

EL MUNDO ES COMO LO VEMOS

Daniel Herrera

Laboratorio de Neurociencias, Facultad de Ciencias

Hitos y Mitos del Cerebro



Coordinación: Ana Silva y Antonella Arrieta
Laboratorio de Neurociencias

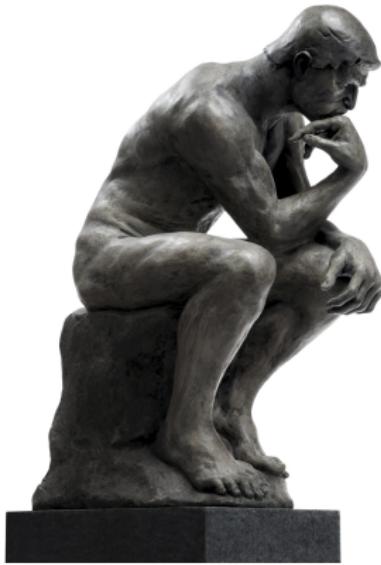
Tramo Común: 7 créditos

Introducción: ¿Qué pregunta nos estamos haciendo?

- El mundo no es como lo vemos

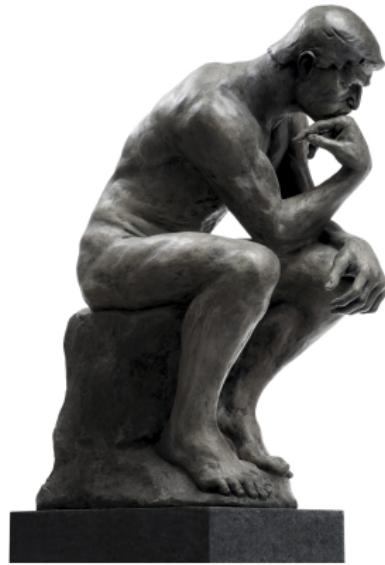
Introducción: ¿Qué pregunta nos estamos haciendo?

- ¿El mundo no es como lo vemos?



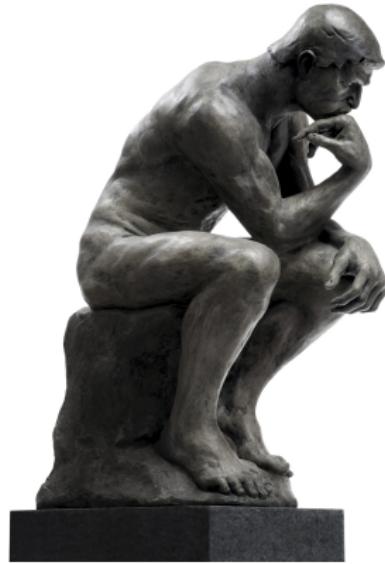
Introducción: ¿Qué pregunta nos estamos haciendo?

- ¿El mundo no es como lo vemos?
- ¿Qué es ver?



Introducción: ¿Qué pregunta nos estamos haciendo?

- ¿El mundo no es como lo vemos?
- ¿Qué es ver?
- ¿Qué es el mundo?

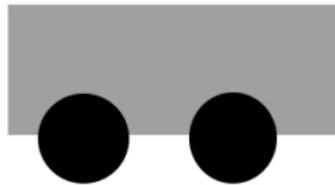


Introducción: ¿Qué es ver?

Somos expertos en ver, lo que puede engañarnos un poco

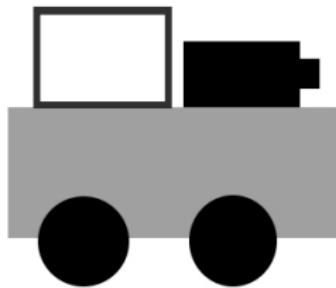
Introducción: ¿Qué es ver?

Experimento: Queremos hacer un robot que vea



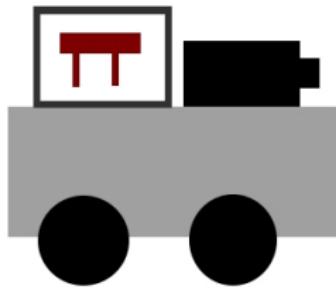
Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos una cámara (sensor).



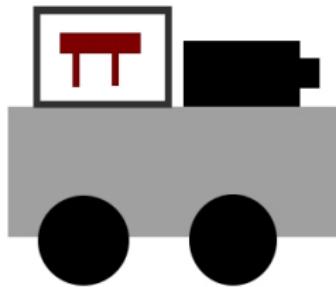
Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos una cámara (sensor).



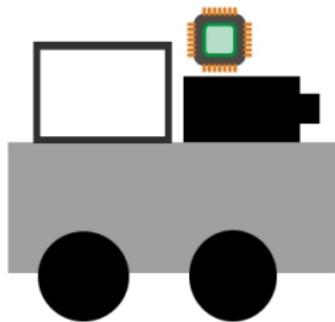
Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos una cámara (sensor). Sólo esto no es suficiente



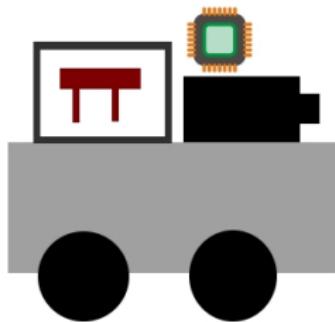
Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos sensor y procesador de información.



Introducción: ¿Qué es ver?

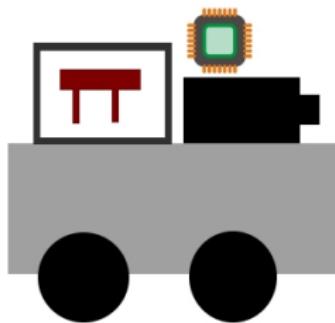
Agregamos sensor y procesador de información.



Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos sensor y procesador de información.

Procesamiento de informacion...



Introducción: ¿Qué es ver?

Agregamos sensor y procesador de información. Se acerca un poco más



Introducción: ¿Qué es ver?

En resumen:

- Ver implica extraer información sobre el mundo a partir de los datos que entran por los ojos
- “*Ver es saber qué está dónde mirando*”
- ¿La información que obtenemos en nuestro procesamiento de la información visual, se ajusta al mundo exterior?

Introducción: ¿Qué es ver?

En resumen:

- Ver implica extraer información sobre el mundo a partir de los datos que entran por los ojos
- “*Ver es saber qué está dónde mirando*”
- ¿La información que obtenemos en nuestro procesamiento de la información visual, se ajusta al mundo exterior?

Introducción: ¿Qué es ver?

En resumen:

- Ver implica extraer información sobre el mundo a partir de los datos que entran por los ojos
- “*Ver es saber qué está dónde mirando*”
- *¿La información que obtenemos en nuestro procesamiento de la información visual, se ajusta al mundo exterior?*

Introducción: ¿Qué es el mundo?

- El mundo no es como lo vemos
- Hay escalas mayores y menores que escapan nuestros sentidos por limitaciones físicas (ej. no vemos que la materia está hecha de moléculas)

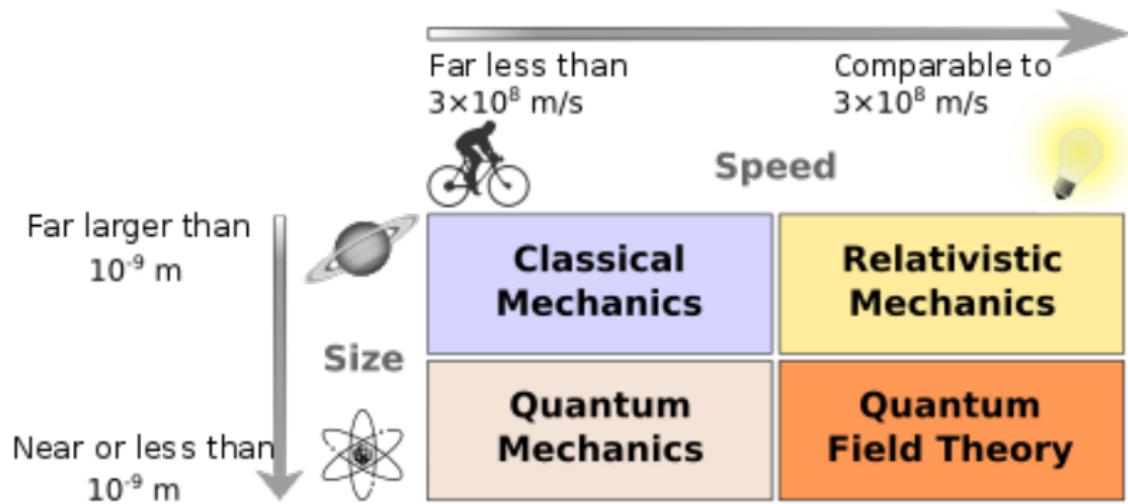
Introducción: ¿Qué es el mundo?

- El mundo no es como lo vemos
- Hay escalas mayores y menores que escapan nuestros sentidos por limitaciones físicas (ej. no vemos que la materia está hecha de moléculas)



Introducción: ¿Qué es el mundo?

- El mundo no es como lo vemos
- Hay escalas mayores y menores que escapan nuestros sentidos por limitaciones físicas (ej. no vemos que la materia está hecha de moléculas)



Introducción: ¿Qué es el mundo?

Pero sí percibimos la escala que habitamos. ¿El mundo es como lo percibimos a esa escala?



Introducción: ¿Qué es el mundo?

Pero sí percibimos la escala que habitamos. ¿El mundo es como lo percibimos a esa escala?



Introducción: También es una pregunta filosófica

- Hace siglos se discute en la filosofía sobre si el mundo es como lo percibimos, y qué se puede conocer a través de los sentidos:
 - Alegoría de la cueva de Platón 520 a.C.
 - Demonio de Descartes en 1641
 - La cosa en sí vs las apariencias, Kant 1781
 - Cerebros en frascos, Putnam 1981
- También hay importantes discusiones en la filosofía de la percepción (ej. ¿Cómo se relacionan la percepción con los conceptos? ¿Qué es una representación? ¿Se puede percibir sin representaciones? ¿En qué medida es nuestra percepción separable de la acción?, entre otras)
- Pero no nos cuestionaremos sobre esos asuntos

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- Perspectiva evolutiva: La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- Costo de representación: El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- Ambigüedad en los datos: Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② Perspectiva evolutiva: La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ Costo de representación: El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ Ambigüedad en los datos: Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

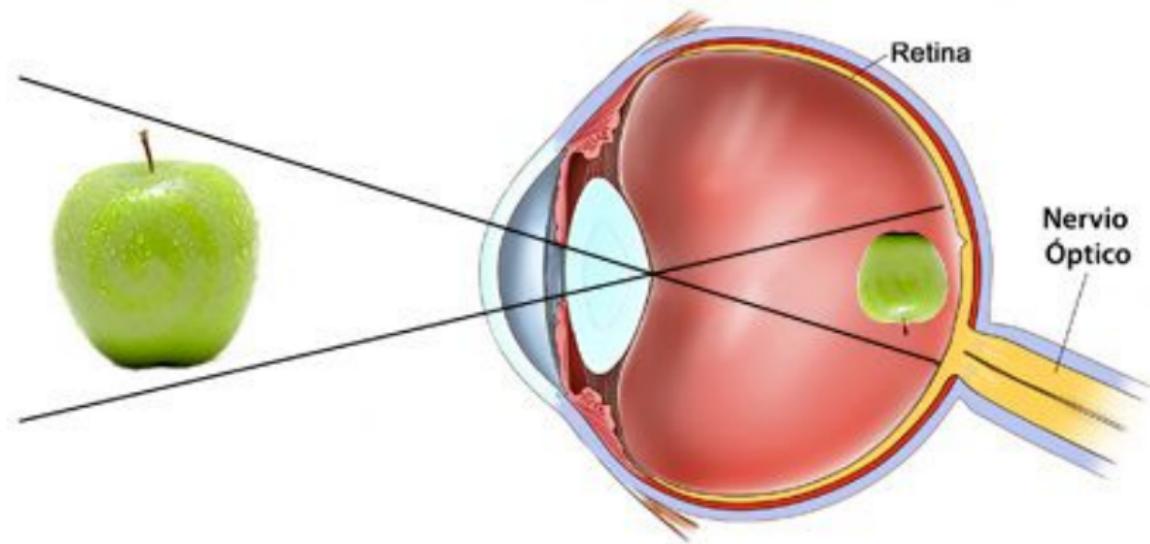
- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② Perspectiva evolutiva: La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ Costo de representación: El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ Ambigüedad en los datos: Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Funcionamiento del sistema visual: Retina

