

Contaminació lumínica i espais urbans

Impactes i afectacions

Salva Bará

salva.bara@usc.es

Área de Óptica, Dept. Física Aplicada. Facultade de Óptica e Optometría
Universidade de Santiago de Compostela. Galicia (U.E.)

<http://webspersoais.usc.es/persoais/salva.bara/>



DISCLAIMER

This presentation is intended for educational, non-commercial use.

Trademarks, models and publications are quoted here merely for informative purposes, without any explicit or implicit endorsement by the Universidade de Santiago de Compostela (USC).

(c) The authors, except when indicated otherwise.



Contaminació lumínica: Qualsevol efecte advers causat per la llum artificial.





Les ciutats com a font de contaminació



Les ciutats com a font de contaminació





Brillantor del cel

Amplificació per núvols

Excés d'il·luminació

Llum malgastada

No uniformitat

Intrusió lumínica



Les ciutats com a font de contaminació

- Produció mundial de llum: 134.7 Plm·h/any
- 15.4 Gb, amb b de bombetes (de 1 klm)
- ~3-4 b/hab, enceses tota la nit, totes les nits de l'any



Les ciutats com a font de contaminació

- El 99% amb connexió a la xarxa elèctrica
- 2651 TWh: 19% del consum mundial d'electricitat
- 1.2% del PIB mundial



Les ciutats com a font de contaminació

- 1900 milions de tones d'emissions de CO₂ (2005)
- ~ emissions totals de França, Alemanya, Itàlia i el Regne Unit
- ~ al 70% de les emissions produïdes per tots els vehicles lleugers del món.



