



LA LUZ AZUL Y LA SALUD OCULAR

Jaume Pujol

jaume.pujol@upc.edu

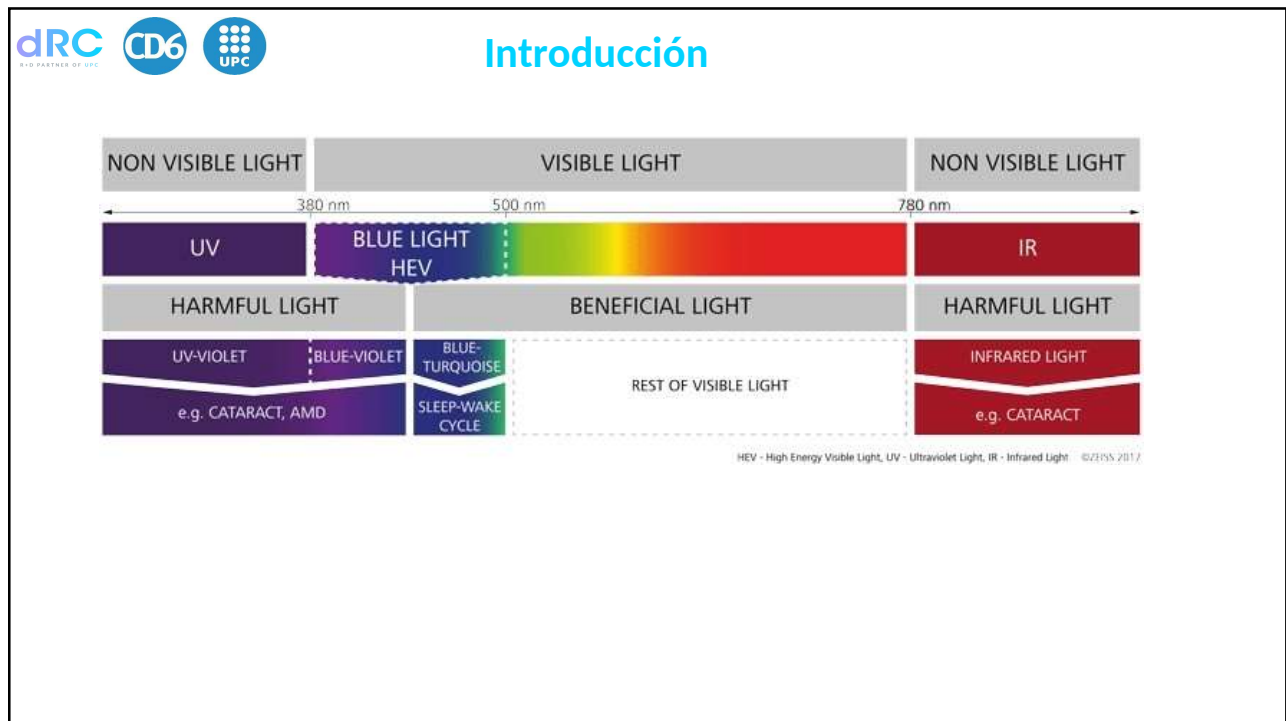
Davalor Research Center (dRC). Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Center for Sensors, Instruments and Systems Development (CD6) . Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)



INDICE

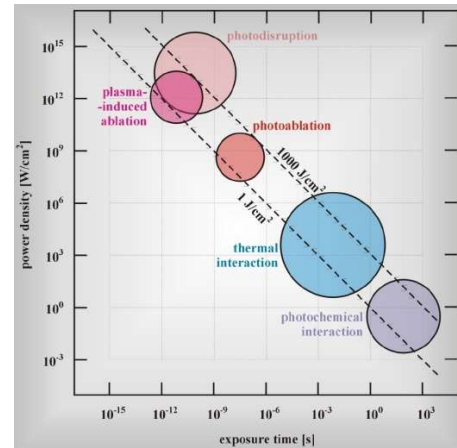
- **Introducción.**
- **Transmisión de los medios oculares**
- **Fototoxicidad**
- **Fuentes de luz (HEV)**
- **Sistemas de protección**
- **Conclusiones**



Introducción

Que partes del espectro electromagnético (radiaciones no ionizantes) pueden causar daños en los ojos?

