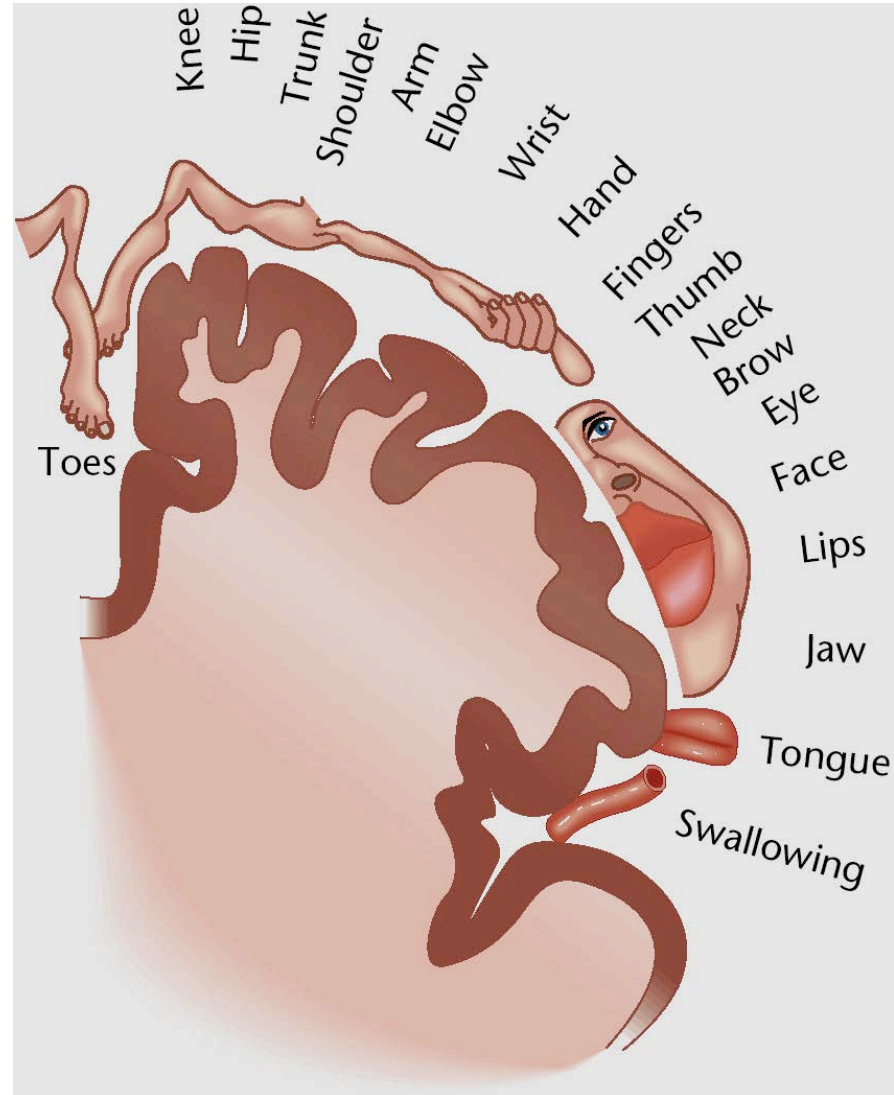
Los receptores sensoriales siguen vías fijas hacia regiones específicas del cerebro. Las **modalidades sensoriales** son líneas marcadas: “**modality labelled lines**”