Les ciutats com a font de contaminació

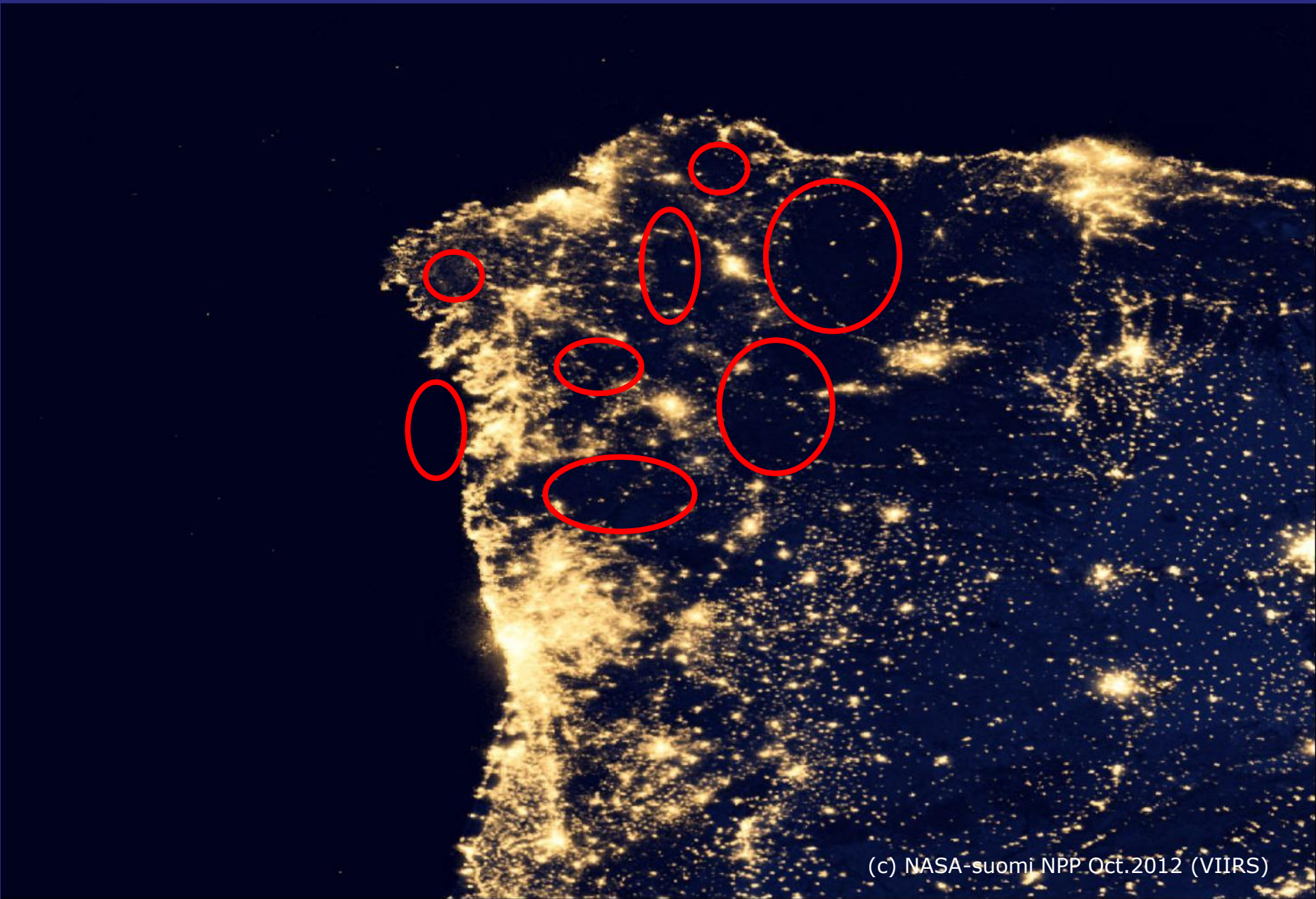


Les ciutats com a font de contaminació





Les ciutats com a font de contaminació






Oscar Blanco

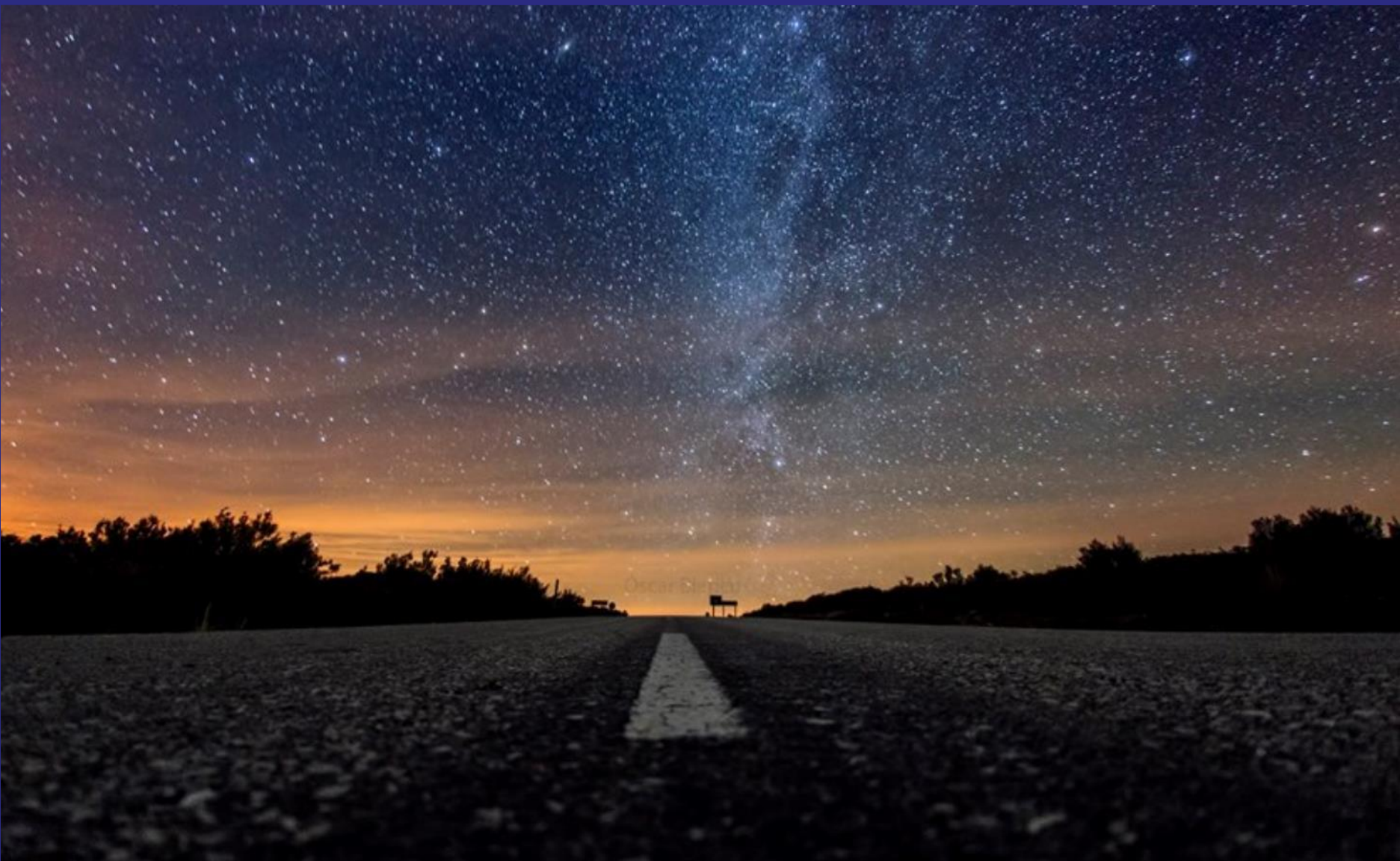
Foto: Óscar Blanco



Foto: Óscar Blanco



Noche de Observación en A Veiga - Foto: Óscar Blanco



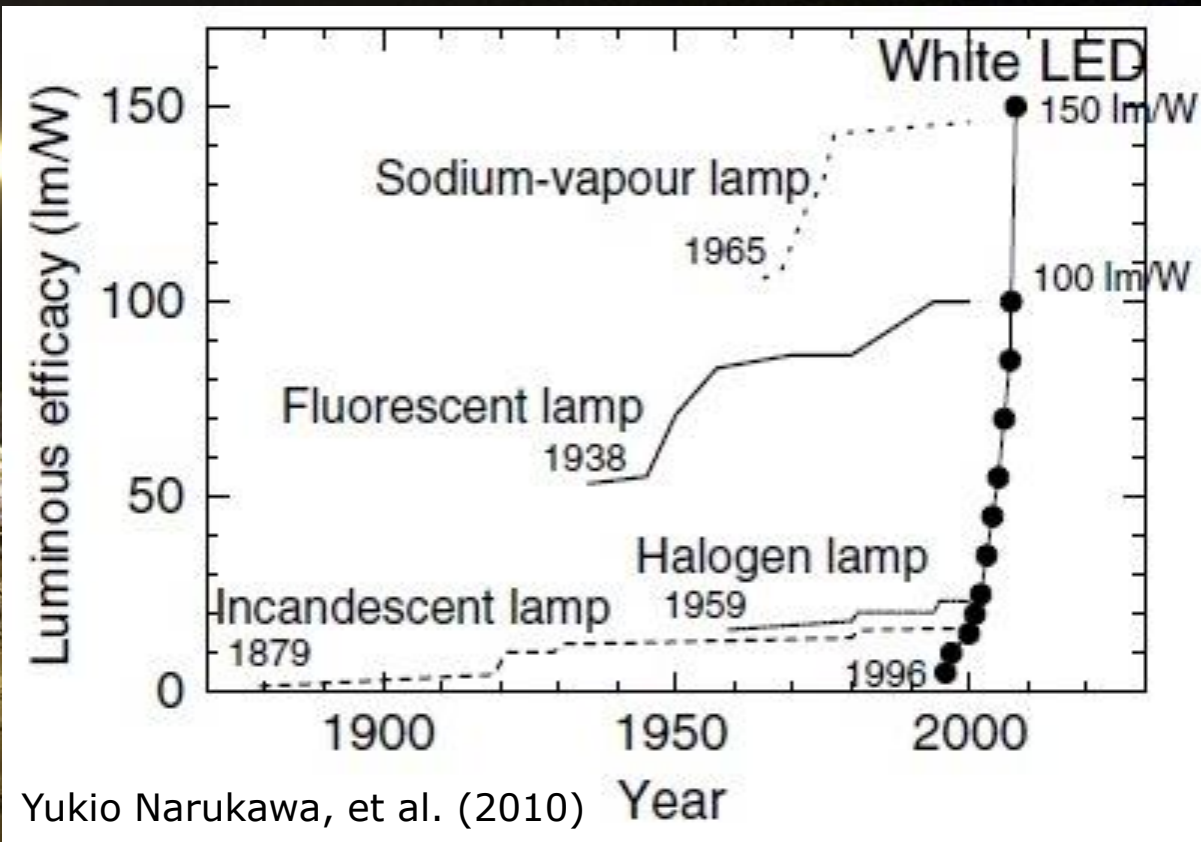
1. Elevada despesa pública



1. Elevada despesa pública -> The LED Shift



1. Elevada despesa pública -> The LED Shift



1. Elevada despesa pública -> The LED Shift

| | <i>Price of lighting fuel</i> | <i>Lighting efficacy</i> | <i>Price of light per lumen</i> | <i>Consumption – lumen-hours per capita</i> | <i>Real GDP per capita</i> |
|------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------------|
| 1800 | 100% | 1 | 100% | 1 | 1 |
| 1850 | 40% | 4 | 26.8% | 4 | 1 |
| 1900 | 26% | 7 | 4.2% | 86 | 3 |
| 1950 | 40% | 331 | 0.15% | 1,544 | 4 |
| 2000 | 18% | 714 | 0.03% | 6,641 | 15 |

Index 1800=1

Source: Fouquet & Pearson (2006)

Herring and Roy (2007)