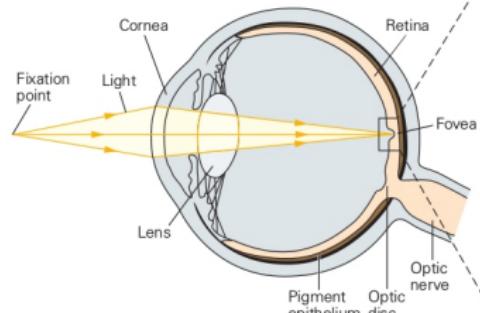
- El proceso de la visión comienza con una imagen formada en la retina (en el fondo del ojo)



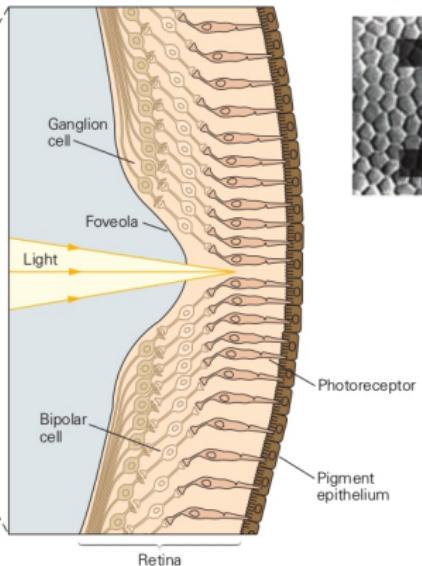
Funcionamiento del sistema visual: Retina

- La retina está cubierta de células sensibles a la luz llamadas **fotorreceptores**.
- Cuando abrimos los ojos se forma un patrón de espacial de activación en estas células

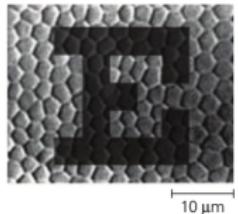
A Refraction of light onto the retina



B Focusing of light in the fovea

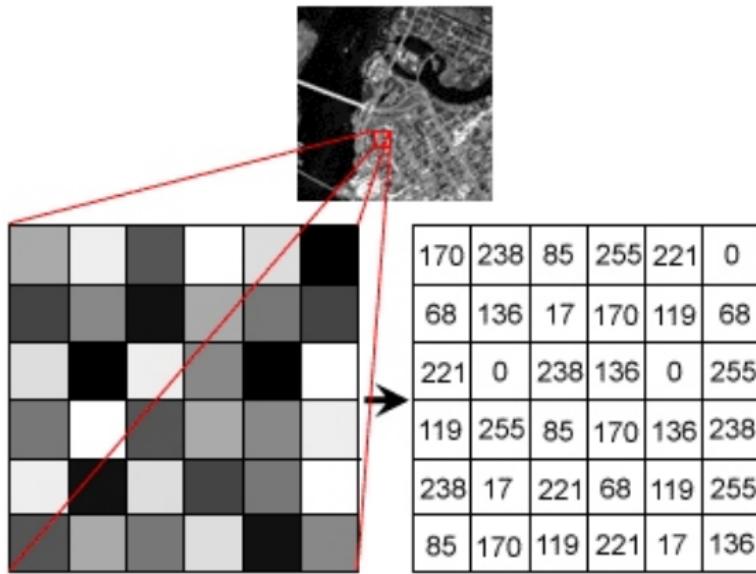


C Packing of photoreceptors in the fovea



Funcionamiento del sistema visual: Retina

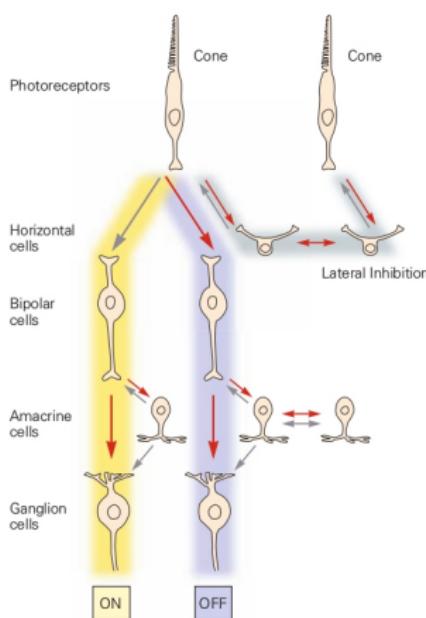
- Podemos pensar en los fotorreceptores como píxeles
- Una imagen digital es una matriz de valores que guarda la intensidad de cada pixel
- Las activación del fotorreceptor indica la intensidad del pixel
- Así se forma una imagen en la retina



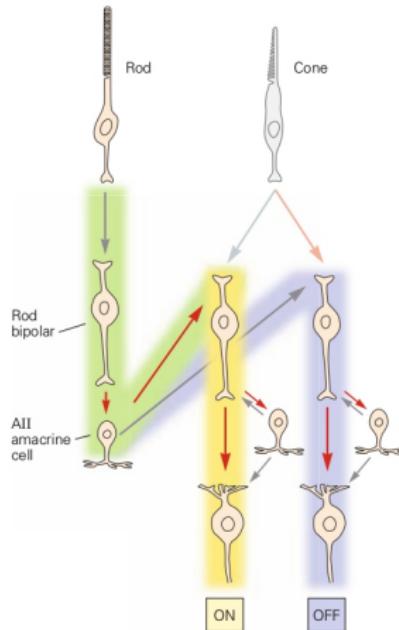
Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

- Una vez que se tiene la imagen (el patrón de activación en la retina), las neuronas comienzan a procesar la información
- Hay una primera etapa de procesamiento en la retina

A Cone signal circuitry

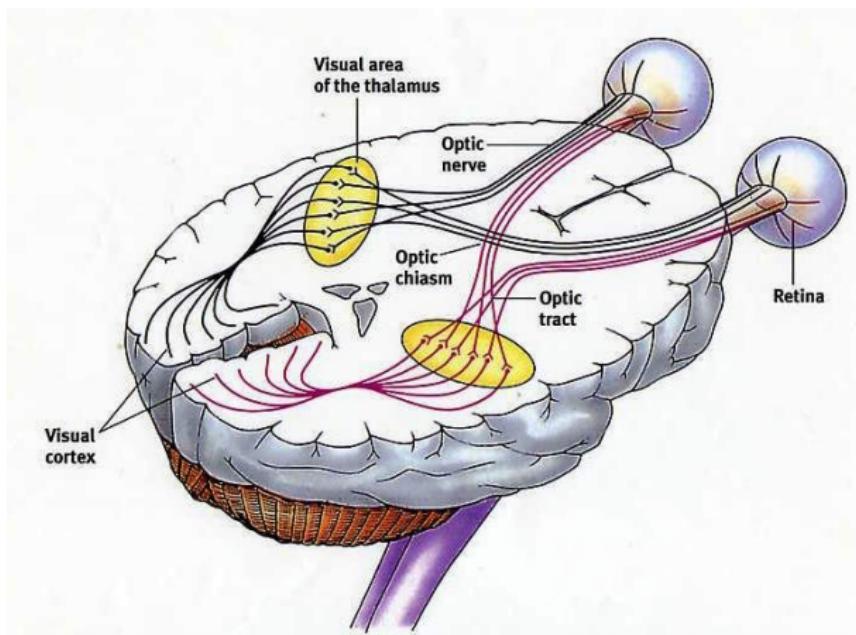


B Rod signal circuitry



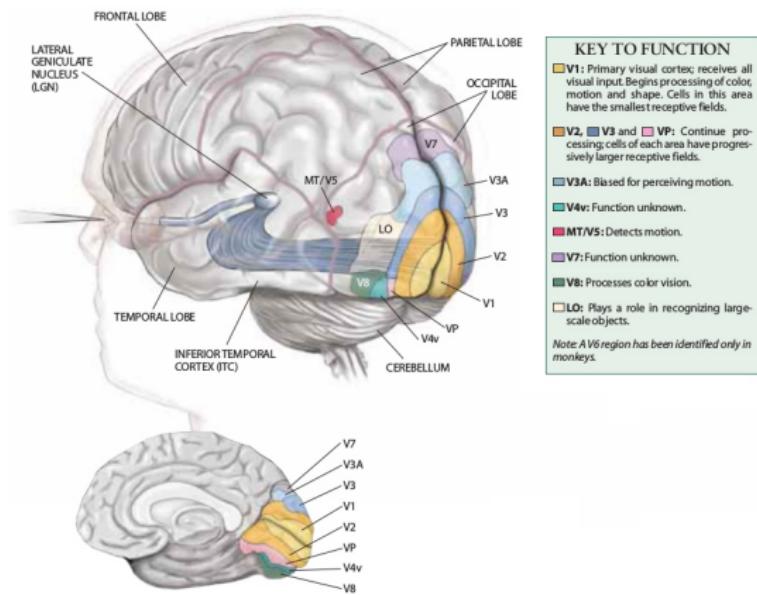
Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

- Luego nervio óptico lleva la información a la corteza visual
- Ahí el procesamiento rápidamente se vuelve muy complicado, con muchas áreas de la corteza interconectadas cumpliendo funciones distintas en el procesamiento visual



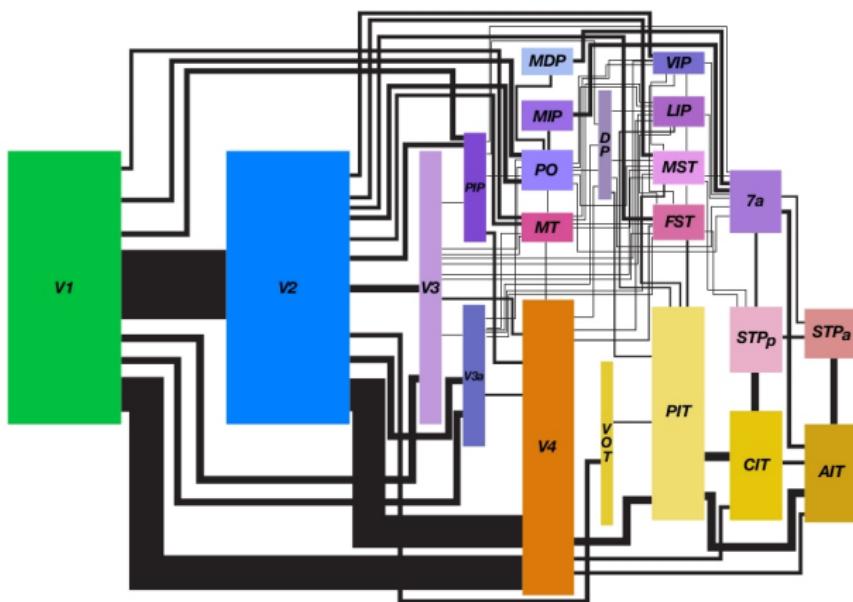
Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

- Luego nervio óptico lleva la información a la corteza visual
- Ahí el procesamiento rápidamente se vuelve muy complicado, con muchas áreas de la corteza interconectadas cumpliendo funciones distintas en el procesamiento visual



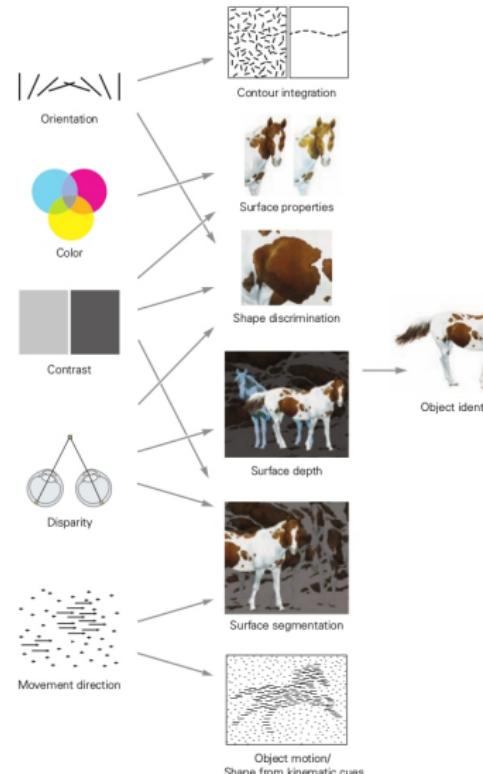
Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

- Luego nervio óptico lleva la información a la corteza visual
- Ahí el procesamiento rápidamente se vuelve muy complicado, con muchas áreas de la corteza interconectadas cumpliendo funciones distintas en el procesamiento visual



Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

Diferentes componentes de la imagen se analizan en paralelo (ej. color, textura, etc). El procesamiento es jerárquico, las áreas tempranas procesan información más simple



Funcionamiento del sistema visual: Procesamiento visual

El procesamiento sensorial tiene un componente importante de interpretación de la imagen, a niveles simples y complejos (ej. ver qué partes van juntas)



Funcionamiento del sistema visual: Disclaimer filosófico

Sobre nuestra experiencia subjetiva del mundo (llámesele qualia, conciencia):

- La ciencia sólo nos permite conectar la información que reciben los organismos a los cambios físicos en los mismos (es lo único medible), sean comportamentales o fisiológicos
- La *película interna* subjetiva que experimentamos no la encontramos explicada en la ciencia
- La pregunta de si la ciencia nos puede permitir entender esto es hoy en día una pregunta filosófica
- Referencias sobre el tema:
 - *What is it like to be a bat* (1974) Thomas Nagel (la ciencia no podrá darnos respuestas sobre los aspectos subjetivos)
 - *Quining qualia* (1988) y *Consciousness explained* (1991) Daniel Dennett (nuestras ideas sobre la *película interna* están muy equivocadas, en verdad no hay nada que haya que explicar)
 - David Chalmers (existe el *problema difícil* de la conciencia, cómo lo podemos explicar?)

