



UNIVERSIDAD
DE MURCIA

1. Identificación

1.1. De la asignatura

Curso Académico	2025/2026
Titulación	GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA
Nombre de la asignatura	NEUROFISIOLOGÍA DE LA VISIÓN
Código	1122
Curso	SEGUNDO
Carácter	OBLIGATORIA
Número de grupos	1
Créditos ECTS	6.0
Estimación del volumen de trabajo	150.0
Organización temporal	1º Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	Español

1.2. Del profesorado: Equipo docente

VIDAL SANZ, MANUEL ANTON

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos: **GRUPO 1**

Coordinador de la asignatura

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

OFTALMOLOGÍA

Departamento

OFTALMOLOGÍA, OPTOMETRÍA, OTORRINOLARINGOLOGÍA Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

manuel.vidal@um.es <http://www.um.es/dp-oftalmologia/> Tutoría electrónica: **Sí**

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Jueves	16:00-19:00	868884330, Edificio LAIB/DEPARTAMENTAL B2.5.021

Observaciones:
Edificio LAIB/Departamental, B2.5.021. Recomendable cita previa

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Miércoles	08:00-12:00	868884330, Edificio LAIB/DEPARTAMENTAL B2.5.021

Observaciones:
Edificio LAIB/Departamental, B2.5.021. Recomendable cita previa

AGUDO BARRIUSO, MARTA

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos:

Categoría

ASOCIADO A TIEMPO PARCIAL

Área

OFTALMOLOGÍA

Departamento

OFTALMOLOGÍA, OPTOMETRÍA, OTORRINOLARINGOLOGÍA Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

martabar@um.es Tutoría electrónica: No

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

AVILES TRIGUEROS, MARCELINO

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos:

Categoría

PROFESOR PERMANENTE LABORAL

Área

OFTALMOLOGÍA

Departamento

OFTALMOLOGÍA, OPTOMETRÍA, OTORRINOLARINGOLOGÍA Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

marcelin@um.es Tutoría electrónica: Sí

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Viernes	16:00-18:00	868887572, Edificio LAIB/DEPARTAMENTAL B2.5.024 (DESP. PROF. MARCELINO AVILES TRIGUEROS)

Observaciones:

Cita previa

Duración: A **Día:** Martes **Horario:** 11:30-13:00 **Lugar:** 868884501, Facultad de Optica y Optometría B1.2.018 (DESP. PROF.AVILÉS TRIGUEROS, OFTALMOLOGÍA)

Observaciones:

Cita previa

Duración: C2 **Día:** Lunes **Horario:** 11:30-13:00 **Lugar:** 868884501, Facultad de Optica y Optometría B1.2.018 (DESP. PROF.AVILÉS TRIGUEROS, OFTALMOLOGÍA)

Observaciones:

Cita previa

Duración: A **Día:** Miércoles **Horario:** 16:00-18:00 **Lugar:** 868887572, Edificio LAIB/DEPARTAMENTAL B2.5.024 (DESP. PROF. MARCELINO AVILES TRIGUEROS)

Observaciones:

Cita previa

2. Presentación

La asignatura de **Neurofisiología de la Visión** se puede considerar como una Fisiología Especial que trata del conocimiento de la función del ojo y del sistema visual, con especial interés en los fenómenos de integración de estas funciones. El objetivo general de la asignatura es el de contribuir al conocimiento de la estructura y funcionamiento del sistema visual humano, desde el nivel molecular hasta el nivel de integración de las sensaciones visuales. Para alcanzar las competencias correspondientes a esta materia se han establecido los siguientes objetivos:

- Adquirir la comprensión de los procesos neurofisiológicos analizando su significado biológico, descripción, mecanismo e integración a nivel molecular, celular, sistémico y en el organismo adulto
- Comprender el fundamento y aplicaciones de la metodología relacionada con la Neurofisiología, en especial la de aplicación en la profesión
- Poseer la terminología científica adecuada para su formación como graduado en Óptica y Optometría
- Conocer el funcionamiento del ojo humano y la vía visual, y deducir sus posibles alteraciones neurofisiológicas
- Conocer el fundamento neurofisiológico de las exploraciones oculares y del sistema visual no invasivas en el hombre
- Desarrollar la capacidad de discernir críticamente los conocimientos neurofisiológicos bien establecidos de aquellos que se encuentran en el campo de la hipótesis
- Desarrollar la capacidad para posteriormente comprender y razonar las modificaciones de los procesos neurofisiológicos en condiciones patológicas
- Desarrollar la capacidad para el uso de las fuentes informativas y para la valoración crítica de las mismas

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1. Incompatibilidades

No constan

3.2. Requisitos

No constan

3.3. Recomendaciones

Para cursar la asignatura de **Neurofisiología de la Visión** es recomendable y conveniente que el alumno tenga una serie de conocimientos esenciales previos sobre la estructura y organización del sistema visual y del funcionamiento del ojo como sistema óptico. Por tanto, sería recomendable para el alumno haber superado las siguientes asignaturas: **Anatomía Ocular y del Sistema Visual, Biología Celular e Histología, Bioquímica Ocular, Fundamentos de Física y Fisiología Ocular**, que se imparten en el primer curso del grado, con el fin de tener los conocimientos básicos necesarios para poder cursar esta asignatura.

4. Competencias

4.1. Competencias básicas

- CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

4.2. Competencias de la titulación

- CG1: Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2: Capacidad de organización y planificación.
- CG3: Capacidad para expresarse correctamente en español, de forma oral y escrita, en el ámbito de la Óptica y Optometría.
- CG4: Comprender y expresarse en un idioma extranjero en el ámbito de la Óptica y Optometría, particularmente el inglés.
- CG5: Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en el ámbito de la Optometría, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC.
- CG6: Capacidad para resolver problemas.
- CG7: Capacidad para tomar decisiones.
- CG8: Considerar la ética y la integridad intelectual como valores esenciales de la práctica profesional.
- CG9: Tener capacidad para trabajar en equipo y para relacionarse con otras personas del mismo o distinto ámbito profesional.
- CG11: Tener capacidad para trabajar en un contexto internacional.
- CG12: Tener capacidad de razonamiento crítico.
- CG13: Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación.

