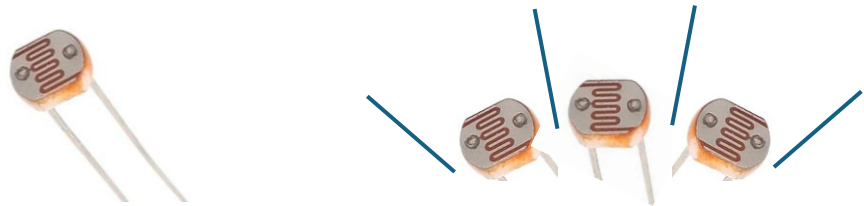


# Introducción a la Visión

# Tabla de contenido

- Visión en el reino Animal
  - Un Ocelo
  - Compuesto de Omatidios
  - Ojos con lente, cámara y retina
- Color
- Profundidad
  - Ultrasonido
  - LiDAR
  - Estereopsis

# Comparación de tipos de ojos



<https://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/206-el-objetivo>

Característica	Ocelo	Ojo compuesto de omatidios	Ojo de cámara, lente y retina
Analogía tecnológica	Fotocelda	Matriz de fotoceldas en conos	Cámara digital (con lente y sensor)
Estructura básica	Una lente simple + receptores	Muchos omatidios, cada uno con su propia lente	Una lente + retina (capa de fotorreceptores)
¿Forma imagen?	No	Sí (imagen tipo mosaico)	Sí (imagen enfocada y detallada)
Direccionalidad	Muy limitada	Alta (cada omatidio apunta en una dirección distinta)	Alta (enfocada por la lente)
Percepción de color	No (usualmente)	A veces (en insectos con conos especiales)	Sí (conos especializados)
Resolución visual	Muy baja	Media (depende del número de omatidios)	Alta (muy detallada en vertebrados y cefalópodos)
Ejemplos de animales	Arañas, insectos, medusas	Moscas, abejas, libélulas, crustáceos	Vertebrados, pulpos, arañas saltadoras
Origen evolutivo	Muy primitivo	Presente en artrópodos	Evolución convergente en vertebrados y cefalópodos
Uso principal	Luz ambiental, orientación	Detección de movimiento, campo amplio	Visión precisa, caza, manipulación de entorno

# Espectros, Colores y otros

Nº		Longitud de onda (aprox.)	¿Visible para humanos?	Usado por...	Ejemplo de aplicación
1	<b>Ultravioleta (UV)</b>	10 – 400 nm	No	Abejas, mariposas, aves, camarones mantis	Polinización, detección de señales ocultas
2	<b>Visible (RGB)</b>	400 – 700 nm	Sí	Humanos, primates, cámaras digitales	Visión cotidiana, procesamiento de imágenes
3	<b>Infrarrojo cercano (NIR)</b>	700 – 1400 nm	No	Cámaras de seguridad, visión nocturna	Visión en oscuridad, sensores 3D
4	<b>Infrarrojo medio/lejos</b>	1400 – 15,000+ nm	No	Serpientes, cámaras térmicas	Detección de calor corporal, vigilancia
5	<b>Espectros múltiples (hiperespectrales)</b>	300 – 2500+ nm	No (más allá del RGB)	Satélites, drones agrícolas, diagnóstico	Agricultura, medicina, geología
6	<b>Polarización</b>	No es espectro, es orientación de ondas	Parcialmente (con filtros)	Camarón mantis, insectos acuáticos	Visión submarina, camuflaje, contraste
7	<b>Aberración cromática (óptica)</b>	Basada en enfoque diferencial por color	No directo	Pulpos, Calamares, Arañas saltarina	Detección de color sin conos múltiples

# Percepción de profundidad

Nº	Método de percepción	Tipo de pista	Usado por...	Precisión relativa	Observaciones clave
1	Estereopsis (visión binocular)	Geométrica	Humanos, primates, aves rapaces	★★★★	Muy precisa a corta distancia
2	Parallax de movimiento	Dinámica	Arañas saltadoras, camaleones	★★★	Requiere movimiento activo del observador
3	Tamaño relativo y perspectiva	Visual/geométrica	Casi todos los animales	★★	Basado en experiencia previa del tamaño
4	Oclusión	Visual	Humanos, vertebrados, cefalópodos	★★	No da distancia exacta, pero ordena objetos
5	Gradiente de textura/desenfoque	Óptica	Humanos, aves, algunos cefalópodos	★★	Utiliza densidad o nitidez de detalles
6	Aberración cromática	Óptica/espectral	Pulpos, sepias (posible)	★★	Detecta profundidad mediante el enfoque cromático
7	Tiempo de vuelo (ToF óptico)	Física (luz)	Tecnología (LiDAR, sensores RGB-D)	★★★★	Usa la velocidad de la luz para medir distancia
8	Eco-localización (ToF acústico)	Física (sonido)	🦇 Murciélagos, 🐬 delfines, 🦉 aves nocturnas	★★★★	Muy precisa, incluso en oscuridad o agua

# SENSOR DE ULTRASONIDO

- El **emisor** (transductor) genera un pulso ultrasónico.
- El pulso viaja por el aire hasta chocar con un objeto.
- El **eco reflejado** vuelve al receptor.
- El sensor mide el **tiempo de ida y vuelta (t)**.
- Se calcula la distancia con la fórmula:
- $Distancia = \frac{v \cdot t}{2}$
- Donde  $v$  es la velocidad del sonido (~343 m/s en aire).
- Resolución 1 cm aprox.