# *Las proyecciones de los receptores y las vías sensoriales forman mapas senso-tópicos en el cerebro*



The primary sensory cortex

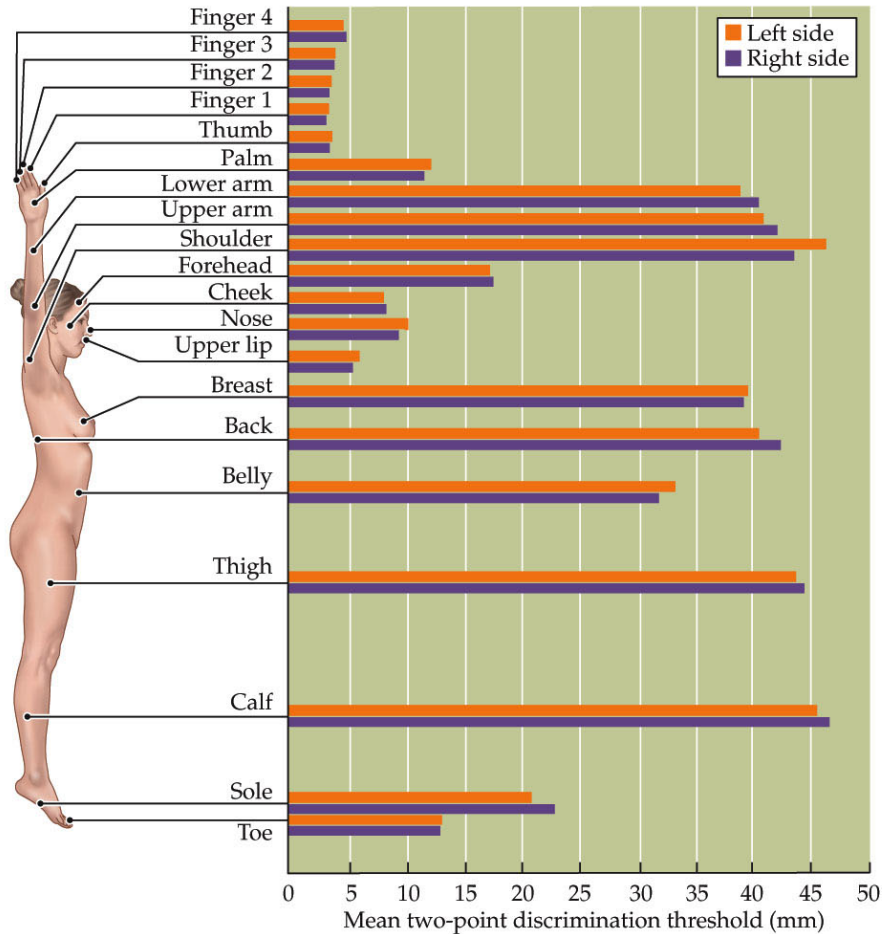


Representación *somatotopica* en la corteza sensorial primaria



Wilder Penfield  
(1891-1976)

# Los mapas son distorsionados: la representación neural no se corresponde con las variables físicas



*Homunculus*: cómo es nuestro cuerpo en la corteza somatosensorial primaria.

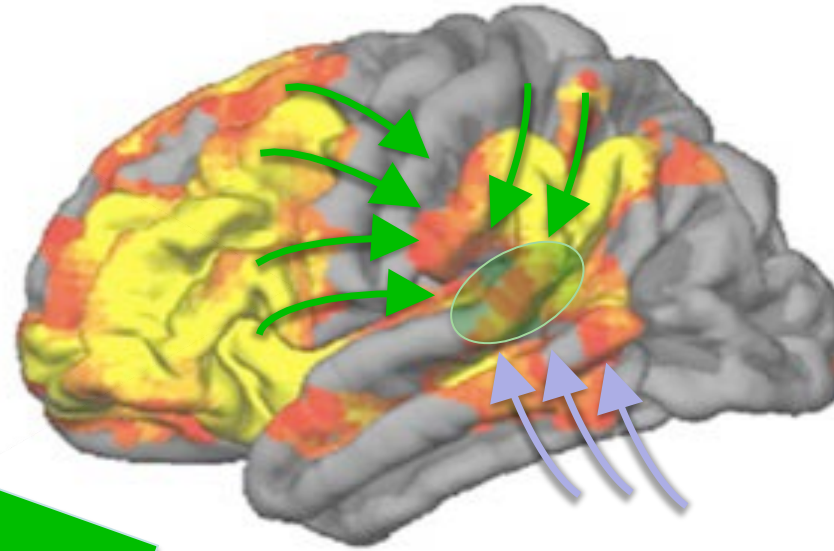
La densidad de los receptores del tacto en la superficie del cuerpo. La representación de la superficie del cuerpo en el cerebro no se corresponde con el tamaño real de las partes del cuerpo, sino con la densidad de los receptores sensoriales que inervan diferentes partes del cuerpo.