2. Baixa relació senyal-soroll

Generació de riscos innecessaris

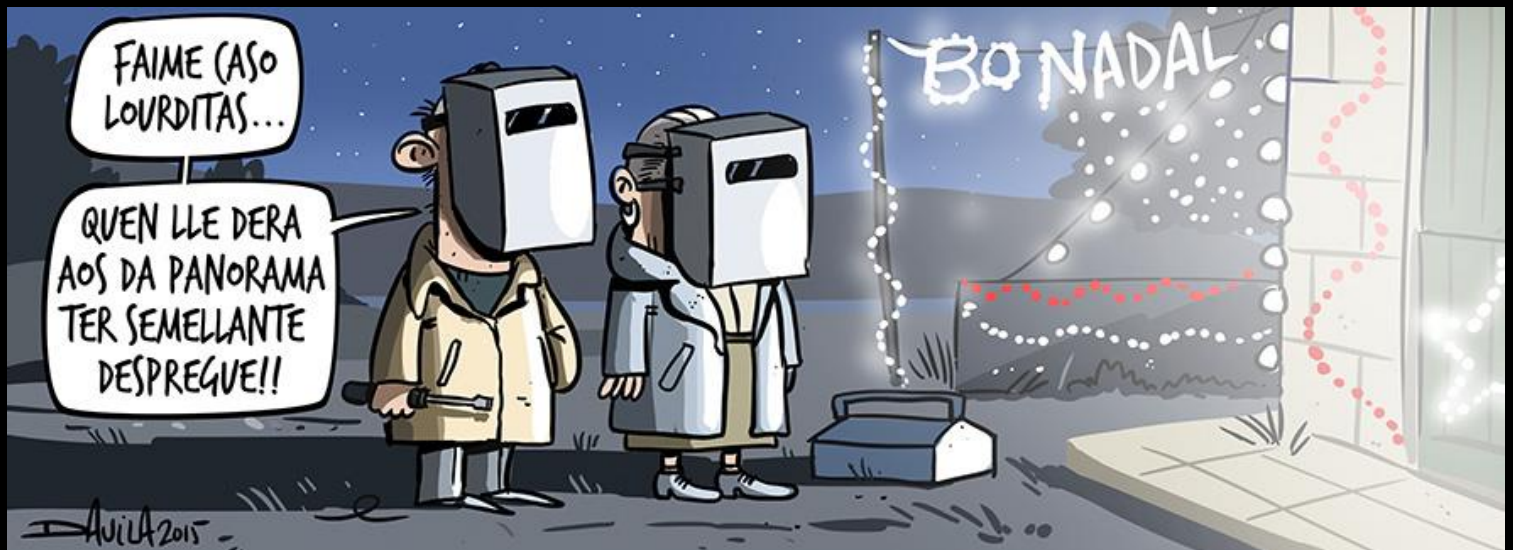


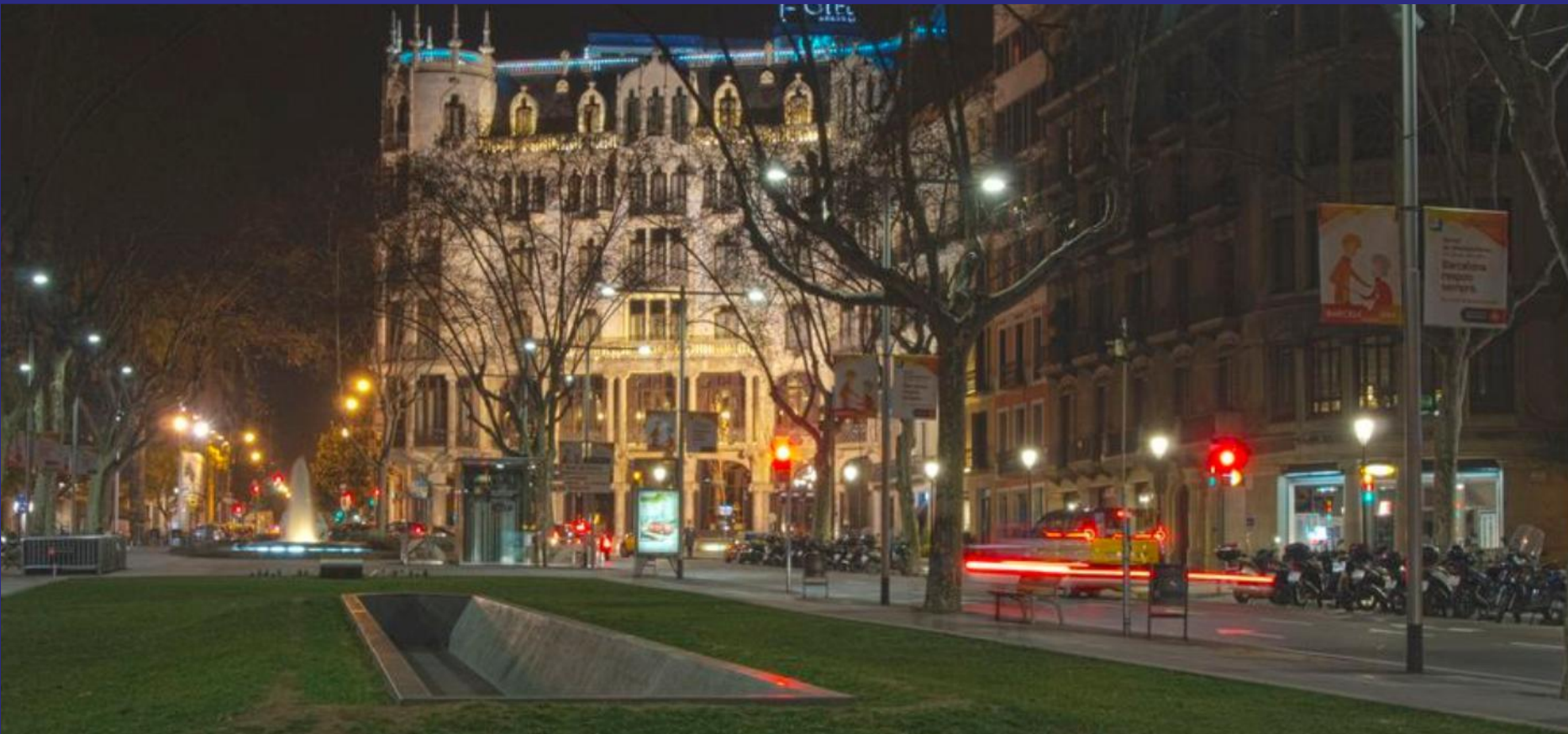
Baixa relació senyal-soroll -> *Light clutter*