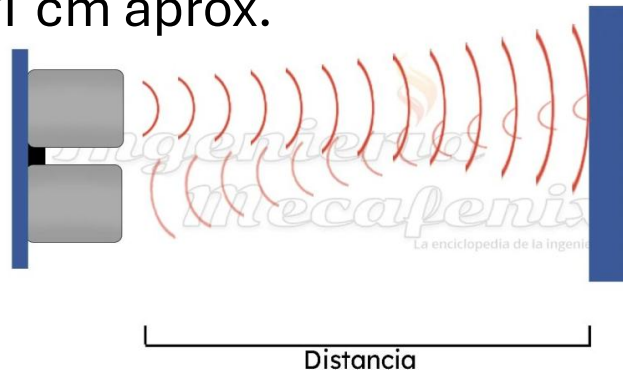


Imagen tomada de:  
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/ultrasonico/>

- Ventajas
  - Bajo costo
  - No depende de la luz (funciona en la oscuridad)
  - Fácil de implementar
- Limitaciones y defectos
  - No direccional: Las ondas se dispersan en un ángulo amplio (~30°), dificultando precisión.
  - Rebotes falsos: Superficies anguladas reflejan el eco en otra.
  - Interferencias: Otros sonidos o sensores ultrasónicos cercanos pueden generar errores.
  - Material absorbente: Telas, espumas o superficies irregulares absorben o difunden el sonido.
- Pregunta:
  - ¿Se puede mejorar utilizando interferometría?

# LÍDAR (*Light Detection and Ranging*)

- El sensor **emite un pulso láser** (infrarrojo o visible).
- La luz **rebota en el objeto**.
- El sistema mide el **tiempo de ida y vuelta** del pulso.

$$Distancia = \frac{c \cdot t}{2}$$

Donde  $c$  es la velocidad de la luz ( $\sim 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ).