# *La percepción requiere mecanismos tipo “Top-down” presentes en el cerebro*

*Bottom up: de los receptores  
al cerebro (análisis)*



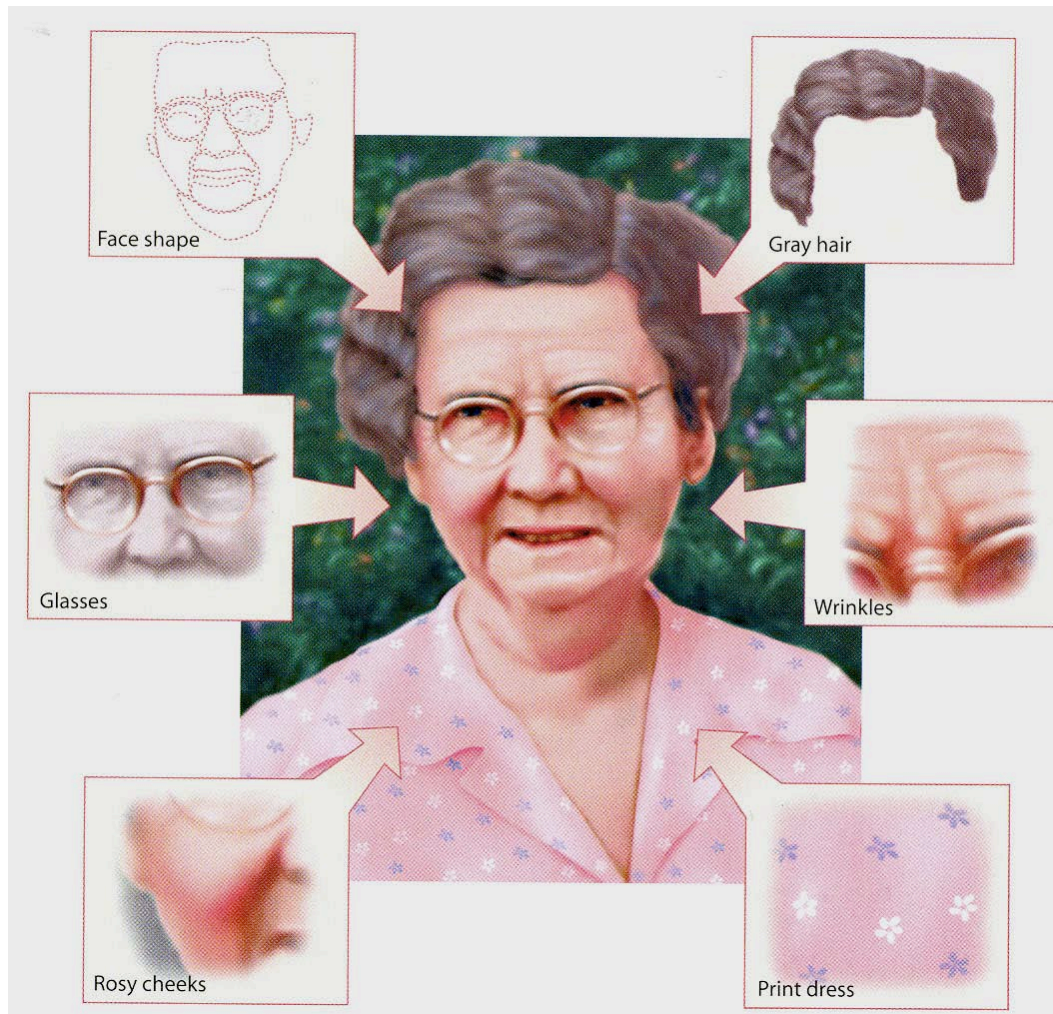
*Top-down: patrones intrínsecos y  
esquemas. De otras áreas del  
cerebro a las vías visuales*





***The binding problem: is grandmother a cell or an oscillation?***

***La formación de la percepción ¿es la abuela una célula o una oscilación?***



Gazzaniga, Cognitive Neuroscience

# ***La percepción***

- Las percepciones son representaciones internas del mundo externo (experiencias sobre el mundo externo).
- Esta representación está limitada a un rango específico de perturbaciones de energía. La reducción de la información puede estimarse en aproximadamente diez órdenes de magnitud, desde 2 Mb / s a 200b / s.
- La percepción es un proceso constructivo que depende de estímulos externos y de las propiedades intrínsecas del cerebro.
- Nuestra percepción no puede distinguir entre la realidad y su representación (optofenos, miembro fantasma, sueños, alucinaciones)
- La percepción es el resultado de múltiples procesos que ocurren en el cerebro, la mayoría de los cuales son inconscientes (un tributo a Freud).