- Con suficiente energía TODAS
- Laseres:
 - UV. Laser excimer (LASIK)
 - VIS. Laser de Argon (Retinopatía diabética)
 - NIR. Laser YAG (Iridiotomía, Capsulotomía)



Introducción

Que partes del espectro electromagnético (radiaciones no ionizantes) pueden causar daños en los ojos?

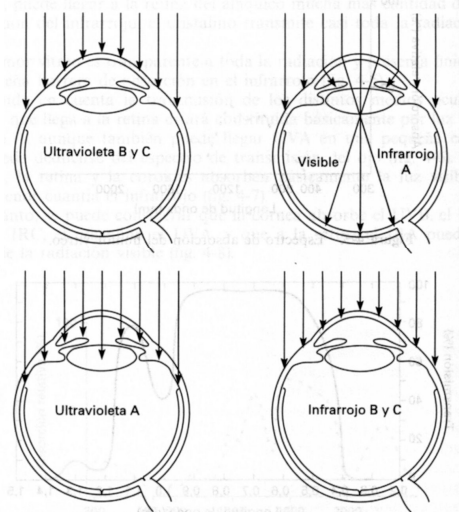
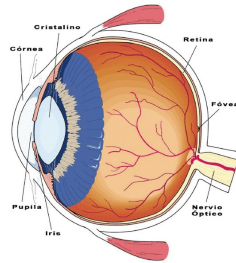
- Con suficiente energía TODAS
- Luz natural o artificial:
 - UVA (315nm-400nm)
 - UVB (280nm-315nm)
 - Luz azul (380nm-500nm)
 - Atmosfera absorbe por debajo de 280 nm



Transmisión de los medios oculares

Radiaciones ionizantes

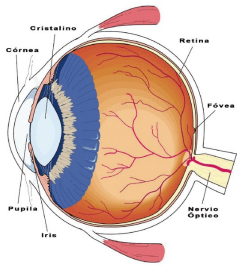
UVC	100 nm – 280 nm
UVB	280 nm – 315nm
UVA	315 nm – 380nm
VISIBLE	380 nm – 780 nm
IRA	780nm – 1400 nm
IRB	1.4 μm – 3 μm
IRC	3 μm – 1 mm



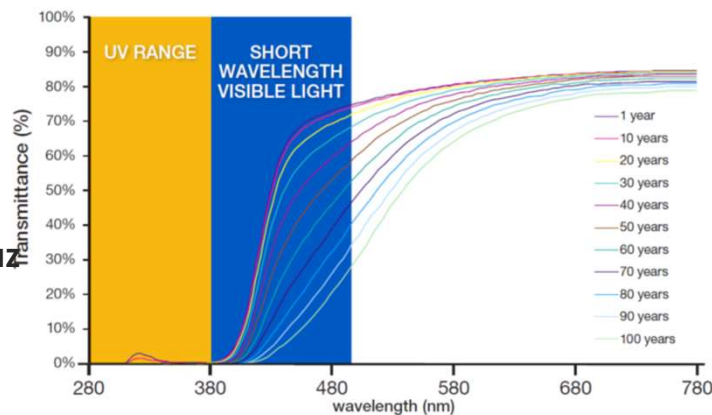
Radiación UV e IR absorbida por Córnea y Cristalino (1%-2% luz UV llega a la retina)