Funcionamiento del sistema visual: Disclaimer filosófico

Sobre nuestra experiencia subjetiva del mundo (llámesele qualia, conciencia):

- La ciencia sólo nos permite conectar la información que reciben los organismos a los cambios físicos en los mismos (es lo único medible), sean comportamentales o fisiológicos
- La *película interna* subjetiva que experimentamos no la encontramos explicada en la ciencia
- La pregunta de si la ciencia nos puede permitir entender esto es hoy en día una pregunta filosófica
- Referencias sobre el tema:
 - *What is it like to be a bat* (1974) Thomas Nagel (la ciencia no podrá darnos respuestas sobre los aspectos subjetivos)
 - *Quining qualia* (1988) y *Consciousness explained* (1991) Daniel Dennett (nuestras ideas sobre la *película interna* están muy equivocadas, en verdad no hay nada que haya que explicar)
 - David Chalmers (existe el *problema difícil* de la conciencia, cómo lo podemos explicar?)

Funcionamiento del sistema visual: Disclaimer filosófico

Sobre nuestra experiencia subjetiva del mundo (llámesele qualia, conciencia):

- La ciencia sólo nos permite conectar la información que reciben los organismos a los cambios físicos en los mismos (es lo único medible), sean comportamentales o fisiológicos
- *La película interna* subjetiva que experimentamos no la encontramos explicada en la ciencia
- La pregunta de si la ciencia nos puede permitir entender esto es hoy en día una pregunta filosófica
- Referencias sobre el tema:
 - *What is it like to be a bat* (1974) Thomas Nagel (la ciencia no podrá darnos respuestas sobre los aspectos subjetivos)
 - *Quining qualia* (1988) y *Consciousness explained* (1991) Daniel Dennett (nuestras ideas sobre la *película interna* están muy equivocadas, en verdad no hay nada que haya que explicar)
 - David Chalmers (existe el *problema difícil* de la conciencia, cómo lo podemos explicar?)

Funcionamiento del sistema visual: Disclaimer filosófico

Sobre nuestra experiencia subjetiva del mundo (llámesele qualia, conciencia):

- La ciencia sólo nos permite conectar la información que reciben los organismos a los cambios físicos en los mismos (es lo único medible), sean comportamentales o fisiológicos
- La *película interna* subjetiva que experimentamos no la encontramos explicada en la ciencia
- La pregunta de si la ciencia nos puede permitir entender esto es hoy en día una pregunta filosófica
- Referencias sobre el tema:
 - *What is it like to be a bat* (1974) Thomas Nagel (la ciencia no podrá darnos respuestas sobre los aspectos subjetivos)
 - *Quining qualia* (1988) y *Consciousness explained* (1991) Daniel Dennett (nuestras ideas sobre la *película interna* están muy equivocadas, en verdad no hay nada que haya que explicar)
 - David Chalmers (existe el *problema difícil* de la conciencia, cómo lo podemos explicar?)

Funcionamiento del sistema visual: Disclaimer filosófico

Sobre nuestra experiencia subjetiva del mundo (llámesele qualia, conciencia):

- La ciencia sólo nos permite conectar la información que reciben los organismos a los cambios físicos en los mismos (es lo único medible), sean comportamentales o fisiológicos
- La *película interna* subjetiva que experimentamos no la encontramos explicada en la ciencia
- La pregunta de si la ciencia nos puede permitir entender esto es hoy en día una pregunta filosófica
- Referencias sobre el tema:
 - *What is it like to be a bat* (1974) Thomas Nagel (la ciencia no podrá darnos respuestas sobre los aspectos subjetivos)
 - *Quining qualia* (1988) y *Consciousness explained* (1991) Daniel Dennett (nuestras ideas sobre la *película interna* están muy equivocadas, en verdad no hay nada que haya que explicar)
 - David Chalmers (existe el *problema difícil* de la conciencia, cómo lo podemos explicar?)

Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

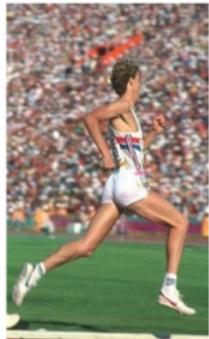
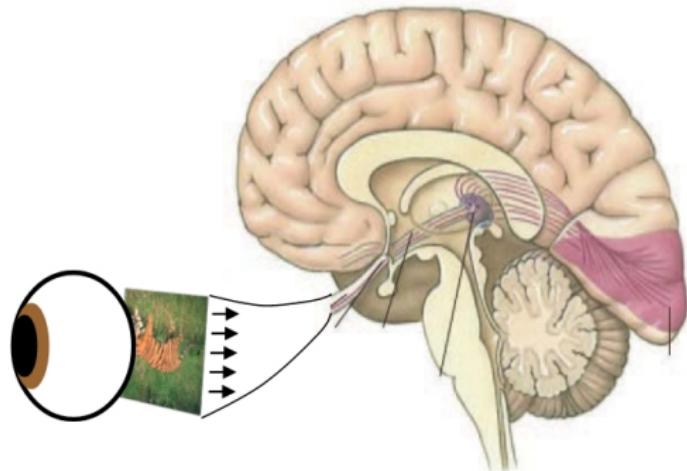
Perspectiva evolutiva: Argumento

Los sistemas perceptuales son generados por la evolución, que selecciona lo que permite generar más descendencia, no lo que representa más fielmente la realidad



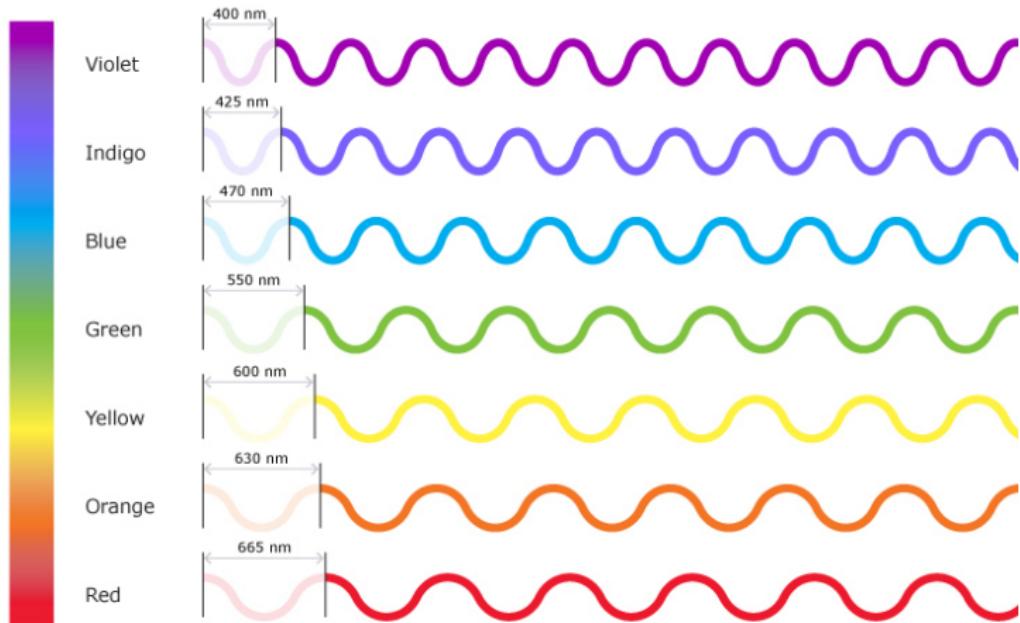
Perspectiva evolutiva: Argumento

La percepción evolucionó moldeada por su capacidad de guiar acciones útiles, no por su capacidad de representación (aunque estos están relacionados)



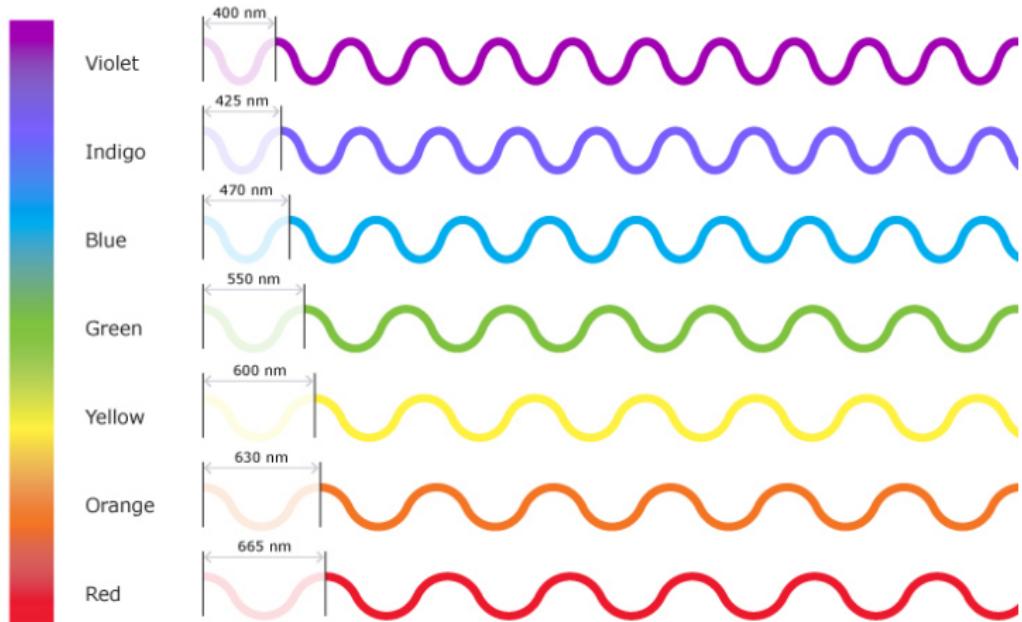
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- La luz es una onda electromagnética, que puede contener diferentes longitudes de onda
- La visión a color es la capacidad para discriminar entre las diferentes longitudes de onda en la luz



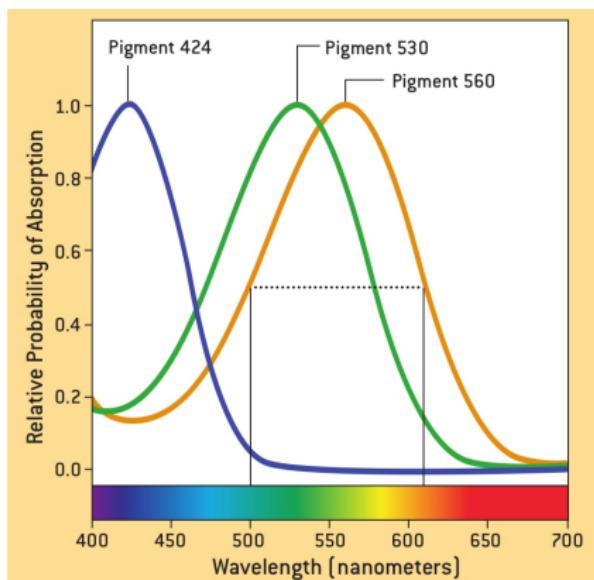
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- La luz es una onda electromagnética, que puede contener diferentes longitudes de onda
- La visión a color es la capacidad para discriminar entre las diferentes longitudes de onda en la luz