- CG14: Tener capacidad para el aprendizaje autónomo.
- CG15: Tener creatividad.
- CG16: Tener dotes de liderazgo.
- CG17: Poseer conocimientos de otras culturas y costumbres.
- CG18: Tener iniciativa y espíritu emprendedor.
- CG19: Tener motivación por la calidad.
- CG20: Tener capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG21: Ser capaz de proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.
- CE5: Reflexionar críticamente sobre cuestiones clínicas, científicas, éticas y sociales implicadas en el ejercicio profesional de la Óptica y Optometría.
- CE6: Emitir opiniones, informes y peritajes cuando sea necesario.
- CE7: Valorar e incorporar las mejoras tecnológicas necesarias para el correcto desarrollo de su actividad profesional.
- CE9: Planificar y ejecutar proyectos de investigación que contribuyan a la producción de conocimientos en el ámbito de la Óptica y la Optometría, transmitiendo el saber científico por los medios habituales.
- CE10: Ampliar y actualizar sus capacidades para el ejercicio profesional mediante la formación continuada.
- CE12: Situar la información nueva y la interpretación de la misma en su contexto.
- CE13: Demostrar que comprende la estructura general de la disciplina Optometría y su conexión con disciplinas específicas y otras complementarias.
- CE17: Demostrar capacidad para participar de forma efectiva en grupos de trabajo multidisciplinares en proyectos relacionados con la Optometría.

4.3. Competencias transversales y de materia

- C9 Determinar la función de los aparatos y sistemas del cuerpo humano
- C10 Conocer los principios y las bases de los procesos biológicos implicados en el funcionamiento normal del sistema visual
- C37 Conocer las propiedades y funciones de los distintos elementos que componen el sistema visual
- C38 Reconocer los distintos tipos de mecanismos y procesos fisiopatológicos que desencadenan las enfermedades oculares
- C58 Conocer los mecanismos sensoriales y oculomotores de la visión binocular
- C73 Conocer el funcionamiento de la retina como receptor de energía radiante
- C74 Conocer los modelos básicos de visión del color, forma y movimiento

5. Contenidos

5.1. Teoría

Bloque 1: Presentación de la asignatura. Introducción a la Neurofisiología de la visión.

Tema 1: Presentación de la asignatura. Introducción a la Neurofisiología de la visión

Bloque 2: Mecanismo retiniano y central de la visión. Percepción visual.

Tema 2: Neurotransmisión. I.

1. Señales eléctricas conducidas por las neuronas.

- Potenciales graduados.
- Potenciales de acción.

2. Potencial de membrana.

3. Mecanismos iónicos responsables de la génesis del impulso nervioso.

- Período refractario.

Tema 3: Neurotransmisión. II.

- 1. Propagación del impulso.
- 2. Mantenimiento del potencial de reposo de membrana.
- 3. Transmisión sináptica.
 - Transmisión eléctrica.
 - Transmisión química.
 - Convergencia, divergencia, integración.
- 4. Liberación de neurotransmisores químicos.

Tema 4: Fotoquímica de la visión. I. Transducción sensorial en fotorreceptores.

1. Introducción.

2. Estructura de los fotorreceptores.

3. Potencial de membrana de fotorreceptores.

- Génesis de corriente de oscuridad.
- Efecto de la iluminación.

4. Pigmentos visuales.

- Composición química.
- Tipos de pigmentos.

5. Decoloración de los pigmentos visuales.

- Reacciones químicas de la decoloración.

6. Fototransducción.

- Concepto.
- Mecanismo bioquímico.

- Proceso de amplificación.
- Fototransducción de los conos.

7. Ciclo visual.

- Concepto.
- Procesos celulares implicados.
- Ciclo bioquímico.
- Proteínas de unión que participan en el proceso.
- Metabolismo del 11-cis-retinal.

Tema 5: Fotoquímica de la visión. II. Epitelio pigmentario.

1. Funciones del epitelio pigmentario.

- El epitelio pigmentario sirve de filtro de elementos nutritivos.
- Fagocita las porciones más apicales de segmentos externos de fotorreceptores.
- Es esencial para la supervivencia de fotorreceptores y de coroides.
- Contiene melanina, impide la reflexión de la luz y aumenta la nitidez de la imagen.
- Almacena vitamina A, que forma el retinal de los pigmentos visuales.
- Proporciona apoyo metabólico y funcional, mediante el transporte activo de iones.
- La integridad del epitelio pigmentario es necesaria para la génesis de la onda C del ElectroRetinoGramma (ERG).
- Las células del epitelio pigmentario de la retina, en general no se dividen.

Tema 6: Fotoquímica de la visión. III.

1. Fotometría.

- Luz visible.
- Unidades de fotometría.
- Fenómeno de Purkinje.

2. Frecuencia crítica de fusión.

- Concepto.
- Ley de Ferry-Porter.
- ERG y parpadeo.
- Limitaciones e implicaciones de la Ley de F-P.
- Erg de los conos.
- En la FCF, ¿Dónde fracasa la vía visual?.

3. Sensibilidad de los fotorreceptores.

- Sensibilidad de los bastones.

- Incremento progresivo y saturación.
- Capacidad para actuar como contadores de fotones.
- Pérdida de sensibilidad de bastones.
- Sensibilidad de los conos.
- Fotocorriente menor.
- Velocidad de respuesta y recuperación mayor.

Tema 7: Agudeza visual. Adaptación visual. I.

1. Agudeza visual.

- Concepto.
- Exámenes habituales para medir el poder de resolución.
- Visión central y periférica.
- Factores fisiológicos que influyen en la agudeza visual.

2. Adaptación visual.

- Concepto.
- Visión escotópica y fotópica.
- Observaciones subjetivas.
- Visión escotópica.
- Visión fotópica.
- Fundamento anatómico.
- Observaciones psicofísicas.
- Incremento de la sensibilidad luminosa.
- Exploración de la adaptación visual gráfica.
- Relación Weber-Fechner.
- Perimetría clínica. Campo visual.

Tema 8: Adaptación visual. II.

1. Gráfico de adaptación a la oscuridad.

2. Mecanismos de adaptación visual.

- Mecanismos fotoquímicos y no fotoquímicos.

3. Adaptación a la luz.

- Mecanismos no fotoquímicos.
- Mecanismos de adaptación del fotorreceptor.
- Recuperación del potencial de membrana.
- Desplazamiento de la curva intensidad/respuesta.

- Saturación de los conos.

4. Adaptación a la oscuridad.

- Fase rápida Mecanismos neurales.
- Fase lenta Mecanismos fotoquímicos.

5. Mecanismos de adaptación neurales, sinapsis-dependientes.

- Mecanismos no dependientes de fotorreceptores.