Luz azul llega a la retina

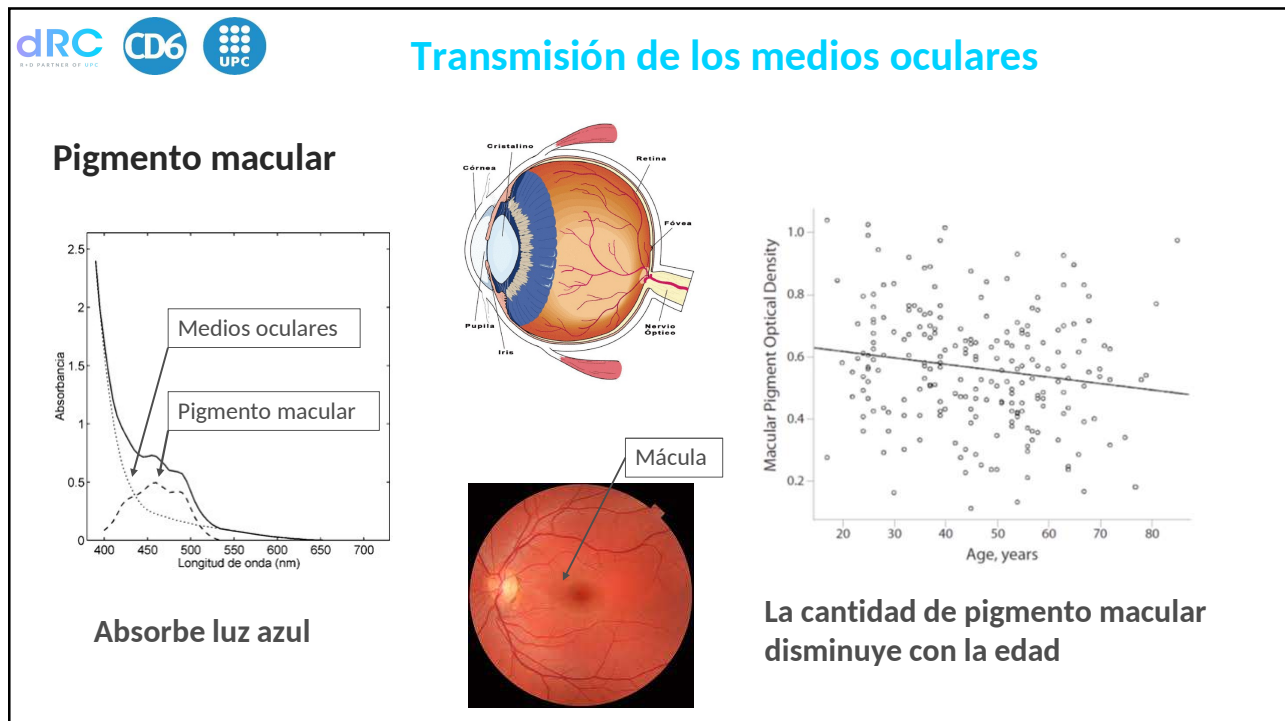
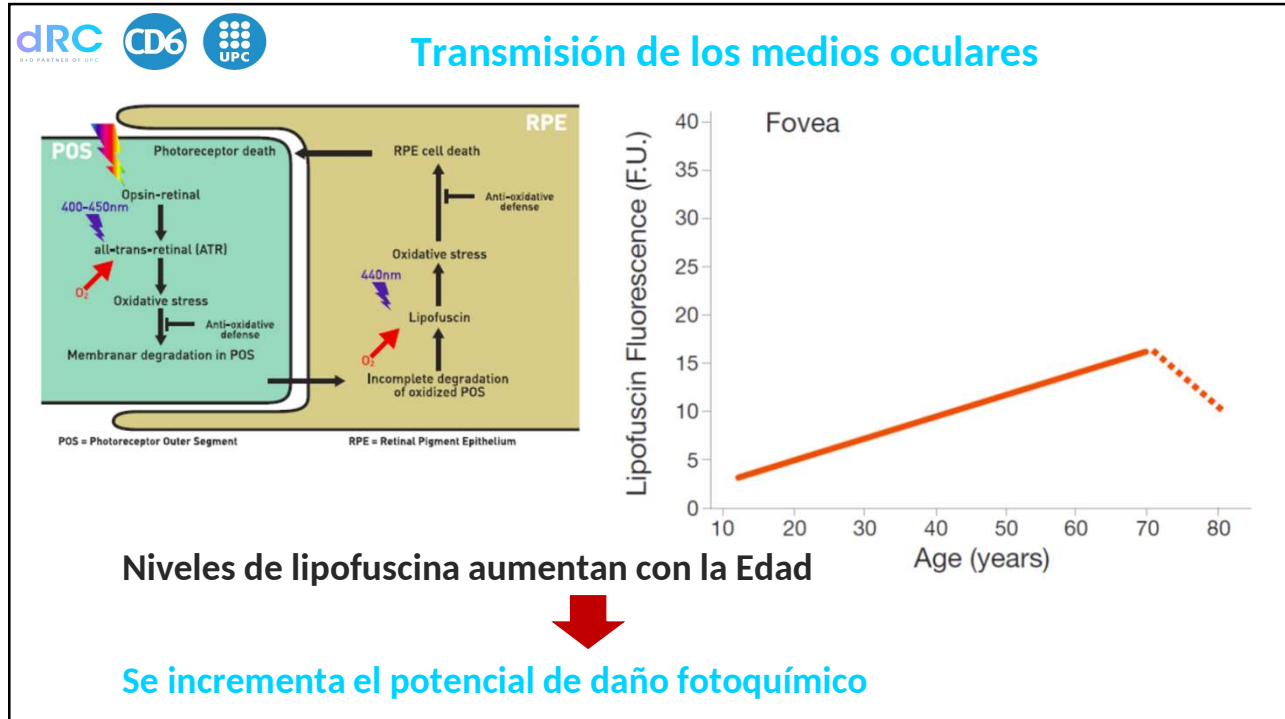
Transmisión de los medios oculares