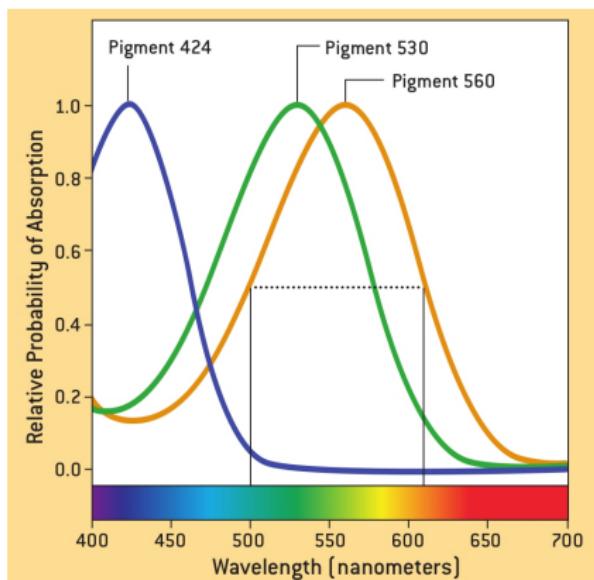
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Un determinado fotorreceptor tiene *preferencia* por determinadas longitudes de onda
- Como su activación depende de la lonigtud de onda y la intensidad, no se puede saber la longitud de onda con sólo un fotorreceptor



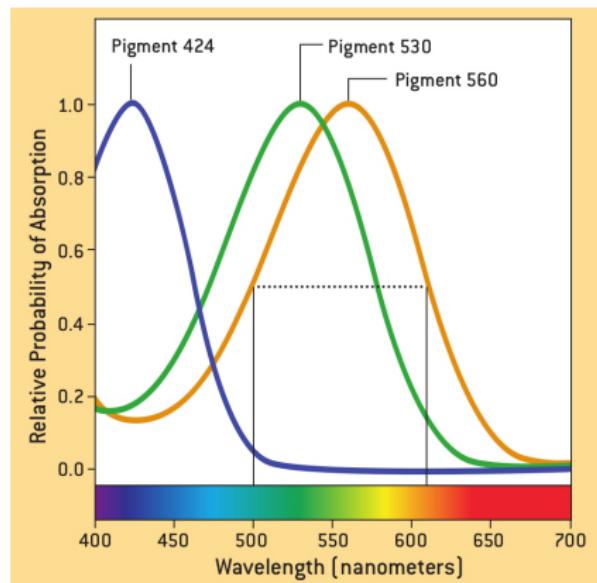
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Un determinado fotorreceptor tiene *preferencia* por determinadas longitudes de onda
- Como su activación depende de la lonigtud de onda y la intensidad, no se puede saber la longitud de onda con sólo un fotorreceptor



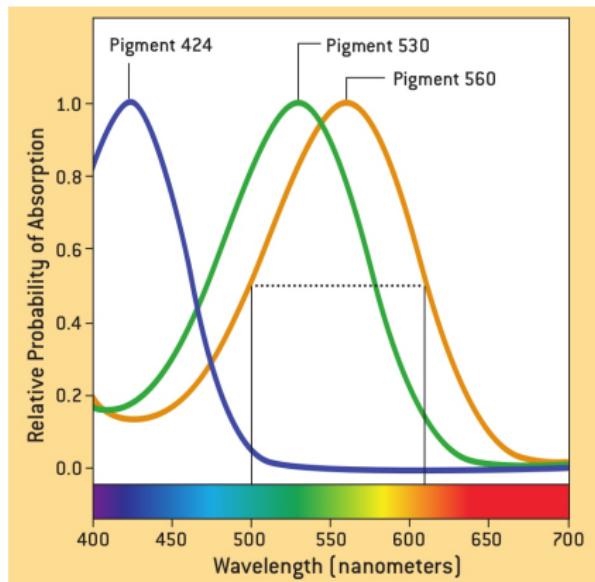
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- El uso de fotorreceptores con diferentes preferencias permite desambiguar la longitud de onda
- Tres fotorreceptores permiten desambiguar más que dos
- Más fotorreceptores también permiten abarcar un mayor rango de longitudes de onda



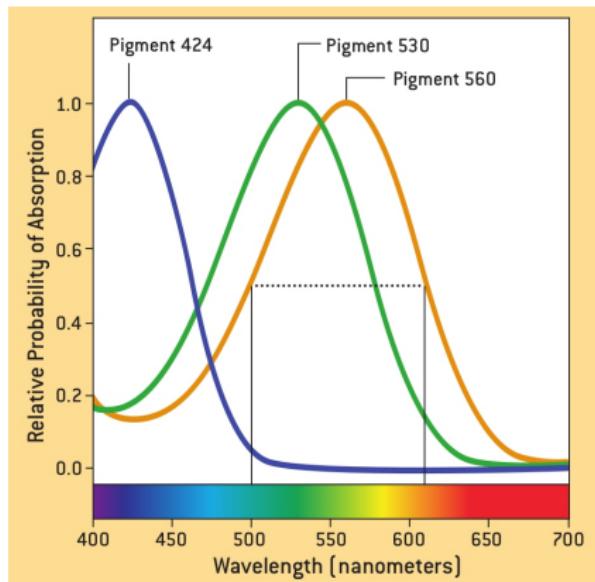
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- El uso de fotorreceptores con diferentes preferencias permite desambiguar la longitud de onda
- Tres fotorreceptores permiten desambiguar más que dos
- Más fotorreceptores también permiten abarcar un mayor rango de longitudes de onda



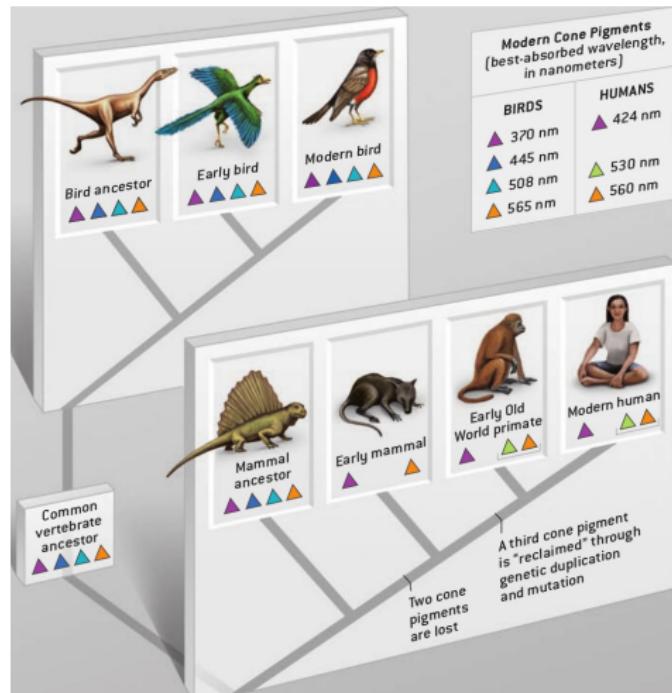
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- El uso de fotorreceptores con diferentes preferencias permite desambiguar la longitud de onda
- Tres fotorreceptores permiten desambiguar más que dos
- Más fotorreceptores también permiten abarcar un mayor rango de longitudes de onda



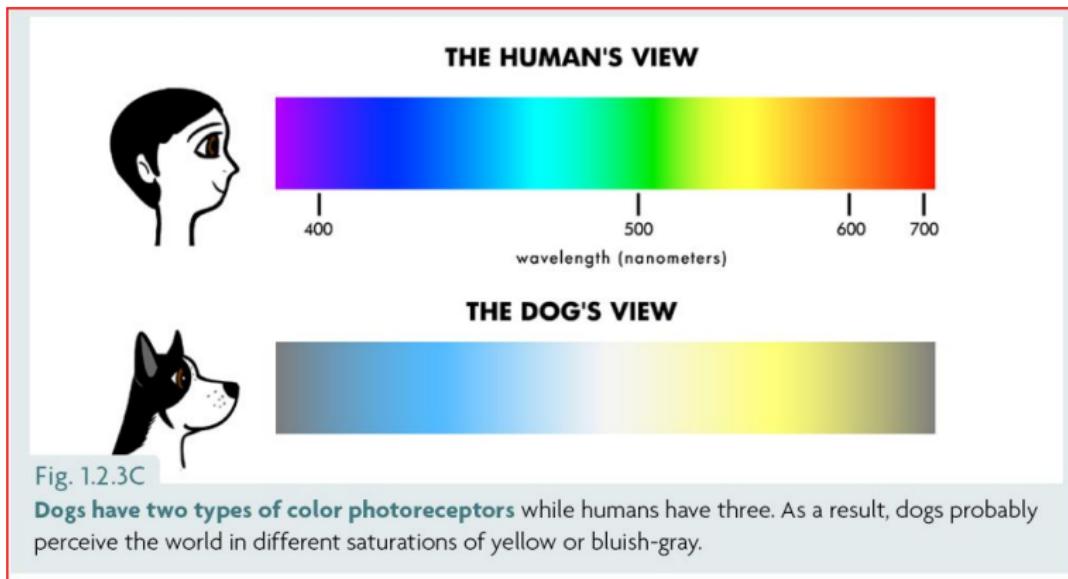
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

En un momento de la evolución, el linaje de los mamíferos pasó de 4 tipos de fotorreceptores a 2 (dicromatismo). Luego los primates adquirieron un nuevo cono y quedaron con 3 (tricromatismo).



Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

En un momento de la evolución, el linaje de los mamíferos pasó de 4 tipos de fotorreceptores a 2 (dicromatismo). Luego los primates adquirieron un nuevo cono y quedaron con 3 (tricromatismo).



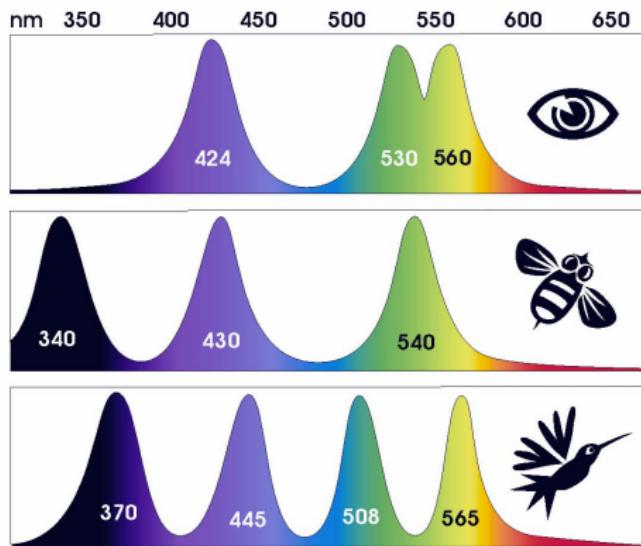
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

Se piensa que el tricromatismo evolucionó por favorecer la distinción de la vegetación (ej. frutas en fondo verde)



Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

Otros animales tienen más conos, o abarcan otros rangos de color.
Ven variaciones de color que nosotros no (ej. percepción ultravioleta en abejas)



Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

Otros animales tienen más conos, o abarcan otros rangos de color.
Ven variaciones de color que nosotros no (ej. percepción ultravioleta en abejas)



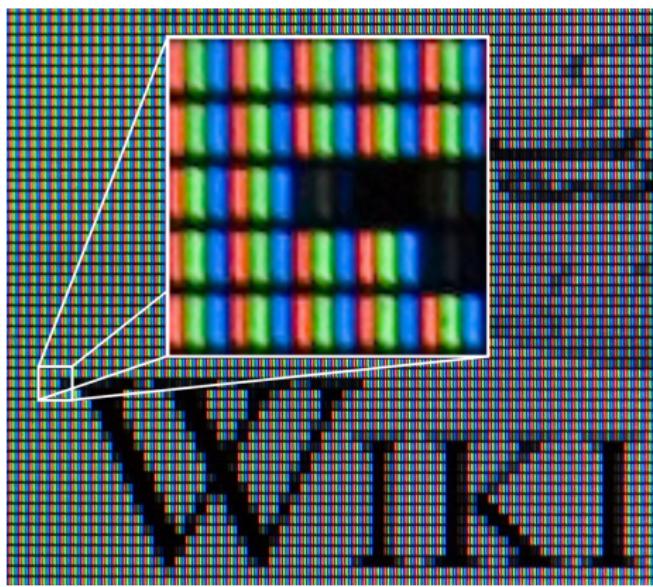
© BJORN ROSLETT / SCIENCE PHOTO LIBRARY

Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Pasamos horas a diario viendo algo que no es como parece ...
- Las pantallas electrónicas están diseñadas para 'engaños' al sistema visual
- Están ajustadas a nuestros fotorreceptores de la visión a color