6. Trastornos clínicos de la adaptación visual.

7. Resumen.

Tema 9: Fenómenos eléctricos de la retina. I. Electrorretinograma y respuestas gliales.

1. Concepto.

2. Componentes del electrorretinograma.

3. Origen celular de los diferentes componentes del ERG.

- Esquema básico de Granit.

4. Onda b y las células de Müller.

- Papel del K⁺ en la génesis de la onda b.

5. Complejo de la onda a.

- Componentes.

6. Potencial de receptor precoz.

- Origen de los fotovoltajes.

7. Onda c y el epitelio pigmentado.

- Mecanismo de génesis de la onda c.

8. Onda d.

9. Potenciales oscilatorios.

10. Resumen.

Tema 10: Fenómenos eléctricos de la retina. II. Contribución de conos y bastones al ERG. Potenciales corticales visuales evocados. Electro-oculograma

1. Introducción.

2. Contribución de conos y bastones al erg normal.

- Onda a.
- Fenómeno de Purkinje.
- Separación espectrofotométrica de componentes onda b del ERG.

3. Separación de los componentes de bastones y de conos.

- Adaptación a la luz y color del estímulo.
- Frecuencia del estímulo.
- ERG fotópicos o escotópicos.
- Factores a tener en cuenta en erg patológico.

4. ERG normal.

- Sumación de componentes conos y bastones en ERG.
- ERG de campo completo.
- Amplitud y concepto.
- Contribución de la vía de los conos ERG de los conos.
- Aspectos temporales del ERG.
- Tiempo implícito.
- Intensidad del estímulo.
- Adaptación de la retina.
- Técnica de registro del ERG en el ser humano.

5. ERG de campo completo en degeneraciones de la retina.

- Finalidad.
- Fundamento.
- Ejemplos concretos que permiten distinguir.
- Patologías localizadas de la retina de degeneraciones generalizadas.
- Retinosis pigmentarias sectoriales de RP generalizadas.
- Portadoras esenciales de RP ligadas al sexo.

6. Electrorretinogramas focales (foveales).

- Finalidad.
- Fundamento.
- Dificultades.
- Ejemplos concretos que permiten identificar.
- Cicatriz macular central de ambliopía.
- Degeneración hereditaria juvenil de la mácula.
- Electrorretinogramas multifocales.

7. El electrorretinograma modelo.

8. Potencial cortical visualmente evocado (PCVE).

9. Potencial de receptor precoz.
10. El electrooculograma.
11. Respuesta escotópica umbral (STR).
12. Utilidad clínica de los fenómenos eléctricos de la retina.

Tema 11: Estructura y función de la retina. I. Organización de la retina.

1. Introducción.

2. Ventajas técnicas de la retina para su estudio.

- Situación.
- Organización anatómica constante.
- Origen embriológico.
- Región ideal para estudios electrofisiológicos.
- Determinas especies proveen ventajas adicionales.
- Ciertas regiones tienen características especiales.
- Aplicación de trazadores y marcadores neuronales.

3. El globo ocular.

- Funciones generales.

4. Organización general de la retina.

- Capas de la retina.
- Situación de neuronas y procesos en diferentes capas.
- Funciones generales de la retina.
- Ventajas de la ubicación externa de los FRS en la retina.

5. Clasificación de neuronas retinianas.

- Tipos generales de neuronas.
- Tipos Golgi e inmunocitoquímicos.
- Estratificación de la plexiforme interna.
- Zonas on y zonas off.
- Variaciones regionales del tamaño celular.

6. Especializaciones regionales estructurales de la retina.

- Área central de la retina.
- Fóvea.
- Perifóvea y parafóvea.
- Región periférica
- Agujero ciego.

- Mácula lútea.
- Función de pigmentos de la mácula.
- Desplazamiento radial en la fóvea.

Tema 12: Estructura y función de la retina. II. Sinaptología de la retina.

1. Conexiones sinápticas en la retina: introducción.

2. Tipos de contactos sinápticos.

3. Sinapsis químicas.

- Sinapsis convencionales.
- Sinapsis en cinta o lamela.
- Uniones basales.

4. Sinapsis eléctricas.

- Uniones de hendidura.

5. Organización sináptica.

6. Plexiforme externa.

- Fotorreceptores.
- Tipos de sinapsis.
- Sinapsis de los conos.
- Sinapsis en lamela, invaginante (triada).
- Uniones planas.
- Sinapsis de los bastones.
- Significado funcional.
- Sinapsis inter-fotorreceptores.
- Células horizontales.
- Células interplexiformes.

7. Plexiforme interna.

- Bipolares.
- Amacrinas.
- Fibras centrífugas.

8. Aspectos comparativos de la organización sináptica.

9. Esquema de organización sináptica de la retina.

- Plexiforme externa.
- Plexiforme interna.

10. Variaciones regionales de la organización sináptica de la retina.

- Fóvea.
- Convergencia.
- Caminos simplificados del proceso de la información.
- Variaciones regionales.

Tema 13: Estructura y función de la retina. III. Tipos neuronales de la retina.

1. Células fotorreceptoras.

- A. Tipos generales.
- B. Diferencias entre fotorreceptores.
- C. Visión mono, di- y tricromática.

2. Células horizontales.

- A. Células horizontales HI.
- Árbol axonal telodendrítico.
- Árbol dendrítico, acoplamiento.
- B. Células horizontales HII.
- Árbol dendrítico, acoplamientos.
- C. Funciones.
- D. Células horizontales humanas Tipos y funciones.

3. Células bipolares de cono.

- A. Introducción (bipolares de bastón y de cono).
- B. Tipos, diferencias, tipos de contactos.
- C. Bipolares de cono enanas.
- Bipolares de cono enanas L y M.
- D Bipolar de cono-s ON.
- E Bipolares de cono difusas.
- F Bipolares de cono gigantes.

4. Células amacrinas.

- Funciones.

5. Células interplexiformes.

6. Células ganglionares de la retina.

- A. Tipos principales.
- B. Células ganglionares enanas.

- C. Células ganglionares parasol.
- D. Células ganglionares pequeñas biestratificadas.
- E. Células ganglionares bplexiformes.

Tema 14: Proceso información visual en la retina. I. Células ganglionales de la retina. Fotorreceptores.