Transmisión de luz azul a la retina:

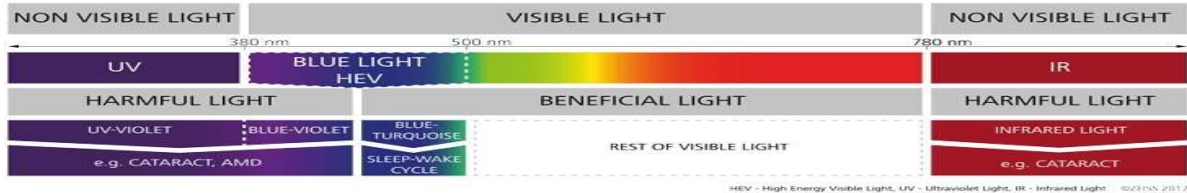


- Ojo joven: 20%
- 50 años: 14%
- 70 años: 10%



Fototoxicidad

Beneficios y perjuicios de la luz



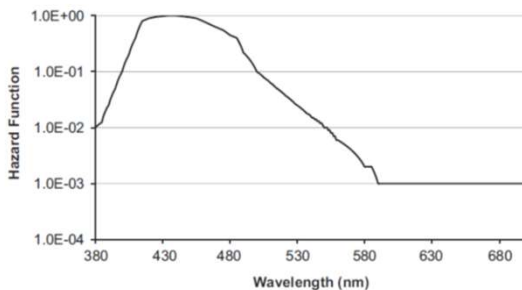
Perjuicios:

- Daño acumulativo en los tejidos oculares.
 - Daño UV en cornea y lentes (fotoqueratitis, cataratas)
- Daño acumulativo en la retina
 - Luz azul puede causar daños en la retina (Degeneración macular asociada a la edad DMAE)

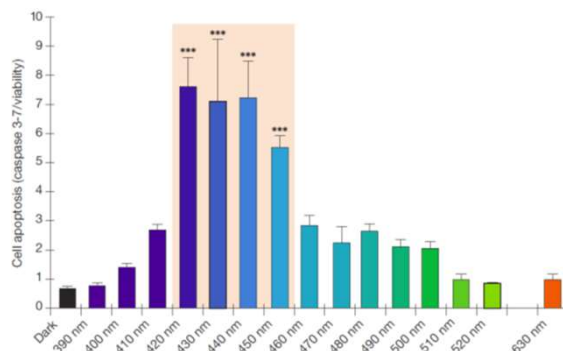
Beneficios:

- Funciones visuales:
 - Agudeza Visual
 - Visión del color
 - Sensibilidad al contraste.
- Funciones no visuales
 - Ciclo circadiano del sueño
 - Estado de ánimo.
 - Balance hormonal.

Fototoxicidad



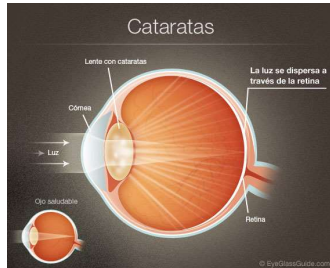
Espectro de acción. Luz azul



Espectro de fototoxicidad (apoptosis)
Células del Epitelio pigmentario.
415 nm - 455 nm
(Paris Vision Institute-Essilor 2013)

Fototoxicidad

Cataratas



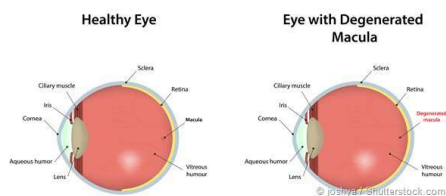
Numerosas evidencias de la relación entre el desarrollo de cataratas y la exposición acumulativa a UV.