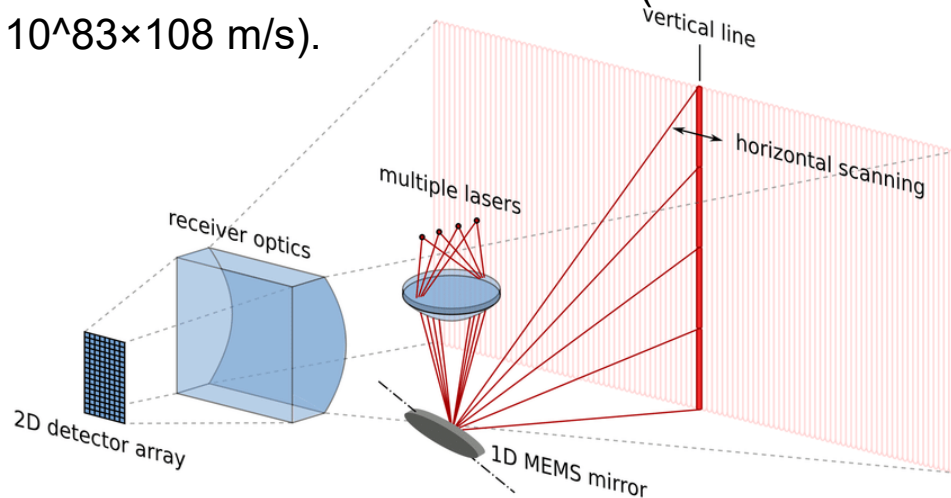
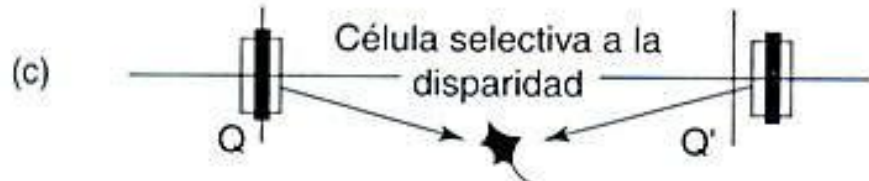
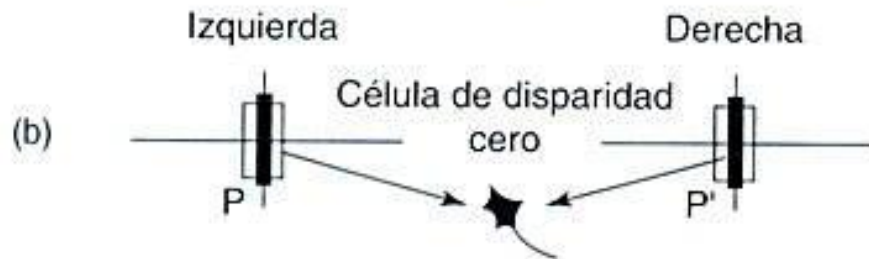
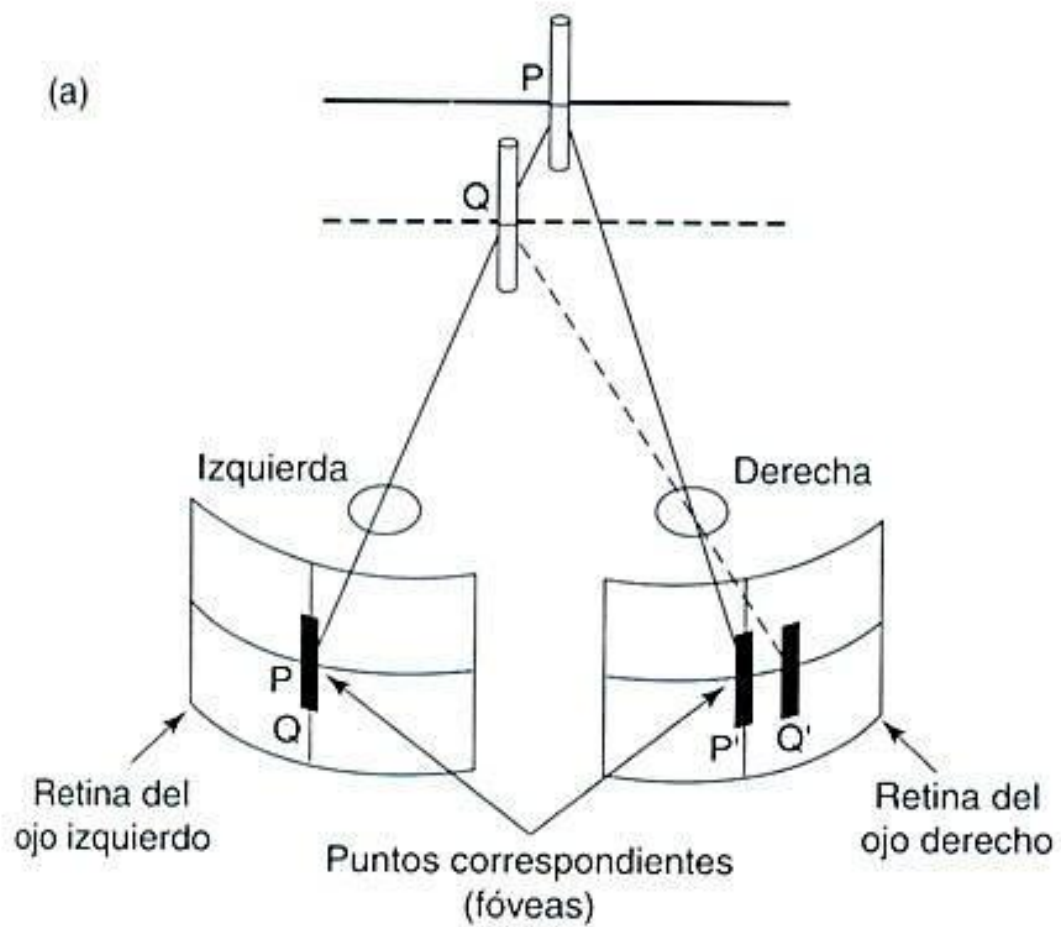


Imagen tomada de  
[https://www.researchgate.net/figure/D-micro-scanning-LiDAR-illuminating-the-scenery-with-a-vertical-laser-beam-line-and\\_fig1\\_331302767](https://www.researchgate.net/figure/D-micro-scanning-LiDAR-illuminating-the-scenery-with-a-vertical-laser-beam-line-and_fig1_331302767)

- Ventajas
  - Alta precisión (mm)
  - Mapea entornos en 2D o 3D
  - Funciona a largas distancias (decenas o cientos de metros)
  - Se puede montar en drones, autos, aviones, trípodes
  - Ángulo de apertura menor a  $1^\circ$
- Problemas
  - Sensibilidad a niebla, lluvia
  - Alto costo
  - Alto consumo
  - Superficies reflectantes u oscuras
- Preguntas
  - ¿Puede ser peligros mirar un LiDAR?
  - ¿Qué requisitos de velocidad de respuesta debe tener el circuito asociado?

# Estereopsis (visión binocular)



<https://areaoftalmologica.com/neurooftalmologia/vision-binocular/>