## ***Cada especie animal vive en un mundo propio***



Hannah Arendt (1906-1975)

... cada criatura llega bien equipada para lidiar con un mundo en el que el Ser y el aparecer coinciden.

La diversidad (en apariencia) se combina con la diversidad de órganos sensoriales entre las especies animales, por lo que lo que aparece a las criaturas vivas asume la mayor variedad de formas: *cada especie animal vive en un mundo propio.*

*La vida del espíritu (The life of Mind, trad. Mary MacCarthy)*



## *Cada especie animal vive en un mundo propio*



Rodolfo Llinás 1934

“El cerebro es un sistema cerrado modulado por los sentidos...es un sistema auto-activado, capaz de emular la realidad, generando representaciones o imágenes incluso en la ausencia de entradas de esa realidad”.

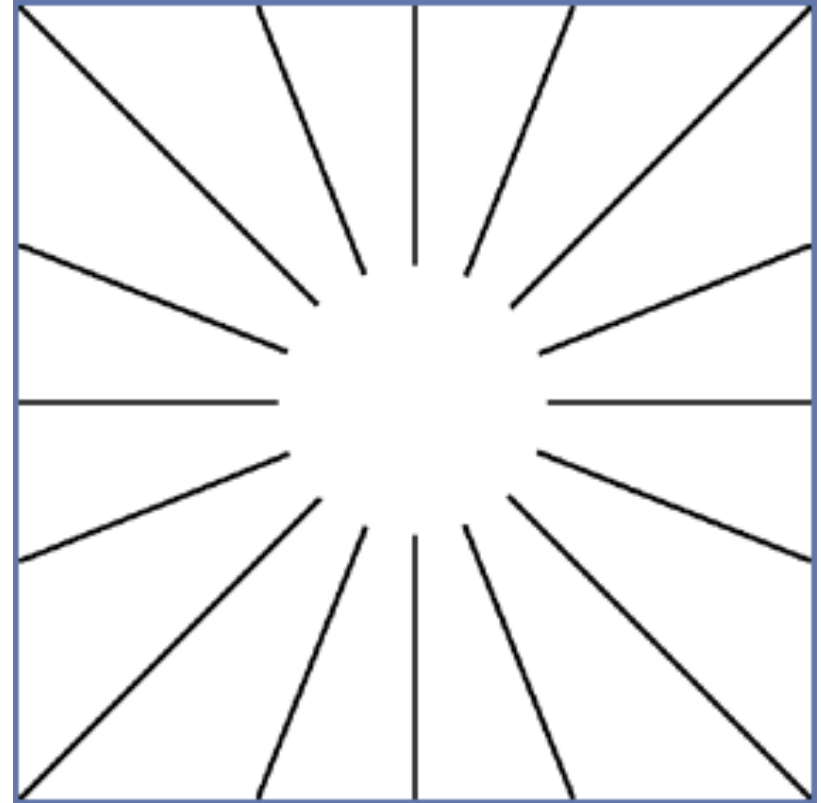
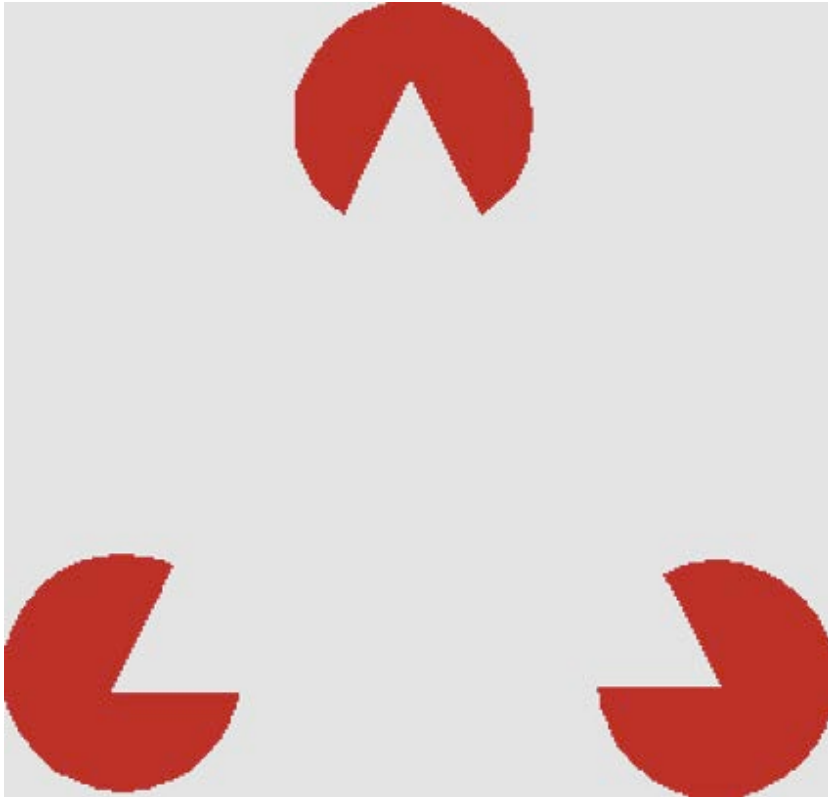
“La actividad neuronal es una metáfora de todo lo demás”