1. Células ganglionares de la retina.

- El campo receptor de las CGR.
- Actividad espontánea.
- Respuesta de centro-ON.
- Zonas concéntricas del campo receptor.
- Respuesta optimizada.
- Antagonismo.
- Respuesta de centro-OFF.
- Zonas concéntricas.
- Respuesta optimizada.
- Antagonismo.
- Células ganglionares on-off (selectivas a la dirección).
- Clasificación de campos receptores de las CGR.
- Clasificación funcional de CGR de primates y monos.
- Concepto de campo receptor.
- Definición estricta.
- Inclusión de la subestructura.
- Utilidad de su representación: predicción de la respuesta.
- Solapamiento de campos receptores.
- Dimensión de los campos receptores.
- Importancia de la subestructura.
- Medidas del campo receptor.
- Variaciones regionales.
- Relación con la agudeza visual.

2. Fotorreceptores.

- Respuestas a la estimulación de receptores sensoriales.
- Corriente de oscuridad.
- Neurotransmisión en oscuridad y luz.

Tema 15: Proceso información visual en la retina. II. Células bipolares. Horizontales. Amacrinas. Correlaciones perceptuales.

1. Células bipolares.

- Tipos de campos receptores (ON-OFF).
- Potenciales de células bipolares.
- Procedencia del centro del campo receptor.
- Tipos de sinapsis fotorreceptor-bipolares.
- Deducción intuitiva.
- Explicación científica.
- Procedencia de la perifería del campo receptor.

2. Células horizontales.

- Sinapsis fotorreceptor-horizontal.
- Respuestas eléctricas a la estimulación.
- Origen del campo receptor.
- Tipos de sinapsis.
- Origen de la perifería del campo receptor de bipolares.
- Resumen.
- Corolario.

3. Células Amacrinas.

4. Conexiones entre bipolares y CGR.

- Tipos de sinapsis.
- Correlaciones morfológicas.
- Sinapsis en el camino directo ON y OFF.
- Conexiones bastones a células ganglionares de la retina.

5. Correlaciones perceptuales con campos ON-OFF.

6. Significado del centro perifería del campo receptor.

7. Independencia de intensidad luminosa proyectada en retina.

8. Función independiente de intensidad luminosa ambiental.

9. Resumen.

Tema 16: Proceso información visual en la retina. III. Vía de los conos y de los bastones

1. Células fotorreceptoras.

- Lluvia de los fotones a los conos.
- Vemos una estrella cuando sus fotones activan nuestras neuronas.
- Cuerpos calientes emiten fotones en un amplio rango de frecuencias.
- Algunos fotones se pierden al atravesar la atmósfera.
- No todos los fotones emitidos están dentro del rango de frecuencias visibles.
- Algunos fotones se pierden al pasar a través del ojo.

- Los fotones llegan uno a uno.
- El cristalino y el pigmento macular también absorben fotones.
- La imagen de un punto de luz se dispersa sobre muchos conos.
- La imagen de un punto de luz caracteriza las propiedades ópticas del ojo.
- El máximo de la imagen se aproxima al tamaño de un único cono.
- La captura por los conos de los fotones depende de su dirección y frecuencia.
- Un fotón absorbido debe activar una molécula de pigmento visual.
- El principio de univarianza.

Tema 17: Proceso información visual en la retina. IV. Vía de los conos y de los bastones.

1. Vía de los conos.

- La captura de un fotón origina un cambio en la liberación de neurotransmisor.
- Caminos de los conos a las células ganglionares (vías).
- Cada cono contacta varios cientos de procesos de células bipolares y horizontales.
- Las células horizontales antagonizan los conos.
- La respuesta de una célula bipolar depende del tipo de contactos que efectúa.
- Las células bipolares son presinápticas a las células amacrinas y ganglionares.
- Las células amacrinas proveen retroalimentación y por tanto complejidad.
- Las dendritas de las células ganglionares son siempre postsinápticas.
- Vemos una estrella cuando sus fotones activan nuestras neuronas.
- Hay dos caminos retinianos por los que vemos la estrella polar cuando dirigimos nuestra mirada hacia ella.
- Los mensajes neurales dependen del incremento en la frecuencia de disparo.
- Cada tipo de parasol embalsoma la retina.
- Vemos la estrella polar por los mensajes conducidos por conjuntos de células parasol.
- Los axones de las células parasol van a la porción magnocelular del geniculado dorso-lateral.

2. Vía de los bastones.

- Introducción.
- Fuera de la fóvea la retina está dominada por los bastones.
- Los bastones contactan un único tipo de célula bipolar.
- Los axones de las células bipolares de bastón establecen contactos sinápticos en la porción más interna de la capa sináptica interna (plexiforme interna).
- Todas las células amacrinas conducen señales de los bastones a las células bipolares de cono.
- Observando la estrella polar con la vía de los bastones.

Tema 18: Proceso información visual en la retina. V. Vía de los conos y de los bastones.

1. Noche y día.

- Los bastones señalan con fiabilidad la captura de simples fotones.
- La ventaja de tener una respuesta fiable a un simple fotón es enorme.
- Las luces muy tenues son ruidosas.
- Los bastones son ruidosos.
- Los bastones se saturan.
- Los bastones responden sobre un rango dinámico limitado.
- Las bipolares de bastón reciben una señal comprimida de los bastones.
- Los conos están adaptados para la luz diurna.
- Los conos pueden responder con fiabilidad a un simple fotón pero son más ruidosos que los bastones.
- Los conos no se saturan en la luz diurna continua.

2. Porqué tenemos bastones y conos.

Tema 19: Cuerpo geniculado lateral

1. Representación topográfica.

- Vía retino-genículo-cortical.
- Organización topográfica.

2. Izquierdo y derecho en la vía visual.

- Campos visuales.
- División de la retina en cuadrantes.
- Campo visual: hemicampos derecho e izquierdo.
- Zonas binocular y monocular del campo visual.
- Punto ciego.
- Campo visual y campo receptor.
- Inversión del campo visual en la retina.
- Proyección de hemirretinas izquierdas y derechas.
- Proyección sensorial a hemisferios cerebrales.
- Significado de proyecciones cruzadas.

3. Organización estructural del geniculado lateral

- Introducción
- Aferencias y eferencias
- Laminación
- El nGDL está compuesto de 12 subcapas
- Células ganglionares que proyectan al nGDL
- Segregación
- Topografía de ambos ejes
- Factores que modifican esta topografía

- Subdivisión funcional del geniculado

4. Respuestas de las células del cuerpo geniculado lateral

Tema 20: Otras regiones retinorecipientes.