- Taylor et al. *New Engl J Med* 1988; 391:1429-1433
- Cruickhanks et al. *Am. J. Public Health* 1992; 82:1658-62
- West et al. *J. Am. Med. Assoc.* 1998; 280:714-718
- Mitchell et al. *Ophthalmology* 1997; 104:581-588

Fototoxicidad

Degeneración macular asociada a la edad

Macular Degeneration



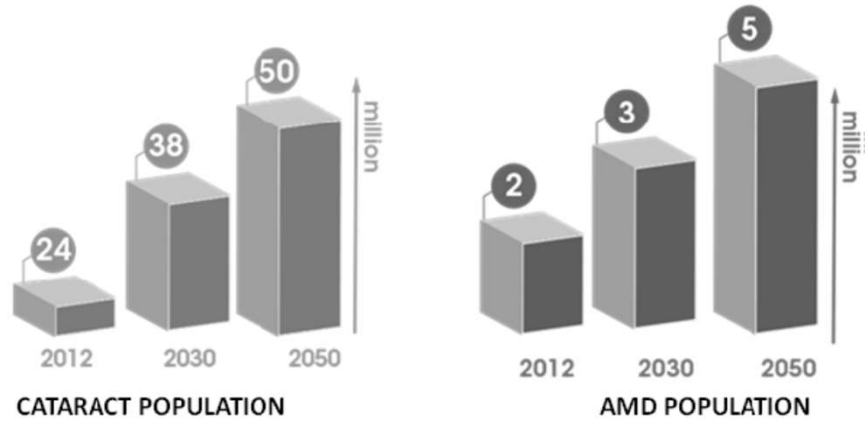
Algunos estudios muestran correlación entre el desarrollo de DMAE y exposición a la luz azul (400 nm - 480 nm).

- Taylor et al. *Arch. Ophthalmology* 1992; 110:99-104
- Roberts J. *Photochem Photobiol B.* 2001; 64:136-143
- Arnault et al. *Plos One* 2013;8:71398



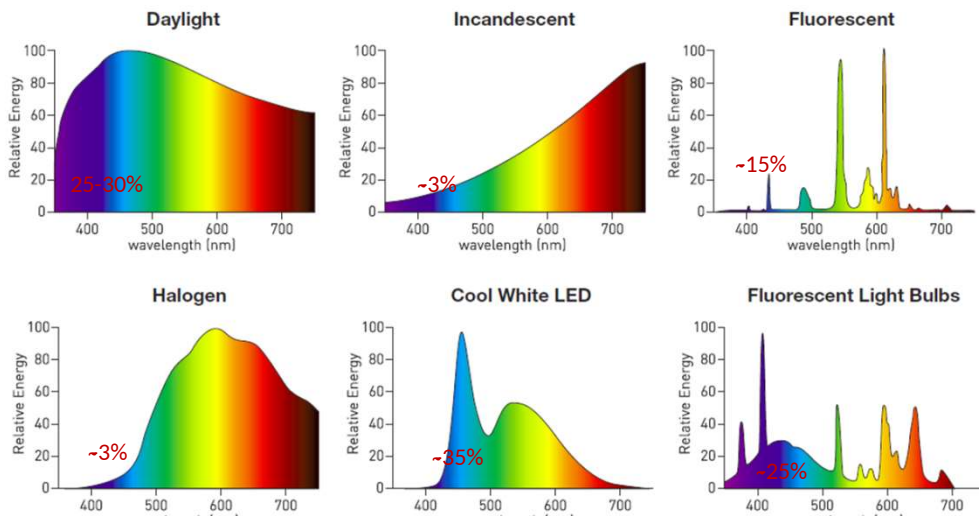
Fototoxicidad

AMD & Cataract cases expected to **DOUBLE** in the next 20 years

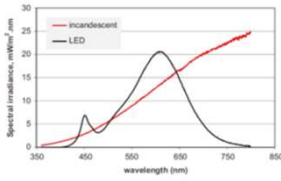


Fuentes de luz (HEV)

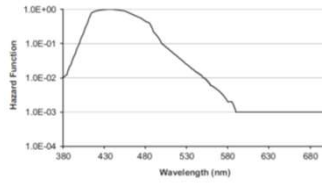
380 nm – 500 nm Luz visible de alta energía (HEV)