I of the vortex. From neurons to self.

# Resumen

- Los receptores sensoriales son células neuronales especializadas que *transducen* las energías externas en señales neuronales. Son específicos para la *modalidad sensorial*: responden a tipos de energía específicos y evocan sensaciones de cualidades particulares.
- Las vías sensoriales se segregan según la modalidad, las *líneas codificadas por modalidad*.
- Las proyecciones sensoriales al cerebro generan *mapas sensoriales* (senso-tópicos) con un alto grado de *distorsión*.
- La información sensorial se *procesa en paralelo*: aspectos específicos de un solo evento se procesan simultáneamente en varias regiones del cerebro.
- Las neuronas corticales recombinañ señales de entrada en patrones, de acuerdo con su organización interna (el cerebro es un poco kantiano).
- ¿Cómo toda esta actividad da como resultado una percepción coherente?: el *problema del empaste* (the *binding problem*).

# ***Más info: las ilusiones ópticas nos muestran cómo funciona el cerebro: “ver es creer”***



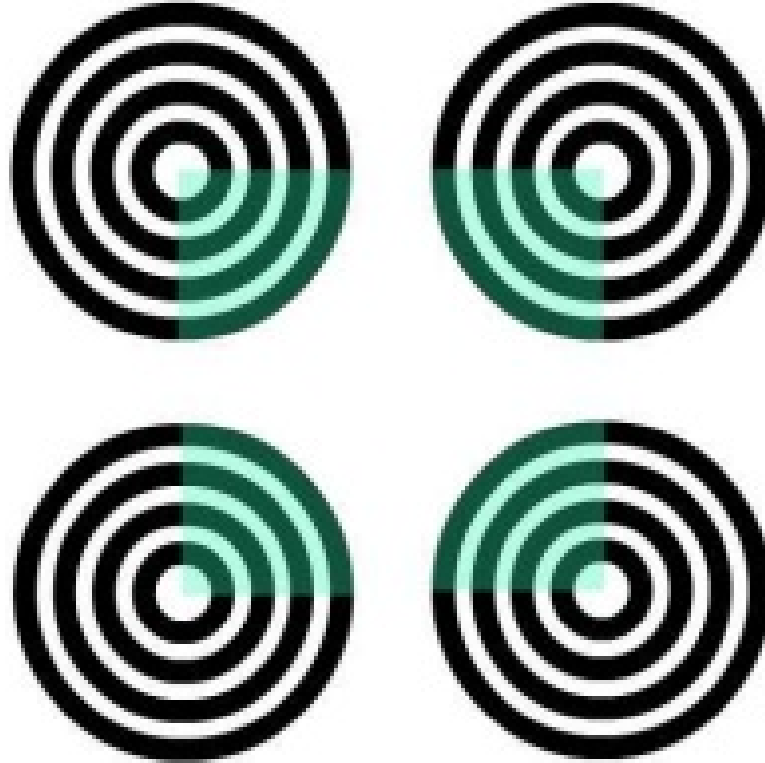
## ***Kanizsa***

***This is called a Kanizsa figure after the person who invented it. If you look carefully you will probably see the edges of the entire triangle, even though the triangle is defined only by the notches in the red disks.***