1. Otras regiones retino-recipientes.

2. Núcleo supraquiasmático.

3. Sistema óptico accesorio.

4. Colículo superior.

5. Pretectum.

6. Pregeniculado.

Tema 21: Corteza visual primaria. I. Respuestas celulares.

1. Problemas generales y cuestiones numéricas.

2. Estructura general de la corteza.

3. Representación topográfica del campo visual.

4. Respuestas de las células en la corteza visual.

- Historia.

5. Campos receptores de neuronas corticales (ideas generales).

6. Células de simetría circular.

7. Células simples.

- Localización.
- Características.
- Definición del campo receptor con puntos ON-OFF.
- Variedad de la geometría de zonas antagonísticas.
- Sumación espacial del estímulo.
- Exigencia de orientación y posición precisas en el campo receptor.
- Ausencia de respuestas a la luz difusa.
- Inhibición final.
- Respuestas off modulan actividad celular.
- Respuestas al movimiento.
- Propiedades comunes de una célula simple.
- Tipos de células simples.
- Diversos tipos geográficos de áreas ON-OFF.
- Sensibles al movimiento.
- Células de inhibición final.

- Campos receptores de células simples.
- Diferencias regionales según topografía.
- Campos foveales de un $\frac{1}{4}$ por $\frac{1}{4}$ de grado.
- Resolución no se pierde se transforma en patrón complejo.

8. Células complejas.

- Características.
- Propiedades comunes y diferentes con células simples.
- (orientación, iluminación difusa, posición, áreas antagonistas).
- Selectividad de orientación.
- Ausencia de áreas antagonistas.
- Respuestas al movimiento.
- Respuestas a estímulos estacionarios.
- Adaptación de la respuesta a estímulos estacionarios.
- Tipos de células complejas.
- Célula compleja estándar.
- Célula de inhibición final.
- Células complejas especiales.
- Células sensibles a la dirección.
- Campos receptores.
- Diferencias regionales según su representación topográfica.
- Campos foveales de $\frac{1}{2}$ por $\frac{1}{2}$ grado.
- La resolución no se pierde.
- ¿Cuál es el estímulo óptimo para células complejas?.

Tema 22: Corteza visual primaria. II. Síntesis de campos receptores binocularidad y percepción visual.

1. Síntesis de campos receptores.

- Consideraciones generales.
- Célula simple.
- Campo receptor de barra luminosa.
- Campo receptor de un borde.
- Célula compleja.
- Célula sensible a la direccionalidad.
- Célula de inhibición final.
- Principios generales de ordenación jerárquica.

2. Binocularidad.

- Células mono- y binoculares.
- Campos receptores: características.
- Comparación de respuestas a ambos ojos.
- Histograma de dominancia ocular.
- Respuesta a la estimulación binocular.
- Características generales de la respuesta.

3. Percepción visual.

- Significado de células sensibles al movimiento.
- ¿Cómo vemos?.
- Sacadas.
- Nistagmus.
- Microsacadas.
- Campos receptores: unidades para percepción de formas.
- Resumen de características campos receptores sistema visual.
- Señales generadas por un cuadro de luz en la retina.
- Implicaciones de una célula simple para la percepción.

Tema 23: Arquitectura funcional de la corteza visual. I.

1. Anatomía de la corteza visual primaria.

- Ideas generales.
- Localización.
- Nomenclatura.
- Extensión.
- Otras áreas corticales.
- Representación topográfica.
- Corte transversal.
- Láminas de la corteza visual.
- Aferencias.
- Eferencias.

2. Arquitectura funcional corteza cerebral.

- Introducción.
- Exploración de la corteza visual.
- Microelectrodos.
- Lesiones electrolíticas.
- Variaciones en complejidad.

Tema 24: Arquitectura funcional de la corteza visual. II.

1. Columnas de dominancia ocular.

- Registro vertical de la corteza.
- Registro tangencial de la corteza.
- Monocularidad de capa IV. Aferencias geniculado.
- Transporte axonal.
- Emborronamiento monocularidad.
- Distribución topológica.
- Transporte de aminoácidos.
- Transporte 2-deoxiglucosa.
- Propósito columnas dominancia ocular.

2. Columnas de orientación.

- Observaciones originales.
- Registro vertical de la corteza.
- Registro tangencial de la corteza.
- Descripción hallazgos experimentales.
- Cambios en la dirección de rotación Fracturas.
- Observación anatómica de columnas orientación.
- Mapeo con 2-deoxiglucosa.
- Relación de franjas de orientación y dominancia ocular.

3. Mapas de la corteza.

Tema 25: Módulos y magnificación.

1. Uniformidad de la corteza.

- Métodos clásicos.
- Métodos modernos.

2. No uniformidad de la corteza.

- Campos receptores.
- Magnificación.

3. Dispersión y desplazamiento de campos receptores periféricos.

- Penetración perpendicular del electrodo.
- Situación similar.
- Solapamiento.
- Tamaño.

- Campo receptor agregado.
- Variaciones laminares del campo agregado.
- Penetración horizontal del electrodo.
- Desplazamiento.
- Cantidad del desplazamiento.

4. Unidades de función en la corteza.

- Módulos o hipercolumnas.
- Diferencias regionales de los módulos.

5. Deformación de la corteza.

- Representación tridimensional del campo visual.

Tema 26: Estereopsis y cuerpo calloso.

1. El cuerpo calloso.

- Experimentos iniciales de Myers.
- Estudios de la fisiología del cuerpo calloso.
- Sección del quiasma óptico y registro cortical.
- Registro de fibras visuales en el calloso.
- Sección del quiasma óptico y registro cortical.

2. Estereopsis.

- Percepción monocular de la profundidad.
- Claves de profundidad que no implican disparidad binocular.
- - Tamaño aparente- Interposición- Perspectiva aérea- Sombreado.
- - Perspectiva geométrica- Velocidad relativa- paralaje.
- Percepción binocular de la profundidad.
- Visión binocular.
- Correspondencia binocular.
- Disparidad binocular.
- Horóptero.
- Principio de la estereopsis.
- Fundamentos: nuestra capacidad para ver en profundidad.
- Fisiología de la estereopsis.
- Célula binocular típica.
- Células afinadas para la disparidad.
- Tipos.

- Características.
- Rivalidad o competitividad retiniana.
- Esteroceguera.
- Defecto producido por lesión del calloso.
- Defecto producido por lesión del quiasma óptico.