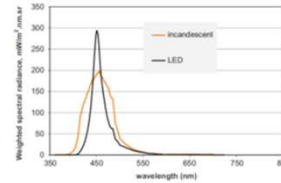
Fuentes de luz (HEV)



X



=



Fuente de luz	Radiancia ponderada (W m ⁻² sr ⁻¹)	% Límite de exposición (Luz azul)*	Radiancia ponderada/Luminancia (W lm ⁻¹)
Sol (verano)	10.4	10.4	1.09 10 ⁻³
Sol (invierno)	3.4	3.4	1.46 10 ⁻³
Lámparas domesticas (LED, Fluorescentes compactas)	10 - 20	10 - 20	2.3 10 ⁻⁴ - 2.9 10 ⁻⁴
Lámpara incandescente	14	14	2.5 10 ⁻⁴
Panel iluminación oficina (60cmx60 cm)	1.7	1.7	5 10 ⁻⁴

* Según la International Commission on Non-ionising Radiation Protection (ICNIRP) = 100 W m⁻² sr⁻¹

O'Hagan et al Eye 2016; 30:230-233

Fuentes de luz (HEV)

Table 1 Luminance and blue light hazard from computer screens, laptops, tablet computers, and smartphones

ID	Luminance, cd m ⁻²	% of ICNIRP 10 ⁴ cd m ⁻² rule of thumb (%)	Blue light weighted radiance, W m ⁻² sr ⁻¹	% of ICNIRP blue light exposure limit (%)	Hazard ratio, W lm ⁻¹
<i>Computer monitors</i>					
1	126	1.26	0.110	0.11	8.73 × 10 ⁻⁴
24	71	0.71	0.054	0.05	7.61 × 10 ⁻⁴
<i>Laptop screens</i>					
9	152	1.52	0.130	0.13	8.55 × 10 ⁻⁴
10	63	0.63	0.048	0.05	7.61 × 10 ⁻⁴
11	101	1.01	0.084	0.08	8.32 × 10 ⁻⁴
12	88	0.88	0.072	0.07	8.18 × 10 ⁻⁴
14	148	1.48	0.120	0.12	8.11 × 10 ⁻⁴
15	137	1.37	0.110	0.11	8.03 × 10 ⁻⁴
20	104	1.04	0.082	0.08	7.88 × 10 ⁻⁴
22	184	1.84	0.150	0.15	8.15 × 10 ⁻⁴
23	197	1.97	0.170	0.17	8.63 × 10 ⁻⁴
<i>Tablet computer screens</i>					
3	175	1.75	0.150	0.15	8.57 × 10 ⁻⁴
4	94	0.94	0.084	0.08	8.94 × 10 ⁻⁴
5	63	0.63	0.053	0.05	8.41 × 10 ⁻⁴
6	43	0.43	0.034	0.03	7.91 × 10 ⁻⁴
7	142	1.42	0.131	0.13	9.23 × 10 ⁻⁴
17	238	2.38	0.214	0.21	8.99 × 10 ⁻⁴
18	140	1.40	0.120	0.12	8.57 × 10 ⁻⁴
19	191	1.91	0.176	0.18	9.21 × 10 ⁻⁴
26	203	2.03	0.180	0.18	8.87 × 10 ⁻⁴
<i>Smartphone screens</i>					
2	294	2.94	0.280	0.28	9.52 × 10 ⁻⁴
8	178	1.78	0.150	0.15	8.43 × 10 ⁻⁴
13	267	2.67	0.240	0.24	8.45 × 10 ⁻⁴
16	409	4.09	0.380	0.38	9.29 × 10 ⁻⁴
25	215	2.15	0.190	0.19	8.84 × 10 ⁻⁴

O'Hagan et al Eye 2016; 30:230-233

Sistemas de protección

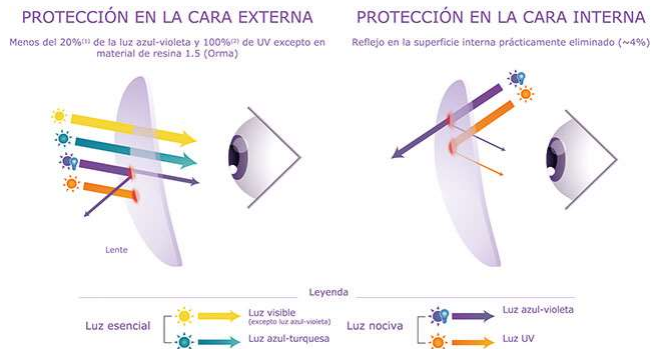
- **Lentes intraoculares. Filtro UV (Sustituyen al cristalino).**
- **Lentes de contacto. Filtro UV.**
 - Protegen área pupilar y cornea
 - No protegen conjuntiva y zona de los parpados

Y además hay que tener en cuenta que los filtros UV no protegen de los efectos de la luz azul.