Optical illusions: <http://michaelbach.de/ot/index.html>



## ***Creamos objetos***



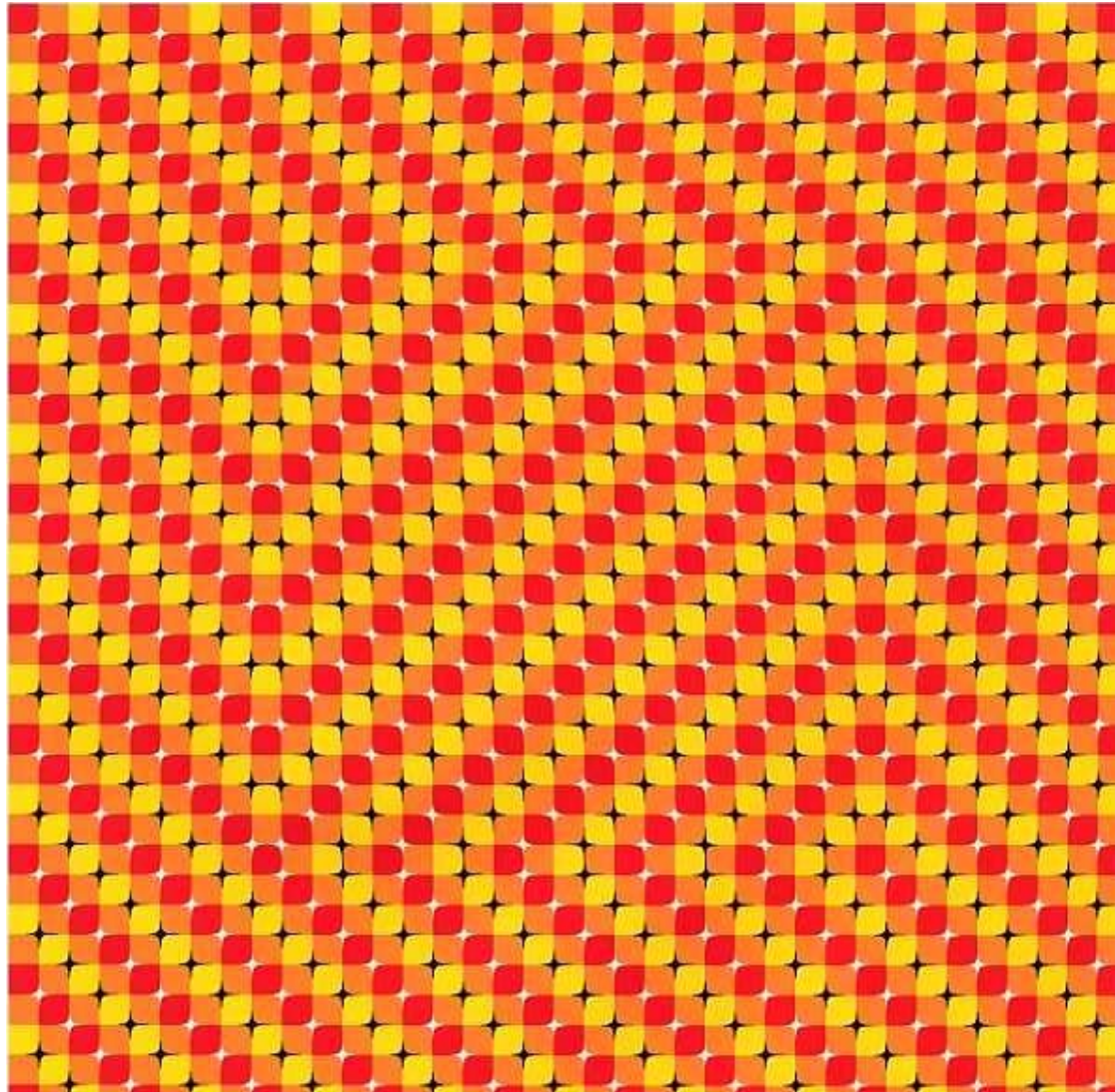
# ***Creamos objetos***



[http://www.michaelbach.de/ot/cog\\_hiddenBird/index.html](http://www.michaelbach.de/ot/cog_hiddenBird/index.html)

[http://www.michaelbach.de/ot/cog\\_dalmatian/index.html](http://www.michaelbach.de/ot/cog_dalmatian/index.html)