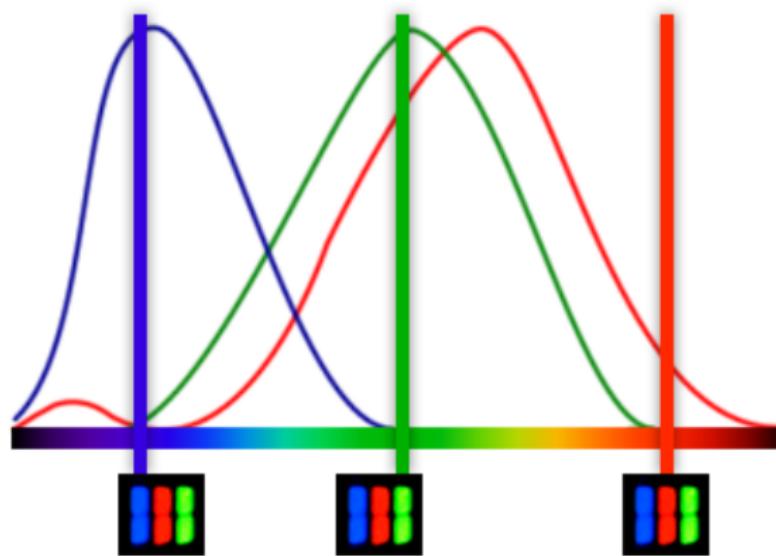
Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Pasamos horas a diario viendo algo que no es como parece ...
- Las pantallas electrónicas están diseñadas para 'engañar' al sistema visual
- Están ajustadas a nuestros fotorreceptores de la visión a color



Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Pasamos horas a diario viendo algo que no es como parece ...
- Las pantallas electrónicas están diseñadas para 'engaños' al sistema visual
- Están ajustadas a nuestros fotorreceptores de la visión a color



Perspectiva evolutiva ejemplo 1: Visión a color

- Pasamos horas a diario viendo algo que no es como parece ...
- Las pantallas electrónicas están diseñadas para 'engañar' al sistema visual
- Están ajustadas a nuestros fotorreceptores de la visión a color



What we see on our screen



What we might see on a screen
made for a different species

Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

Artículo muy importante de 1959 que estudia sistema visual de la rana

1940

PROCEEDINGS OF THE IRE

November

What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain*

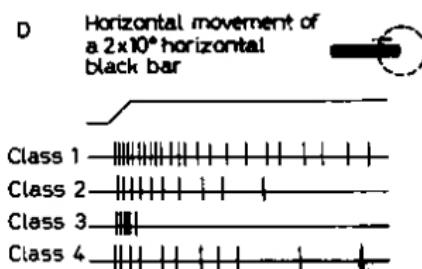
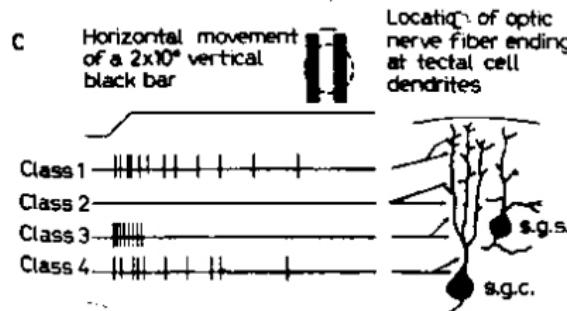
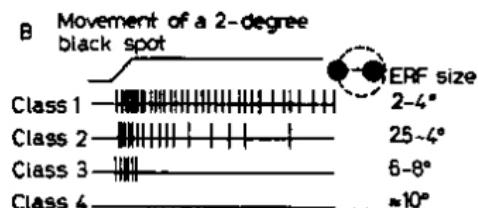
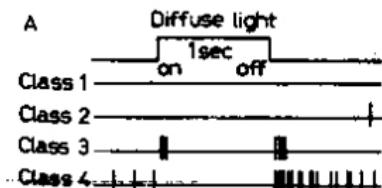
J. Y. LETTVIN†, H. R. Maturana‡, W. S. McCULLOCH||, SENIOR MEMBER, IRE,
AND W. H. PITTS||

Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

“Las ranas utilizan la visión para cazar en tierra. Escapan de sus enemigos principalmente al verlos . . . La rana no parece ver, o en todo caso no parecen interesarle, las partes estáticas del mundo que la rodean. Morirá de hambre rodeada de comida si esta no se mueve. Su elección de comida está únicamente determinada por su tamaño y movimiento. Saltará a capturar cualquier objeto del tamaño de un insecto o gusano, siempre y cuando se mueva como uno.”

Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

"Se realizan 4 operaciones distintas sobre la imagen en el ojo de la rana. Estas son: 1) detección de contrastes; 2) detección de convexidad; 3) detección de bordes en movimiento; y 4) detección de oscurecimiento"



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

“¿Cuáles son las consecuencias de este trabajo? Fundamentalmente, muestra que el ojo de la rana le habla a su cerebro en un lenguaje ya altamente organizado e interpretado, en lugar de transmitir una copia más o menos fiel de la distribución de luz en los receptores.”

Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

“Nos vimos tentados, por ejemplo, a llamar a los detectores de convexidad “percibidores de insectos”. Estas fibras responden cuando un objeto pequeño entra en su campo receptivo, se detiene, y luego se mueve intermitentemente. La respuesta no se ve afectada por cambios de luz o si el fondo se mueve . . . ¿Puede uno describir un mejor sistema para detectar un insecto accesible?.”

Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

"El mundo está hecho de puntos negros móviles"

Ruperto Filósofo

- La rana sólo ve objetos que parecen insectos o depredadores, se está perdiendo una importante parte de cómo es el mundo
- ¿Somos diferentes que la rana?



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

"El mundo está hecho de puntos negros móviles"

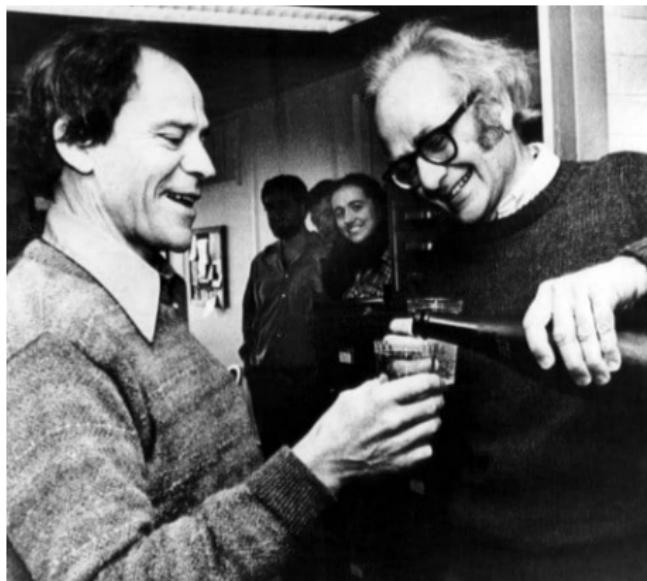
Ruperto Filósofo

- La rana sólo ve objetos que parecen insectos o depredadores, se está perdiendo una importante parte de cómo es el mundo
- ¿Somos diferentes que la rana?



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

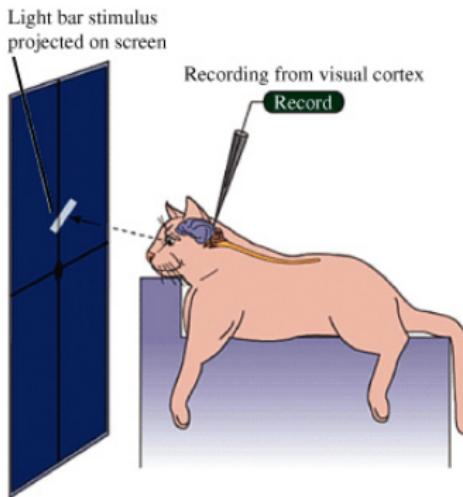
El trabajo de David Hubel y Tornsten Wiesel que les valería el premio Nobel se publica casi simultáneo al trabajo de Lettvin et al. Estudian sistema visual de mamífero (en gato, luego primates)



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

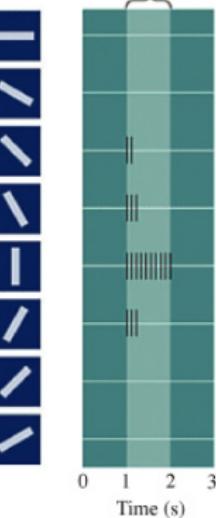
Hay paralelismos entre los dos trabajos. Se encontró que las primeras neuronas visuales de la corteza responden a estructuras orientadas (a veces se llaman 'edge detectors', notemos similaridad con 'bug detectors')

A Experimental setup



B Stimulus orientation

Stimulus presented



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

Esta estructura de nuestro sistema visual, ¿Nos impide ver el mundo como es?

"El mundo está hecho de bordes"

Ruperto Filósofo



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

A favor de que vemos el mundo como es:

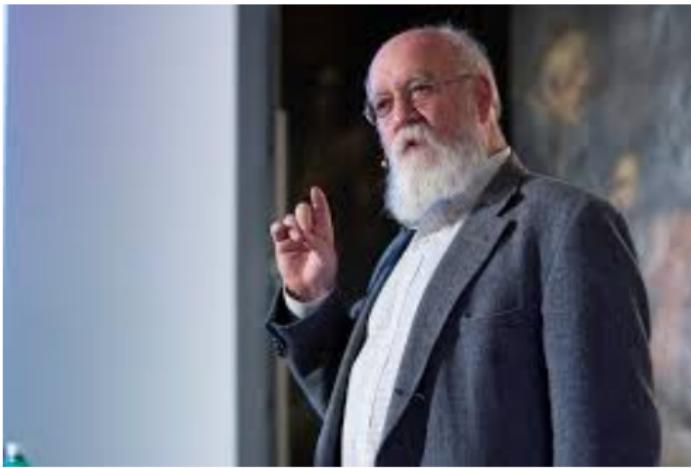
- Herramientas computacionales ('inteligencia artificial') aprenden neuronas artificiales similares a las nuestras cuando se les da la tarea de representar las imágenes naturales
- Se puede argumentar, como lo hace el filósofo Daniel Dennet, que los animales complejos (nosotros) tienen comportamientos muy flexibles que requieren representar fielmente la realidad (a diferencia de las ranas)



Perspectiva evolutiva ejemplo 2: El ojo de la rana

A favor de que vemos el mundo como es:

- Herramientas computacionales ('inteligencia artificial') aprenden neuronas artificiales similares a las nuestras cuando se les da la tarea de representar las imágenes naturales
- Se puede argumentar, como lo hace el filósofo Daniel Dennet, que los animales complejos (nosotros) tienen comportamientos muy flexibles que requieren representar fielmente la realidad (a diferencia de las ranas)



Perspectiva evolutiva: Conclusion

- Lo que vemos del mundo está limitado a lo que fue seleccionado durante la evolución
- Hay aspectos del mundo que no podemos ver
- Pero fuimos ajustados por la evolución para percibir bien lo que es relevante para nosotros, ¿al menos esa parte del mundo puede ser como la vemos?