Tema 27: Desarrollo y privación del sistema visual. I.

1. Introducción.

- Ambliopía.
- Antecedentes psicofísicos y clínicos.

2. Privación monocular.

- ¿Influencia el entorno el desarrollo del sistema visual?.
- Experimento de privación monocular.
- Resultado función cortical.

3. Origen de la anomalía en la vía visual.

- Registros electrofisiológicos de CGR y geniculado.
- Resultados.
- Estudios anatómicos de la vía visual Tinción de Nissl.

4. La anomalía depende de la privación de la luz o de las formas.

- Privación de formas y no de luz.
- Registro electrofisiológico de la función cortical.

5. Visión del ojo privado.

- Resultados.

6. Período crítico.

- Influencia de la edad de comienzo.
- Susceptibilidad de la privación.
- Influencia de la duración de la privación.

7. Recuperación de visión y función cortical.

- Apertura ocular simple.
- Oclusión invertida.
- Importancia del período crítico.
- Ausencia de paralelismo entre visión y función cortical.

8. Naturaleza del déficit funcional cortical.

- Privación de una experiencia que se precisa para la formación de conexiones.
- Destrucción de conexiones ya establecidas previamente.
- Estudios de función cortical en monos recién nacidos.

9. Causa del deterioro de conexiones corticales.

- Presunción de falta de uso.
- Experimentos de privación binocular.
- Resultados.
- Conclusiones.
- Hipótesis de competición ocular.

Tema 28: Desarrollo y privación del sistema visual. II.

1. Estrabismo

- Causas.
- Tipos.
- Congénito.
- Refractivo.
- Idiopático. Otros.
- Consecuencias.
- Doble visión.
- Alternancia.
- Supresión.
- Estrabismo experimental.
- Experimentos de sección muscular.
- Resultados.
- Estudio de función cortical.
- Ausencia de células binoculares.
- Dominancia ocular exagerada.
- Causa de la alteración de función cortical en estrabismo.
- Alteración de la relación del estímulo a los dos ojos.
- Características de excitación de células binoculares.
- Resultado de distorsionar relaciones temporales de estímulos de ambos ojos.
- Modelo sináptico de Hebb.

2. Consecuencias anatómicas de la privación.

- Registros electrofisiológicos a través de lamina 4C.

- Identificación de columnas de dominancia con trazadores.

3. Desarrollo de las columnas de dominancia ocular.

- Estudios funcionales Registros corticales lámina 4C.
- Estudios anatómicos con trazadores neuronales.

4. Otros estudios de plasticidad neural.

- Privación de orientaciones.
- Preservación de orientación vertical.
- Preservación monocular de orientación horizontal o vertical.
- Privación del movimiento.
- Privación de una dirección del movimiento.
- Finalidad de la plasticidad neural.

5. Papel de los patrones de actividad en el desarrollo neural.

6. Implicaciones de los resultados de la privación.

Tema 29: Estrabismo. Alteraciones fisiológicas. Ambliopía. Concepto y tipos.

Tema 30: Visión del color. I.

Tema 31: Visión del color. II.

Tema 32: Visión del color. III.

Tema 33: Presente y futuro.

Bloque 3: Seminarios de repaso, ampliación y evaluación de conocimientos.

Tema 34: Sesión 1.

Tema 35: Sesión 2.

Tema 36: Sesión 3.

Tema 37: Sesión 4.

Bloque 4: Tutorías

Tema 38: Tutoría presencial en grupo.

5.2. Prácticas

- **Práctica 1: 1. Simulación del funcionamiento del Sistema Nervioso: Neurofisiología del impulso nervioso.**

1.1. Introducción.

1.2. Obteniendo un impulso nervioso.

1.2.1. Estimulación eléctrica.

1.2.2. Estimulación mecánica.

1.2.3. Estimulación térmica.

1.2.4. Estimulación química.

1.3. Inhibición del impulso nervioso.

1.3.1. Efecto de los anestésicos (éter).

1.3.2. Efecto de las neurotoxinas.

1.3.3. Efecto de los agentes bloqueadores de los canales iónicos (lidocaína).

1.4. Velocidad de conducción nerviosa.

1.4.1. Medición de la velocidad de conducción nerviosa.

Relacionado con:

- Tema 2: Neurotransmisión. I.
- Tema 3: Neurotransmisión. II.
- Tema 4: Fotoquímica de la visión. I. Transducción sensorial en fotorreceptores.
- Tema 5: Fotoquímica de la visión. II. Epitelio pigmentario.
- Tema 6: Fotoquímica de la visión. III.

■ **Práctica 2: 2. Exploración del campo visual.**

2.1. Introducción.

2.1. Alteraciones del campo visual.

2.1.1. Escotomas.

2.1.2. Cuadrantanopsia.

2.2.3. Hemianopsia.

2.2. Técnicas de exploración del campo visual.

Relacionado con:

- Tema 14: Proceso información visual en la retina. I. Células ganglionales de la retina. Fotorreceptores.
- Tema 16: Proceso información visual en la retina. III. Vía de los conos y de los bastones
- Tema 17: Proceso información visual en la retina. IV. Vía de los conos y de los bastones.
- Tema 18: Proceso información visual en la retina. V. Vía de los conos y de los bastones.
- Tema 19: Cuerpo geniculado lateral
- Tema 20: Otras regiones retinorecipientes.
- Tema 21: Corteza visual primaria. I. Respuestas celulares.
- Tema 22: Corteza visual primaria. II. Síntesis de campos receptores binocularidad y percepción visual.
- Tema 23: Arquitectura funcional de la corteza visual. I.
- Tema 24: Arquitectura funcional de la corteza visual. II.
- Tema 26: Estereopsis y cuerpo calloso.

- Tema 27: Desarrollo y privación del sistema visual. I.
- Tema 28: Desarrollo y privación del sistema visual. II.
- Tema 29: Estrabismo. Alteraciones fisiológicas. Ambliopía. Concepto y tipos.

■ **Práctica 3: 3. Estudio del color**

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Clasificación de los defectos de la visión cromática.
- 3.3. Alteraciones congénitas de la visión cromática.
- 3.3. Alteraciones adquiridas de la visión cromática.
- 3.4. Pruebas de detección o screening de la visión del color.
 - 3.4.1. Láminas pseudoisocromáticas.
 - 3.4.2. Pruebas de discriminación cromática.