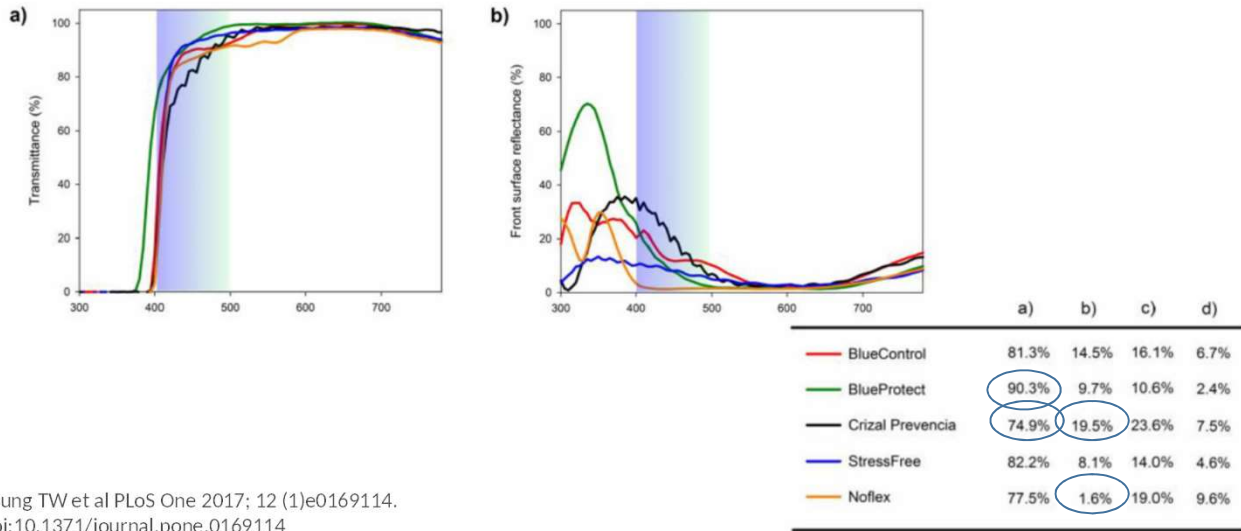


Sistemas de protección

- **Lentes oftálmicas.**
 - **Protección completa a la luz azul: lente amarilla, ámbar, naranja o roja**
 - **Alteran la visión del color**
- **Lentes no coloreadas. Alta transmitancia en todo el visible exceptuando la zona de fototoxicidad en el azul (Mejoran la visión y la percepción del color)**