Perspectiva evolutiva: Conclusion



Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

Perspectiva de costo energético

- Procesar la información del mundo externo es costoso
- El cerebro tiene recursos limitados
- La evolución va a tender a ahorrar recursos donde pueda
- Esto se ve reflejado en la fisiología del sistema visual y en varios efectos perceptuales

Perspectiva de costo energético

- Procesar la información del mundo externo es costoso
- El cerebro tiene recursos limitados
 - La evolución va a tender a ahorrar recursos donde pueda
 - Esto se ve reflejado en la fisiología del sistema visual y en varios efectos perceptuales

Perspectiva de costo energético

- Procesar la información del mundo externo es costoso
- El cerebro tiene recursos limitados
- La evolución va a tender a ahorrar recursos donde pueda
- Esto se ve reflejado en la fisiología del sistema visual y en varios efectos perceptuales

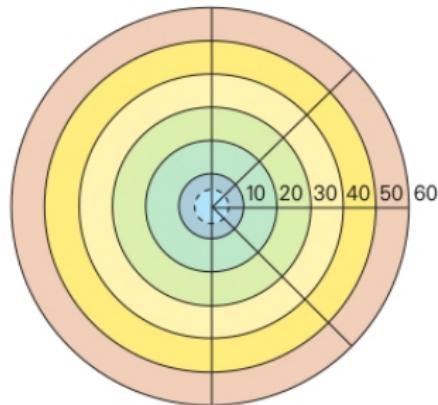
Perspectiva de costo energético

- Procesar la información del mundo externo es costoso
- El cerebro tiene recursos limitados
- La evolución va a tender a ahorrar recursos donde pueda
- Esto se ve reflejado en la fisiología del sistema visual y en varios efectos perceptuales

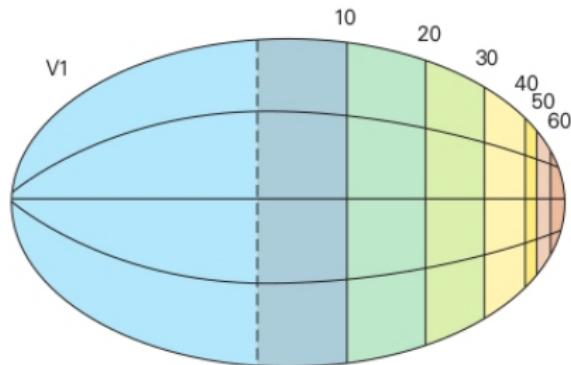
Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- La visión se compone de una visión central y una visión periférica
- La mayoría de los recursos de procesamiento están dedicados a la pequeña fracción del campo visual que es la visión central

A Map of retinal eccentricity



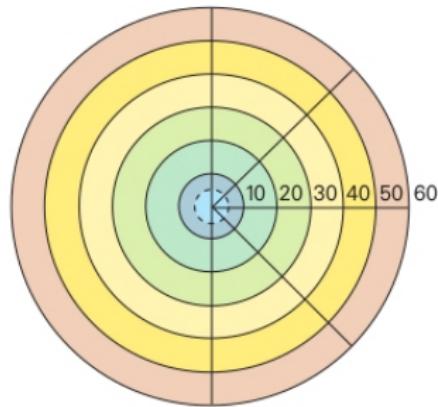
C Cortical magnification varies with eccentricity



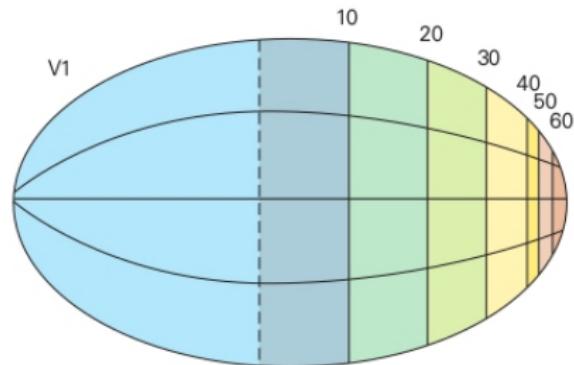
Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- La visión se compone de una visión central y una visión periférica
- La mayoría de los recursos de procesamiento están dedicados a la pequeña fracción del campo visual que es la visión central

A Map of retinal eccentricity

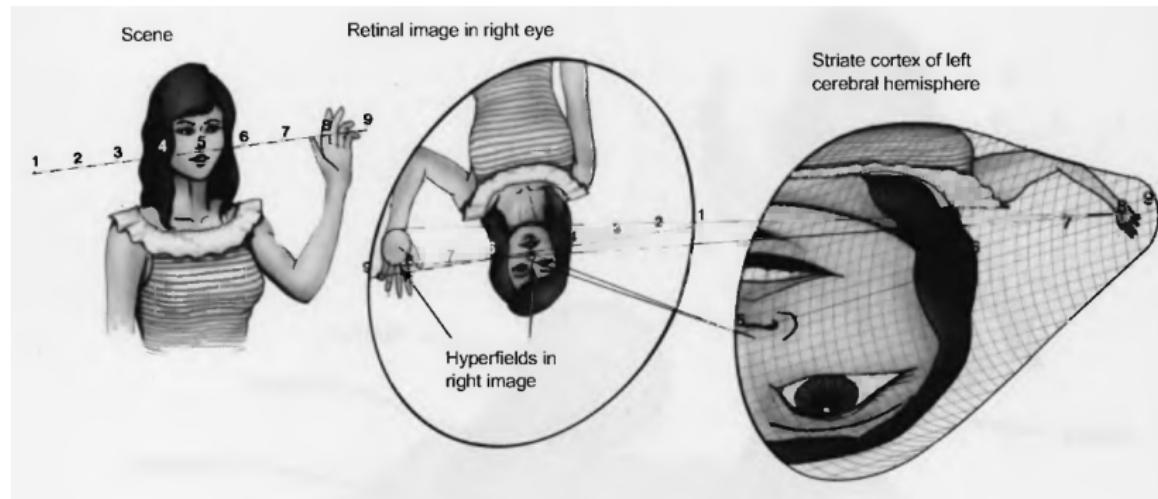


C Cortical magnification varies with eccentricity



Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- La visión se compone de una visión central y una visión periférica
- La mayoría de los recursos de procesamiento están dedicados a la pequeña fracción del campo visual que es la visión central



Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- La visión se compone de una visión central y una visión periférica
- La mayoría de los recursos de procesamiento están dedicados a la pequeña fracción del campo visual que es la visión central

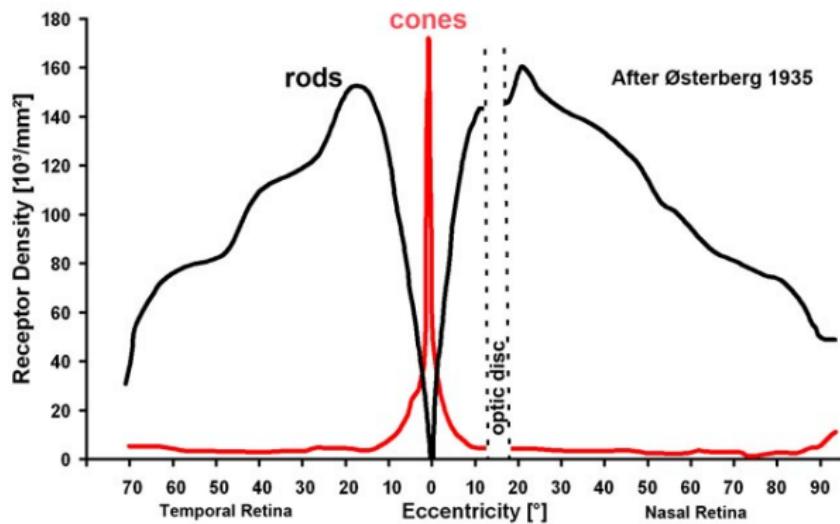


Fig. 20. Graph to show rod and cone densities along the horizontal meridian.

Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

Nuestra visión periférica es relativamente pobre: (experimento)



Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

Nuestra visión periférica es relativamente pobre: (experimento)



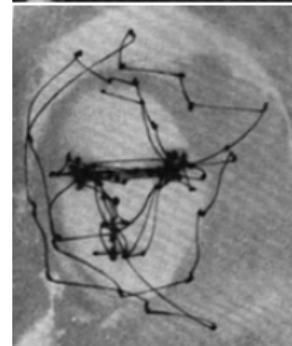
Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

Nuestra visión periférica es relativamente pobre: (experimento)



Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

Compensamos con una visión muy activa:
movemos constantemente los ojos para recibir la información más importante



Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- Pero aún moviendo los ojos no guardamos una representación precisa de la escena. Percibimos peor de lo que creemos percibir
- Por ejemplo, nos cuesta encontrar cambios groseros en una escena (change blindness)
- Y las cosas que no atendemos fácilmente escapan a nuestra percepción (inattentional blindness)

Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- Pero aún moviendo los ojos no guardamos una representación precisa de la escena. Percibimos peor de lo que creemos percibir
- Por ejemplo, nos cuesta encontrar cambios groseros en una escena (**change blindness**)
- Y las cosas que no atendemos fácilmente escapan a nuestra percepción (**inattentional blindness**)

Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

- Pero aún moviendo los ojos no guardamos una representación precisa de la escena. Percibimos peor de lo que creemos percibir
- Por ejemplo, nos cuesta encontrar cambios groseros en una escena (change blindness)
- Y las cosas que no atendemos fácilmente escapan a nuestra percepción (inattentional blindness)

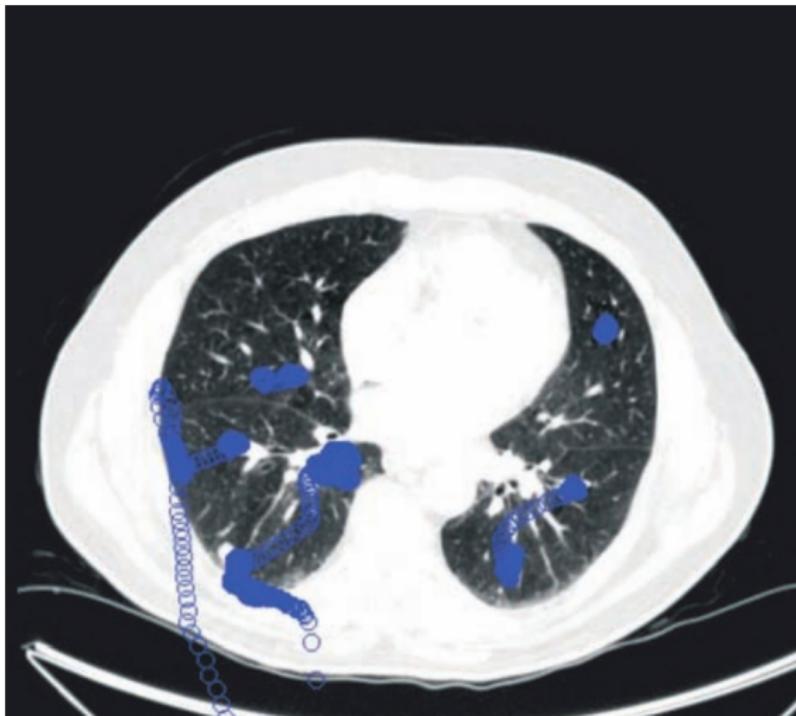
Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

A veces no vemos lo que está en frente a nuestros ojos: El 83 % de los radiólogos no ven al gorila en esta placa, incluso luego de posar los ojos sobre él por un buen tiempo



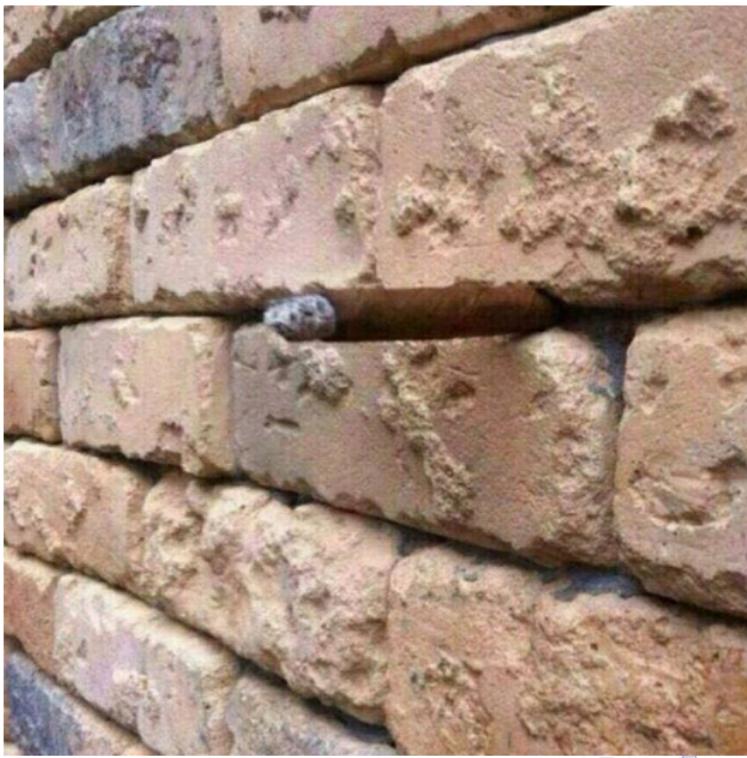
Perspectiva de costo energético: Compresión de la información

A veces no vemos lo que está en frente a nuestros ojos: El 83 % de los radiólogos no ven al gorila en esta placa, incluso luego de posar los ojos sobre él por un buen tiempo



Perspectiva de costo energético: Representación periférica

Para que se diviertan, ¿qué objeto no pertenece en la foto? (si dudan es porque no lo encontraron)



Perspectiva de costo energético: Conclusión

En conclusión:

- Nuestra percepción tiene una capacidad limitada, mucha de la información sobre el mundo no es procesada
- Percibimos peor de lo que creemos
- Si lo que vemos no es como lo vemos, ¿como puede el mundo ser como lo vemos?