# ***Creamos objetos***



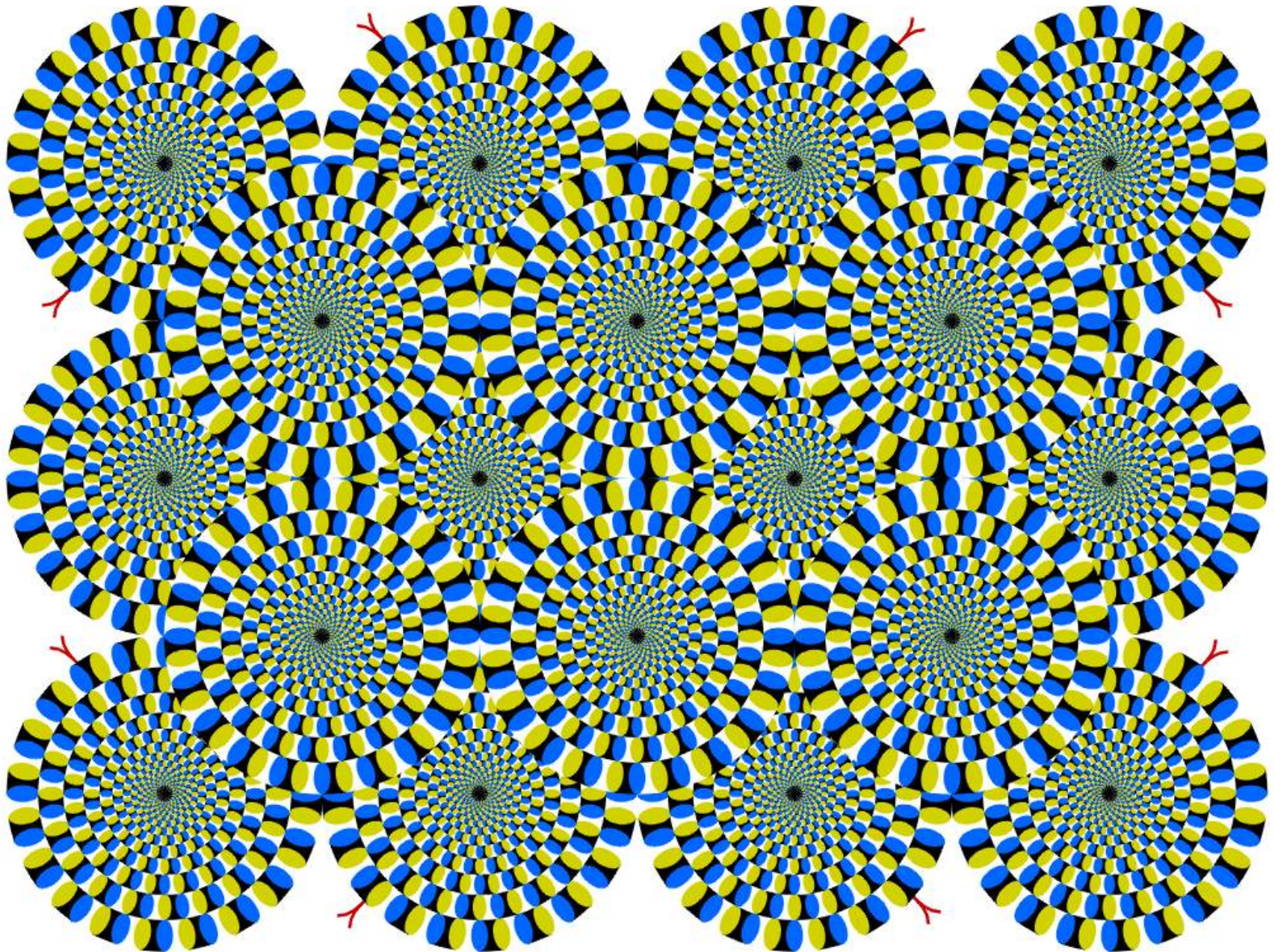


*¿Es importante reconocer objetos?*

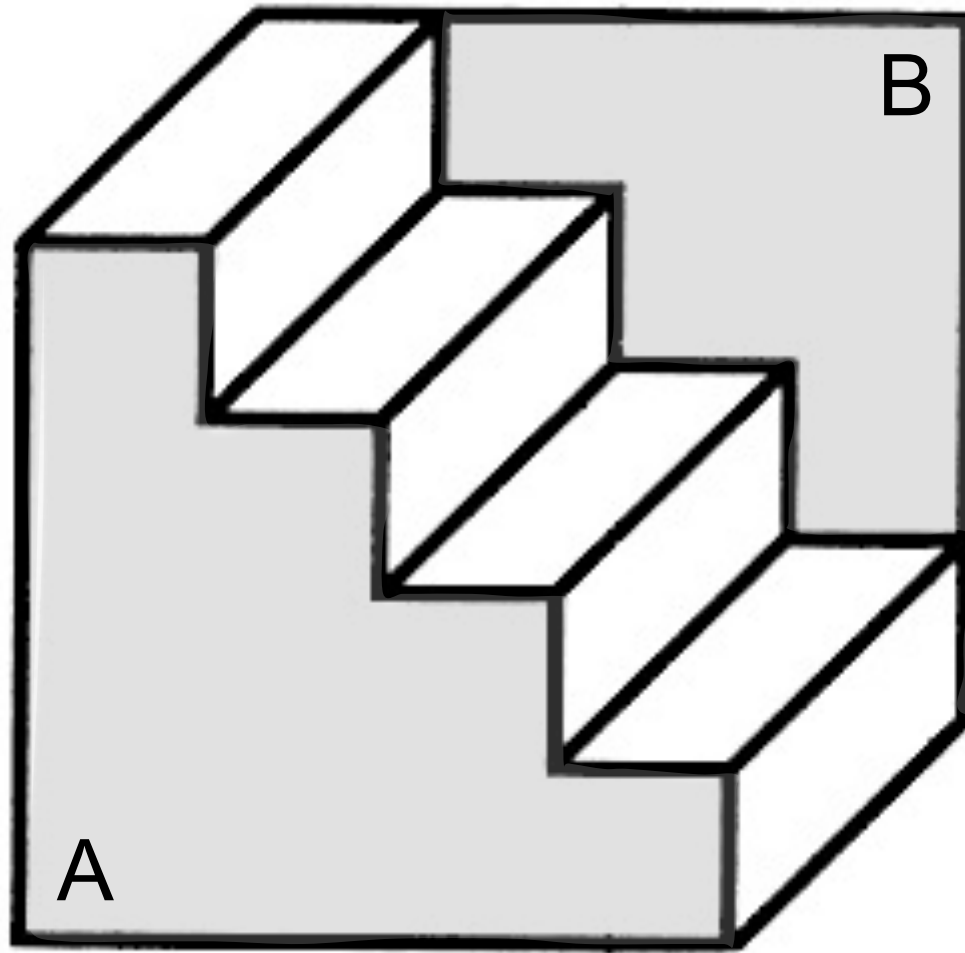




# ***Creamos movimiento***



# *No soportamos la ambigüedad*



The Schroder stairs can be viewed as a staircase seen from above, face A at the back, or as the underside of a staircase seen from below with face A at the front. Once again the percept flips between these two alternatives and with the Schoder stairs it is harder to see the view from the underside of the staircase as this viewpoint is experienced less often in our environment.