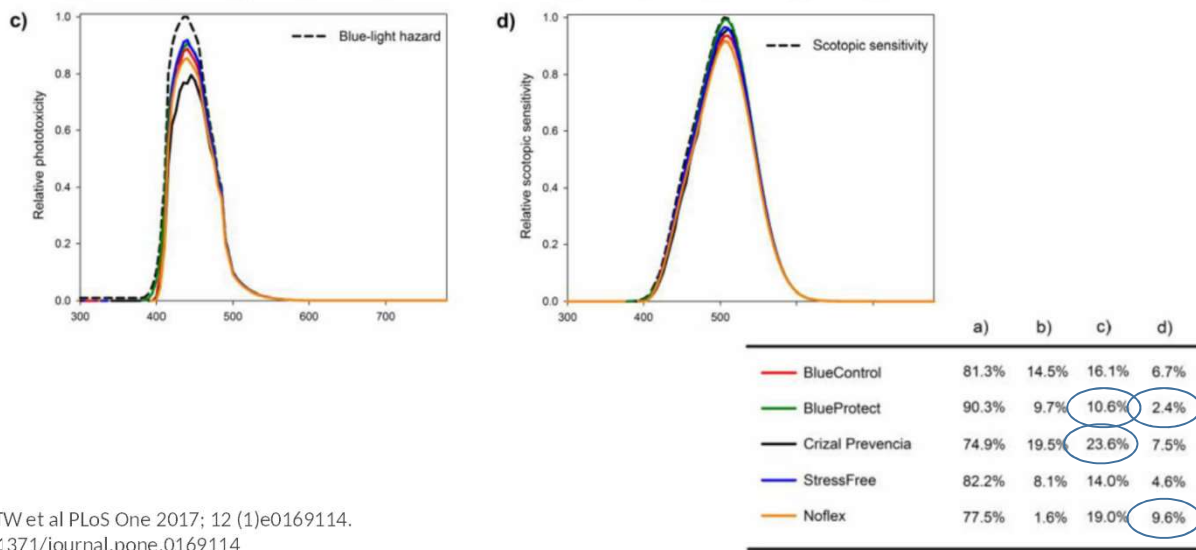


Evaluación de las propiedades ópticas de lentes oftálmicas con filtros de luz azul (5 lentes comerciales)



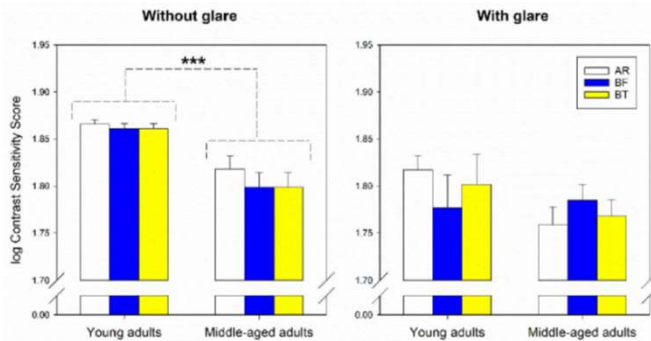
Leung TW et al PLoS One 2017; 12 (1)e0169114.
doi:10.1371/journal.pone.0169114

Evaluación de las propiedades ópticas de lentes oftálmicas con filtros de luz azul (5 lentes comerciales)

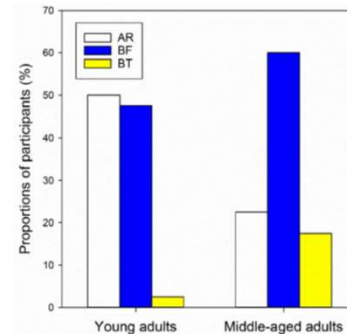


Leung TW et al PLoS One 2017; 12 (1)e0169114.
doi:10.1371/journal.pone.0169114

Evaluación de la calidad de visión con lentes oftálmicas con filtros de luz azul (BF - Lente con filtro luz azul; BT - Lente marron; AR - Lente normal (control))



Análisis estadístico revela que no hay diferencias significativas en la sensibilidad al contraste con las lentes BF y BT



Cuestionario de preferencia: Menor satisfacción con la lente BT debido a problemas relacionados con la visión del color y la apariencia de las lentes.

Leung TW et al PLoS One 2017; 12 (1)e0169114.
doi:10.1371/journal.pone.0169114

- La introducción de nuevos sistemas de iluminación basados en LEDs y el uso extendido de ordenadores, tablets y teléfonos móviles han cambiado la exposición de los ojos a la luz, incrementándose la cantidad de luz azul.
- Este incremento de luz azul puede contribuir al desarrollo de cataratas (aunque la causa es multifactorial). Igualmente algunos estudios han puesto de manifiesto la posible influencia de la luz azul en el desarrollo de degeneración macular asociada a la edad.
- Estudios recientes demuestran que las fuentes de luz utilizadas habitualmente, pantallas de ordenador, tablets i teléfonos móviles no superan los límites de exposición permitidos.
- Existen lentes oftálmicas con filtros de protección a la luz azul que mantienen la calidad de visión. Su uso puede ser indicado cuando se trabaje durante muchas horas delante de pantallas de ordenador, tablet o móvil y siempre que aparezcan síntomas que lo justifiquen (profesional).



Francisco J. Burgos
Tommaso Alterini
Fernando Doutón
Diaz Josselin Gautier
Jaume Pujol
Carles Otero
Carlos E. Garcia

Meritxell Vilaseca
Ana Rodriguez
Clara Mestre
Marta Salvador

Muchas gracias

jaume.pujol@upc.edu