Relacionado con:

- Tema 30: Visión del color. I.
- Tema 31: Visión del color. II.
- Tema 32: Visión del color. III.

■ **Práctica 4: 4. Pruebas funcionales para el estudio de la función visual: Electrorretinografía.**

- 4.1 Introducción. Fundamento teórico.
- 4.2. Anatomía y fisiología de la retina.
- 4.3. Electrorretinograma (ERG).
- 4.4. Origen de las ondas.
- 4.5. Elementos retinianos que interviene en el ERG.
- 4.6. Medidas y valores de los componentes de un ERG.
- 4.7. Factores que pueden modificar la morfología de un ERG.
- 4.8. Morfología.
- 4.9. Funcionalidad de los fotorreceptores.
- 4.10. Dualidad retiniana.
- 4.11. Aplicaciones en clínica.

Relacionado con:

- Tema 4: Fotoquímica de la visión. I. Transducción sensorial en fotorreceptores.
- Tema 5: Fotoquímica de la visión. II. Epitelio pigmentario.
- Tema 6: Fotoquímica de la visión. III.

- Tema 9: Fenómenos eléctricos de la retina. I. Electrorretinograma y respuestas gliales.
- Tema 10: Fenómenos eléctricos de la retina. II. Contribución de conos y bastones al ERG. Potenciales corticales visuales evocados. Electro-oculograma
- Tema 11: Estructura y función de la retina. I. Organización de la retina.
- Tema 12: Estructura y función de la retina. II. Sinaptología de la retina.
- Tema 13: Estructura y función de la retina. III. Tipos neuronales de la retina.

■ **Práctica 5: 5. Técnicas básicas de investigación en sistema visual.**

5.1 Introducción.

5.2. El sistema visual como modelo de estudio del Sistema Nervioso Central.

5.3. Respuesta neuronal a la lesión en el Sistema Nervioso Central.

5.4. El sistema visual como modelo de estudio del comportamiento de las células nerviosas frente a diferentes tipos de lesión.

5.5. Métodos de inducción de lesión retiniana.

5.6. Capacidad de regeneración axonal tras la lesión neuronal en el SNC adulto.

5.7. Neuroprotección.

Relacionado con:

- Bloque 1: Presentación de la asignatura. Introducción a la Neurofisiología de la visión.
- Tema 1: Presentación de la asignatura. Introducción a la Neurofisiología de la visión
- Bloque 2: Mecanismo retiniano y central de la visión. Percepción visual.
- Tema 2: Neurotransmisión. I.
- Tema 3: Neurotransmisión. II.
- Tema 4: Fotoquímica de la visión. I. Transducción sensorial en fotorreceptores.
- Tema 5: Fotoquímica de la visión. II. Epitelio pigmentario.
- Tema 6: Fotoquímica de la visión. III.
- Tema 7: Agudeza visual. Adaptación visual. I.
- Tema 8: Adaptación visual. II.
- Tema 9: Fenómenos eléctricos de la retina. I. Electrorretinograma y respuestas gliales.
- Tema 10: Fenómenos eléctricos de la retina. II. Contribución de conos y bastones al ERG. Potenciales corticales visuales evocados. Electro-oculograma
- Tema 11: Estructura y función de la retina. I. Organización de la retina.
- Tema 12: Estructura y función de la retina. II. Sinaptología de la retina.
- Tema 13: Estructura y función de la retina. III. Tipos neuronales de la retina.
- Tema 14: Proceso información visual en la retina. I. Células ganglionales de la retina. Fotorreceptores.
- Tema 15: Proceso información visual en la retina. II. Células bipolares. Horizontales. Amacrinas. Correlaciones perceptuales.
- Tema 16: Proceso información visual en la retina. III. Vía de los conos y de los bastones

- Tema 17: Proceso información visual en la retina. IV. Vía de los conos y de los bastones.
- Tema 18: Proceso información visual en la retina. V. Vía de los conos y de los bastones.
- Tema 19: Cuerpo geniculado lateral
- Tema 20: Otras regiones retinorecipientes.
- Tema 21: Corteza visual primaria. I. Respuestas celulares.
- Tema 22: Corteza visual primaria. II. Síntesis de campos receptores binocularidad y percepción visual.
- Tema 23: Arquitectura funcional de la corteza visual. I.
- Tema 24: Arquitectura funcional de la corteza visual. II.
- Tema 25: Módulos y magnificación.
- Tema 26: Estereopsis y cuerpo calloso.
- Tema 27: Desarrollo y privación del sistema visual. I.
- Tema 28: Desarrollo y privación del sistema visual. II.
- Tema 29: Estrabismo. Alteraciones fisiológicas. Ambliopía. Concepto y tipos.
- Tema 30: Visión del color. I.
- Tema 31: Visión del color. II.
- Tema 32: Visión del color. III.
- Tema 33: Presente y futuro.

6. Actividades Formativas

Actividad Formativa	Metodología	Horas	Presencialidad
A10: Trabajo Autónomo	■ Preparación de exámenes y presentación a exámenes. ■ Consulta de bases de datos y otros recursos on-line (incluida Aula Virtual). ■ Preparación y resolución de casos prácticos, problemas, etc. ■ Elaboración de trabajos individuales o en colaboración con compañeros.	90.0	0.0
AF1: Exposición teórica/Lección magistral (aula/aula virtual)	■ Exposición de contenidos teóricos al grupo completo, empleando sistemas de proyección y/o pizarra, o recursos del aula virtual, facilitando la participación de los estudiantes. ■ Actividades de tipo práctico en aula/aula virtual en grupo total o grupos reducidos (supervisadas por el	39.0	100.0