Perspectiva de costo energético: Conclusión

Aún se puede argumentar a favor de nuestro sistema perceptual:

- No percibimos toda la información, pero buscamos y utilizamos la que es relevante para lo que queremos
- ¿Es necesario guardar una representación exacta de la escena? No siempre, puedo simplemente mirar lo que necesito
- El sistema tiene capacidad limitada, pero está optimizado para hacer un buen uso de esa capacidad

Queda la pregunta: el mundo que atiendo para hacer lo que tengo que hacer, ¿es como lo veo?

Perspectiva de costo energético: Conclusion

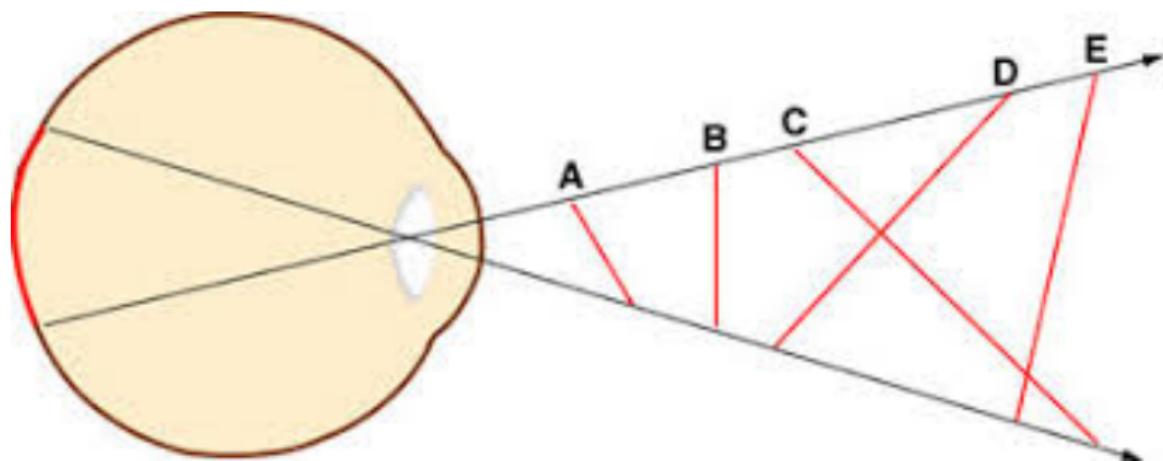


Plan de clase: ¿Qué tiene que decir la biología?

- ① Generalidades de funcionamiento del sistema visual
- ② **Perspectiva evolutiva:** La evolución del sistema nervioso está guiada por el éxito en la transmisión de genes, no por permitir *ver al mundo como es*
- ③ **Costo de representación:** El cerebro tiene capacidad limitada. Ver el mundo como es resulta caro
- ④ **Ambigüedad en los datos:** Los estímulos visuales que produce el mundo son ambiguos, nuestra imagen del mundo es una *interpretación* del mismo

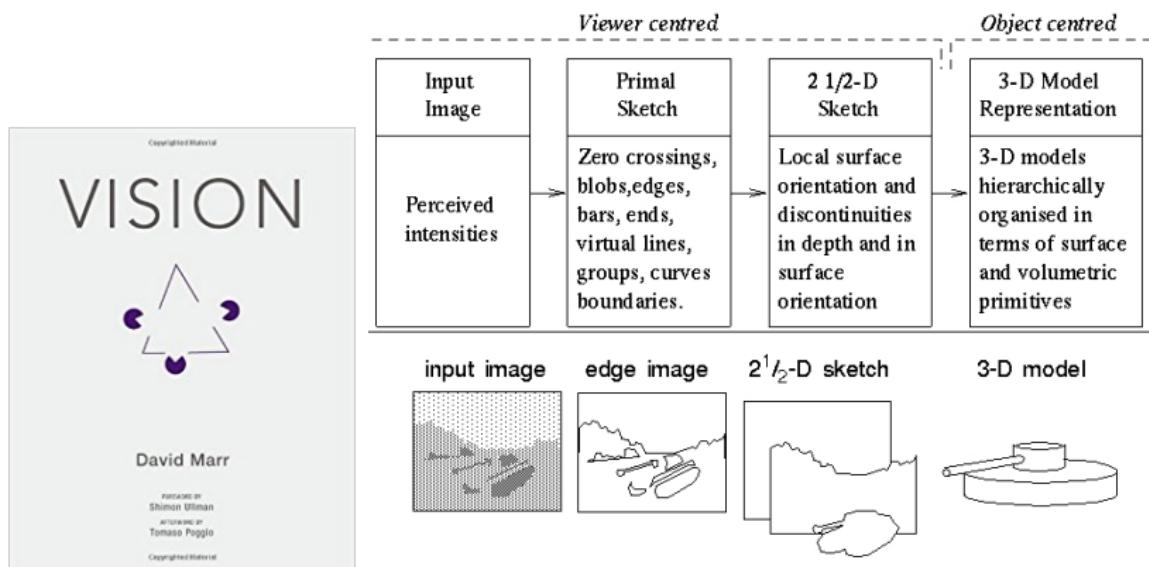
Perspectiva de interpretación los estímulos

El mundo está en 3D, pero genera una proyección 2D sobre la retina. Una imagen en la retina puede ser generada por infinitas escenas, y puede haber otras ambigüedades



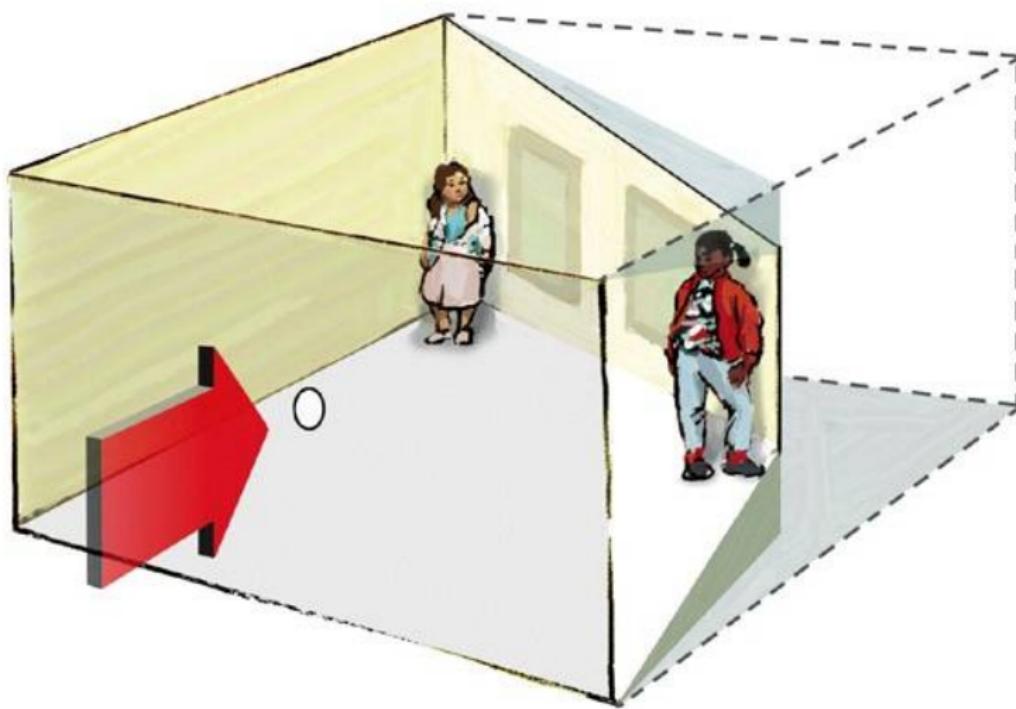
Perspectiva de interpretación los estímulos

En parte la visión consiste en interpretar el estímulo para deducir qué escena 3D es la más probable (ya que el estímulo 2D es ambiguo entre estas escenas)



Perspectiva de interpretación los estímulos

Ejemplo de ambigüedad imagen/escena: Cuarto de Ames



Perspectiva de interpretación los estímulos

El proceso de construir la escena 3D es muy complicado, el cerebro usa muchas estrategias complejas para dar interpretación a la imagen (principalmente de forma subconsciente)



Perspectiva de interpretación los estímulos

El cerebro usa varias estrategias sobre diferentes características de las imágenes para elaborar sus interpretaciones.

Algunas de estas pueden ilustrarse con ilusiones o efectos visuales

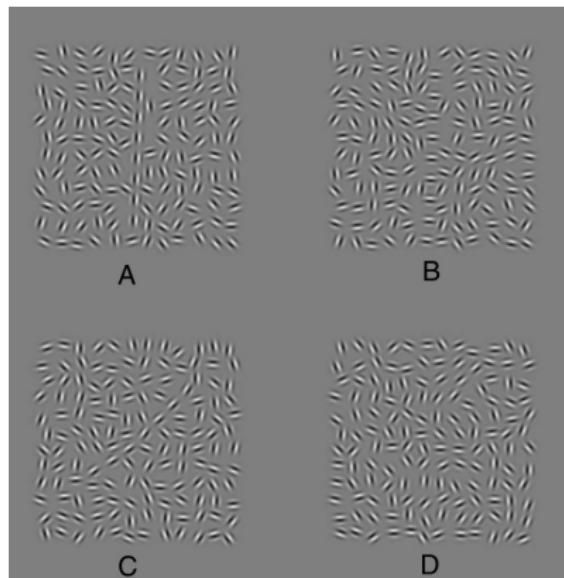


Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Ejemplo de integración de contornos:

Tendemos a agrupar elementos que están alineados en la dirección de su propia orientación (izquierda), incluso entre mucho ruido.

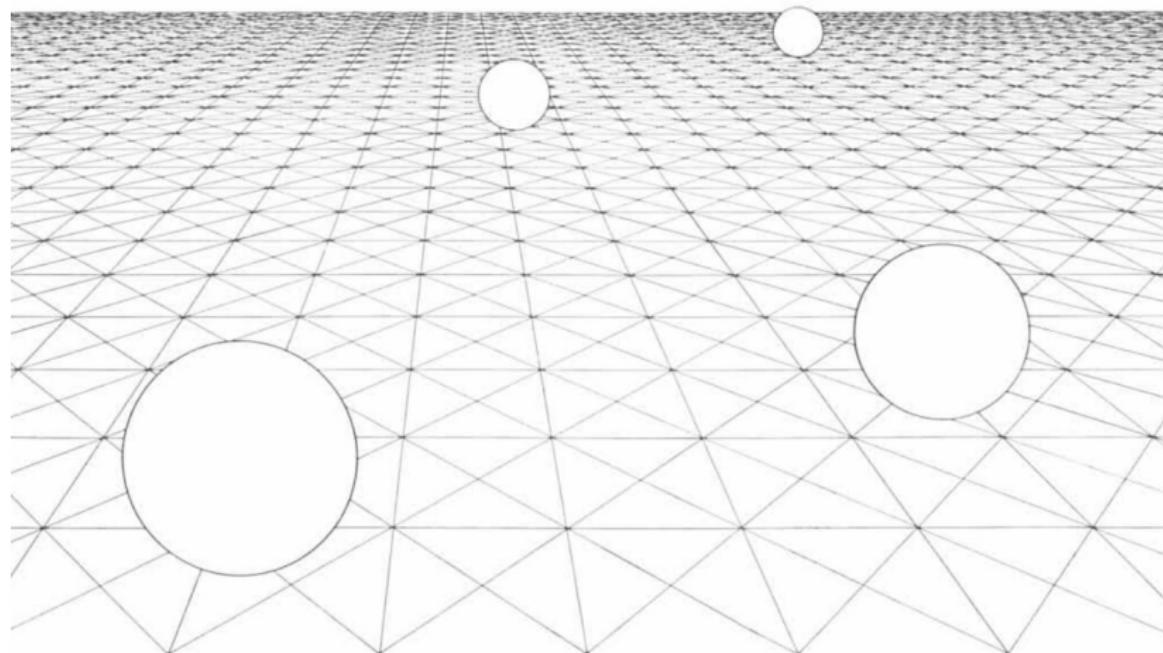
La tendencia es menor para elementos que están alineados orthogonal a su propia orientación (derecha).



Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Ejemplo de pistas de profundidad:

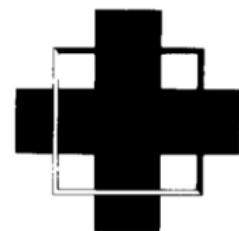
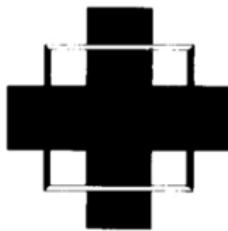
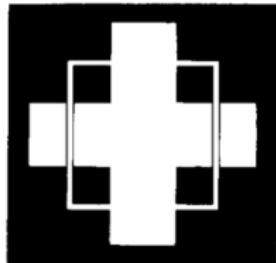
Las texturas visuales son una pista importante que usamos automáticamente para dar profundidad



Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Ejemplo de cruces de Kanizsa:

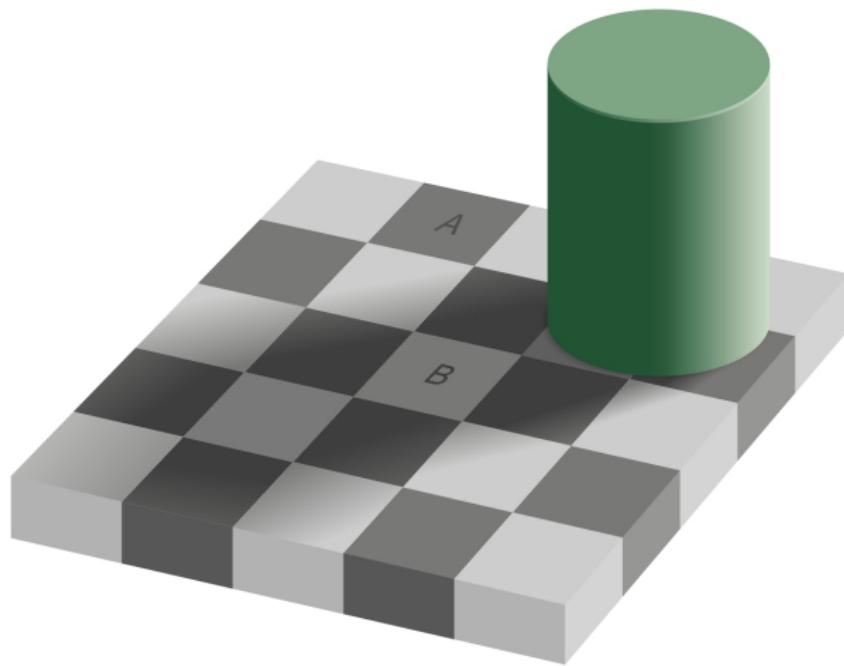
También podemos asignar profundidad subconscientemente sin que esté claro que reglas usamos



Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Ejemplo: Ilusión de Adelson

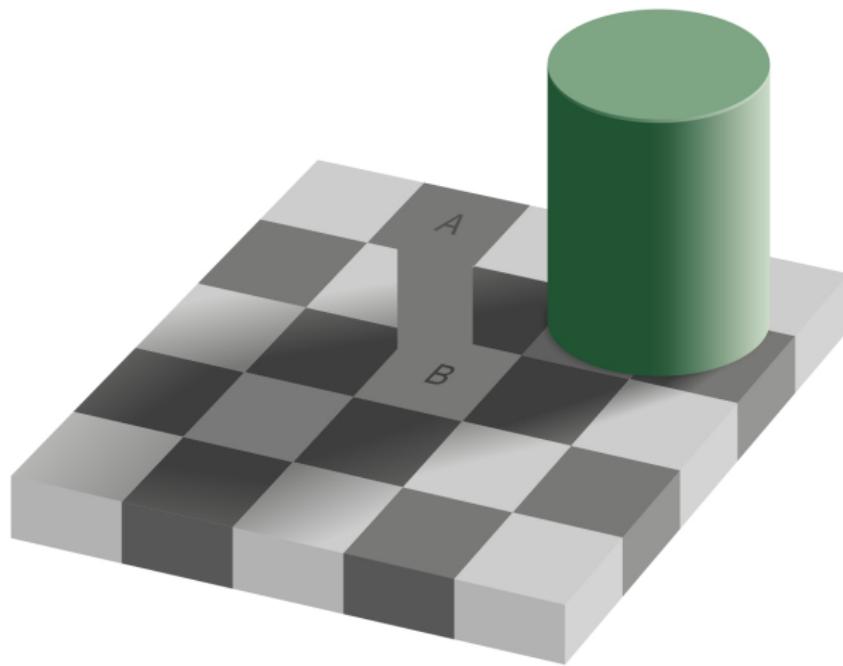
La percepción de brillo o color depende del entorno



Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Ejemplo: Ilusión de Adelson

La percepción de brillo o color depende del entorno



Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

- Vimos que el sistema visual aplica trucos para interpretar los estímulos visuales
- Vimos instancias en que estos trucos se equivocan: ilusión de Adelson, cuarto de Ames
- Entonces, ¿quedó demostrado que el mundo no es como lo vemos?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

- Vimos que el sistema visual aplica trucos para interpretar los estímulos visuales
- Vimos instancias en que estos trucos se equivocan: ilusión de Adelson, cuarto de Ames
- Entonces, ¿quedó demostrado que el mundo no es como lo vemos?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

- Vimos que el sistema visual aplica trucos para interpretar los estímulos visuales
- Vimos instancias en que estos trucos se equivocan: ilusión de Adelson, cuarto de Ames
- Entonces, ¿quedó demostrado que el mundo no es como lo vemos?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Argumentos a favor de que el mundo es como lo vemos:

- El sistema visual usa esos trucos e interpretaciones para procesar el mundo que nos rodea
- Los ejemplos que vimos en que se equivoca son bastante artificiales:
 - Es muy poco probable tener un cuarto con la geometría del cuarto de Ames, visto desde un sólo punto fijo sin movernos
 - No suele interesarnos percibir el brillo exacto de la luz que llega a mis ojos como en la ilusión de Adelson, me suele interesar saber el 'color' (o reflectancia) de la superficie que está reflejando. En ese caso usar el contexto para quitar el factor de la fuente de iluminación tiene sentido
- Podemos hacer estímulos que hagan al cerebro interpretar situaciones incorrectas, pero la pregunta queda: en general, ¿interpretamos el mundo de forma correcta?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Argumentos a favor de que el mundo es como lo vemos:

- El sistema visual usa esos trucos e interpretaciones para procesar el mundo que nos rodea
- Los ejemplos que vimos en que se equivoca son bastante artificiales:
 - Es muy poco probable tener un cuarto con la geometría del cuarto de Ames, visto desde un sólo punto fijo sin movernos
 - No suele interesarnos percibir el brillo exacto de la luz que llega a mis ojos como en la ilusión de Adelson, me suele interesar saber el 'color' (o reflectancia) de la superficie que está reflejando. En ese caso usar el contexto para quitar el factor de la fuente de iluminación tiene sentido
- Podemos hacer estímulos que hagan al cerebro interpretar situaciones incorrectas, pero la pregunta queda: en general, ¿interpretamos el mundo de forma correcta?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Argumentos a favor de que el mundo es como lo vemos:

- El sistema visual usa esos trucos e interpretaciones para procesar el mundo que nos rodea
- Los ejemplos que vimos en que se equivoca son bastante artificiales:
 - Es muy poco probable tener un cuarto con la geometría del cuarto de Ames, visto desde un sólo punto fijo sin movernos
 - No suele interesarnos percibir el brillo exacto de la luz que llega a mis ojos como en la ilusión de Adelson, me suele interesar saber el 'color' (o reflectancia) de la superficie que está reflejando. En ese caso usar el contexto para quitar el factor de la fuente de iluminación tiene sentido
- Podemos hacer estímulos que hagan al cerebro interpretar situaciones incorrectas, pero la pregunta queda: en general, ¿interpretamos el mundo de forma correcta?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Argumentos a favor de que el mundo es como lo vemos:

- El sistema visual usa esos trucos e interpretaciones para procesar el mundo que nos rodea
- Los ejemplos que vimos en que se equivoca son bastante artificiales:
 - Es muy poco probable tener un cuarto con la geometría del cuarto de Ames, visto desde un sólo punto fijo sin movernos
 - No suele interesarnos percibir el brillo exacto de la luz que llega a mis ojos como en la ilusión de Adelson, me suele interesar saber el 'color' (o reflectancia) de la superficie que está reflejando. En ese caso usar el contexto para quitar el factor de la fuente de iluminación tiene sentido
- Podemos hacer estímulos que hagan al cerebro interpretar situaciones incorrectas, pero la pregunta queda: en general, ¿interpretamos el mundo de forma correcta?

Interpretación de los estímulos: Trucos del sistema visual

Argumentos a favor de que el mundo es como lo vemos:

- El sistema visual usa esos trucos e interpretaciones para procesar el mundo que nos rodea
- Los ejemplos que vimos en que se equivoca son bastante artificiales:
 - Es muy poco probable tener un cuarto con la geometría del cuarto de Ames, visto desde un sólo punto fijo sin movernos
 - No suele interesarnos percibir el brillo exacto de la luz que llega a mis ojos como en la ilusión de Adelson, me suele interesar saber el 'color' (o reflectancia) de la superficie que está reflejando. En ese caso usar el contexto para quitar el factor de la fuente de iluminación tiene sentido
- Podemos hacer estímulos que hagan al cerebro interpretar situaciones incorrectas, pero la pregunta queda: en general, ¿interpretamos el mundo de forma correcta?

Interpretación de los estímulos: Conclusiones

- Los estímulos visuales que recibe nuestro sistema visual suelen ser ambiguos
- Hay que aplicar mecanismos de interpretación para inferir qué escena en el mundo exterior está generando el estímulo
- Esos mecanismos pueden fallar en algunos casos
- Pero lo bien que percibimos el mundo dependerá de que tan buenos sean esos ‘trucos’ que usamos para interpretar las escenas
- En general funcionan bastante bien para interpretar el mundo que nos rodea

Interpretación de los estímulos: Conclusiones

- Los estímulos visuales que recibe nuestro sistema visual suelen ser ambiguos
- Hay que aplicar mecanismos de interpretación para inferir qué escena en el mundo exterior está generando el estímulo
- Esos mecanismos pueden fallar en algunos casos
- Pero lo bien que percibimos el mundo dependerá de que tan buenos sean esos 'trucos' que usamos para interpretar las escenas
- En general funcionan bastante bien para interpretar el mundo que nos rodea

Interpretación de los estímulos: Conclusiones

- Los estímulos visuales que recibe nuestro sistema visual suelen ser ambiguos
- Hay que aplicar mecanismos de interpretación para inferir qué escena en el mundo exterior está generando el estímulo
- **Esos mecanismos pueden fallar en algunos casos**
- Pero lo bien que percibimos el mundo dependerá de que tan buenos sean esos ‘trucos’ que usamos para interpretar las escenas
- En general funcionan bastante bien para interpretar el mundo que nos rodea

Interpretación de los estímulos: Conclusiones

- Los estímulos visuales que recibe nuestro sistema visual suelen ser ambiguos
- Hay que aplicar mecanismos de interpretación para inferir qué escena en el mundo exterior está generando el estímulo
- Esos mecanismos pueden fallar en algunos casos
- Pero lo bien que percibimos el mundo dependerá de que tan buenos sean esos 'trucos' que usamos para interpretar las escenas
- En general funcionan bastante bien para interpretar el mundo que nos rodea

Interpretación de los estímulos: Conclusiones

- Los estímulos visuales que recibe nuestro sistema visual suelen ser ambiguos
- Hay que aplicar mecanismos de interpretación para inferir qué escena en el mundo exterior está generando el estímulo
- Esos mecanismos pueden fallar en algunos casos
- Pero lo bien que percibimos el mundo dependerá de que tan buenos sean esos 'trucos' que usamos para interpretar las escenas
- En general funcionan bastante bien para interpretar el mundo que nos rodea

Perspectiva de costo energético: Conclusion



Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- **El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos**
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

Conclusiones

- La visión es mucho más que “sacar fotos”, lleva un gran trabajo de procesamiento
- Los sistemas sensoriales se ajustan a procesar lo que marca la evolución como relevante
- El sistema visual tiene una capacidad limitada, procesamos una pequeña parte de la información disponible
- El procesamiento visual involucra armar interpretaciones a partir de datos ambiguos y complejos
- A pesar de estas limitantes, el sistema visual parece haberse adaptado a hacer un muy buen trabajo en procesar los estímulos relevantes, con los recursos disponibles, usando trucos de interpretación que funcionan la mayoría de las veces
- Extra: Hay todo un costado filosófico que no discutimos pero que es muy interesante, con preguntas y puntos de vista que aportan a la discusión

FIN