	profesor): resolución de problemas, presentación-resolución de casos prácticos, presentación-resolución de casos clínicos, aprendizaje basado en problemas, exposición de trabajos.		
AF2: Tutoría ECTS/Trabajos académicamente dirigidos	■ Tutorías en grupos reducidos, con el fin de tutelar un trabajo académicamente dirigido, así como para la orientación, revisión y apoyo en la asignatura. ■ Tutorías individualizadas, en despacho o a través de Aula virtual, para resolver dudas sobre la asignatura, orientar al estudiante en la adquisición de competencias, resolver dudas sobre trabajos prácticos.	3.0	100.0
AF3: Resolución de problemas / Seminarios / Aprendizaje basado en problemas / Estudio de Casos Clínicos/ Exposición y discusión de trabajos / Simulaciones / Exámenes.	■ Actividades prácticas con ordenador, que se realizarán en aulas de informática, o a distancia, en grupos reducidos o de manera individual, para el uso y manejo de las TIC y para el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura. ■ Actividades de tipo práctico en aula/aula virtual en grupo total o grupos reducidos (supervisadas por el profesor): resolución de problemas, presentación resolución de casos prácticos, presentación resolución de casos clínicos, aprendizaje basado en problemas, exposición de trabajos.	8.0	100.0
AF4: Prácticas de laboratorio / Prácticas con ordenadores / Prácticas en aula informática / Prácticas pre-clínicas / Seminarios especializados / Prácticas de campo	■ Prácticas de laboratorio en laboratorio específico con materiales (especificar materiales concretos de la materia/asignatura) en grupos reducidos bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. ■ Actividades prácticas con ordenador, que se realizarán en aulas de informática, o a distancia, en grupos reducidos o de manera individual, para el uso y manejo de las TIC y para el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura.	10.0	100.0
AF5: Prácticas clínicas (con pacientes)		0.0	100.0
Totales		150.00	

7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/optica/2025-26#horarios>

8. Sistemas de Evaluación

Identificador	Denominación del instrumento de evaluación	Criterios de Valoración	Ponderación
E01	Examen escrito (contenidos teóricos y/o prácticos)	■ Dominio de la materia. ■ Precisión en las respuestas. ■ Claridad expositiva. ■ Estructuración de ideas. ■ Espíritu crítico en la presentación de contenidos. ■ Planificación y organización del tiempo.	80.0
E03	Ejecución de tareas prácticas (habilidades desarrolladas durante las prácticas)	■ Dominio de la materia. ■ Actitud proactiva y participativa en las sesiones prácticas de laboratorio. ■ Dominio de la materia. ■ Capacidad de comprensión de los contenidos de las prácticas. ■ Capacidad para relacionar los contenidos de prácticas con la teoría.	5.0
E04	Valoración de trabajos académicamente dirigidos	■ Dominio de la materia. ■ Inclusión de todos los puntos acordados. ■ Dominio y precisión para su formulación. ■ Coherencia entre los elementos. ■ Capacidad de análisis y síntesis. ■ Incorporación de bibliografía. ■ Autoevaluación y evaluación recíproca.	5.0
E05	Evaluación continua: seguimiento del trabajo del estudiante en la materia/asignatura (interés, participación en diversas actividades de la asignatura, relaciones con compañeros, actitud con pacientes, etc.)	■ Dominio de la materia ■ Presencia activa y participativa en clases teóricas, prácticas, seminarios y sesiones de tutoría	5.0

- Seguimiento del trabajo del estudiante en la materia/asignatura (interés, participación en diversas actividades de la asignatura, relaciones con compañeros, etc)

E07	Valoración del cuaderno de prácticas/memoria de prácticas/fichas pacientes prácticas	■ Dominio de la materia. ■ Presentación de las actividades realizadas en clase. ■ Inclusión y valoración de todas las actividades. ■ Corrección en su realización. ■ Claridad expositiva. ■ Estructuración y sistematización. ■ Originalidad y creatividad. ■ Capacidad crítica y autocrítica. ■ Capacidad de análisis y síntesis. ■ Incorporación de bibliografía.	5.0
-----	--	--	-----

9. Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/optica/2025-26#exámenes>

10. Resultados del Aprendizaje

- Neurotransmisión.
- Fotoquímica de la visión.
- Aspectos fisiológicos de la agudeza visual.
- Fenómenos eléctricos de la retina: electrorretinograma, potenciales corticales visuales evocados y electro-oculograma.
- Estructura de la Retina: organización de la retina, sinaptología y tipos celulares.
- Procesado de la información visual en la retina.
- Cuerpo geniculado lateral y otras regiones retino-recipientes.
- Corteza visual primaria: binocularidad y percepción visual.
- Arquitectura Funcional de la corteza visual.
- Estereopsis y cuerpo calloso.
- Desarrollo y privación del sistema visual: bases neurofisiológicas del estrabismo y de la ambliopía.
- Visión del color.

11. Bibliografía

Grupo: GRUPO 1

Bibliografía básica

- [Ojo, cerebro y visión. 2ª ed. 2000](#)
- [The first steps in seeing. 1998](#)
- [The retina: an approachable part of the brain. Dowling, John E. Editorial: Cambridge \(Massachusetts\): Belknap Press of Harvard University Press. 2012.](#)
- [Webvision](#)
- [Webvision \(versión reducida en español\)](#)

Bibliografía complementaria

- [Adler fisiología del ojo: aplicación clínica](#)
- [Bioquímica de la visión. 1996](#)
- [Bioquímica y biología molecular para ciencias de la salud](#)
- [From neuron to brain. 3rd 1992](#)
- [Snowden, Robert J., - Basic vision : an introduction to visual perception. rev. ed. Oxford Univ. 2012.](#)
- [Vision: How It Works and What Can Go Wrong. John E. Dowling, Joseph L. Dowling. MIT Press. 2016.](#)
- [HyperPhysics: Vision concepts](#)
- [The Joy of Visual Perception: A Web Book](#)
- [Visionary. A dictionary for the study of vision](#)

12. Observaciones

Normas de evaluación y criterios de evaluación de la asignatura:

Para superar la asignatura es necesario haber aprobado cada uno de siguientes instrumentos de evaluación:

- Evaluación continua (Lista de control de asistencia).
- Portafolios o carpeta de prácticas (Prácticas).
- Realización de trabajos dirigidos y/o casos prácticos (Seminarios).
- Prueba teórica y práctica (Examen final teórico/práctico).

Objetivos de Desarrollo Sostenible:

Esta asignatura se encuentra vinculada de forma directa con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Salud y Bienestar.

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV - <https://www.um.es/adyv>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.

REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES

El artículo 8.6 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) prevé que "salvo en el caso de actividades definidas como obligatorias en la guía docente, si el o la estudiante no puede seguir el proceso de evaluación continua por circunstancias sobrevenidas debidamente justificadas, tendrá derecho a realizar una prueba global".

Se recuerda asimismo que el artículo 22.1 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) estipula que "el o la estudiante que se valga de conductas fraudulentas, incluida la indebida atribución de identidad o autoría, o esté en posesión de medios o instrumentos que faciliten dichas conductas, obtendrá la calificación de cero en el procedimiento de evaluación y, en su caso, podrá ser objeto de sanción, previa apertura de expediente disciplinario".