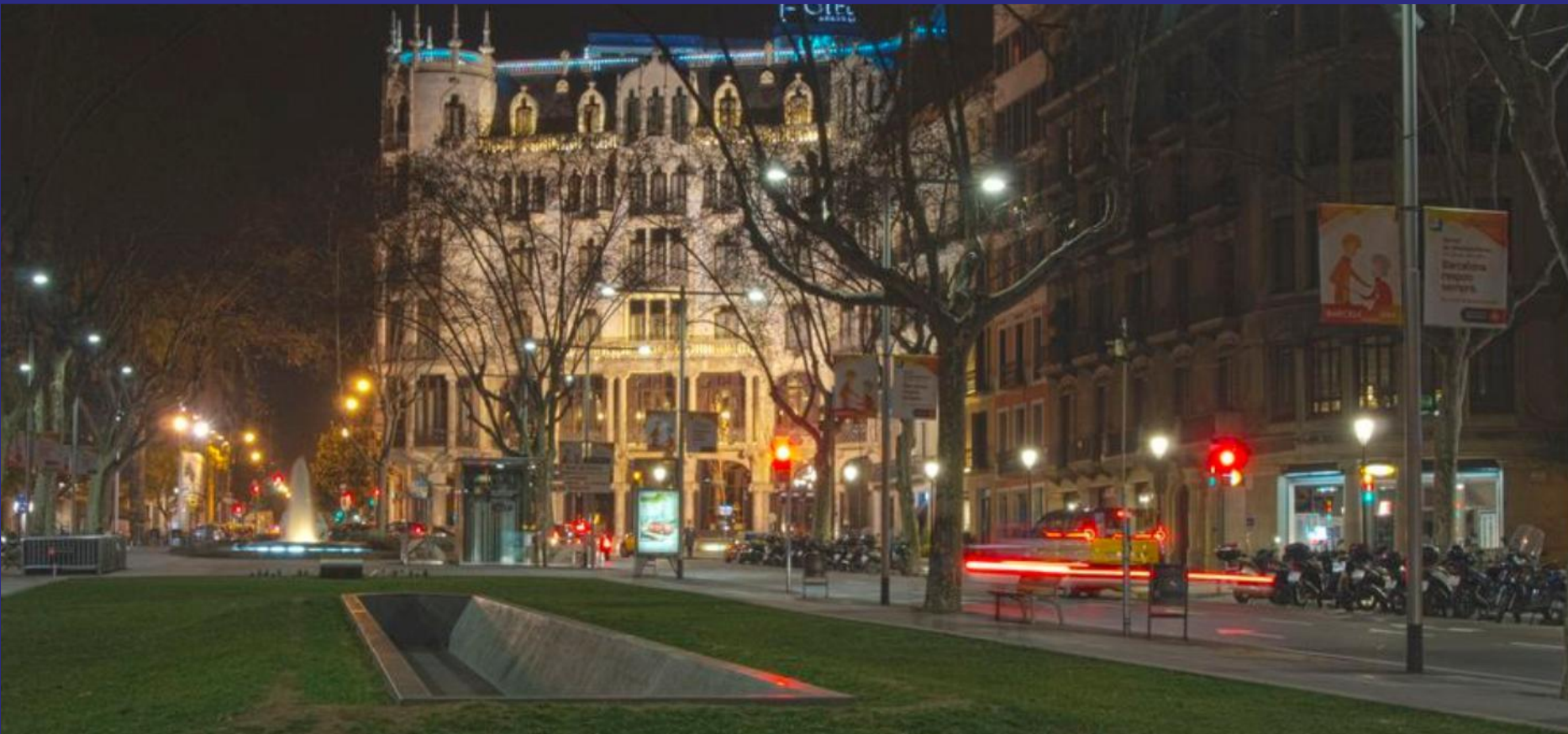
Entrada al port de Vigo

Impactes





3. Modificació no controlada del paisatge nocturn

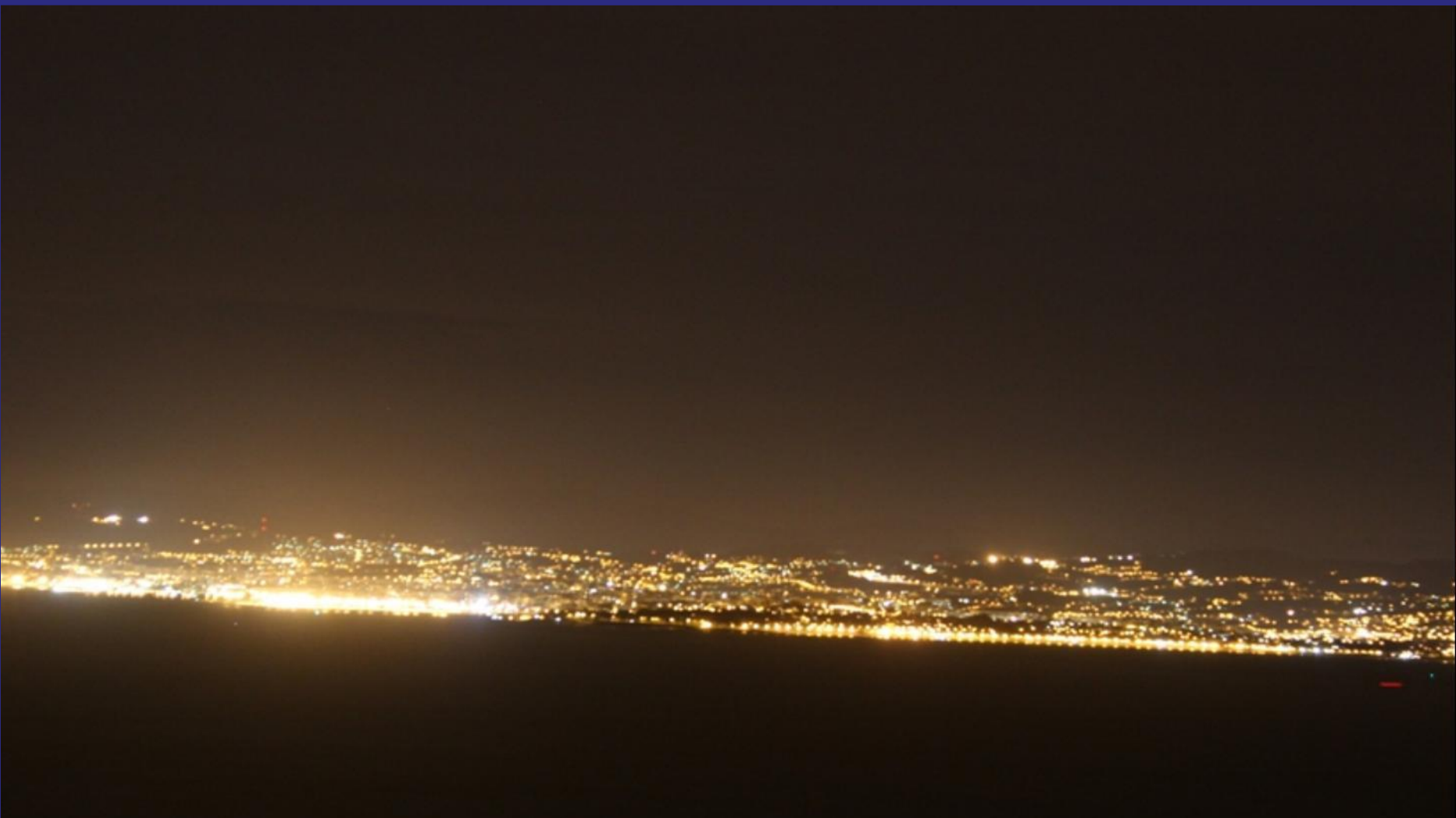


3. Modificació no controlada del paisatge nocturn

- Pèrdua del cel amb estels
- Canvis en la percepció de l'entorn



V. Gogh, "Cafe Terrace at Night" (1888)



SB
Canon EOS 1200D
55mm f/5.6 10s ISO-800
20150314 02:03 (CET)



V. Gogh, "Starry Night over the Rhône" (1888)

PEDRALBA october 2011

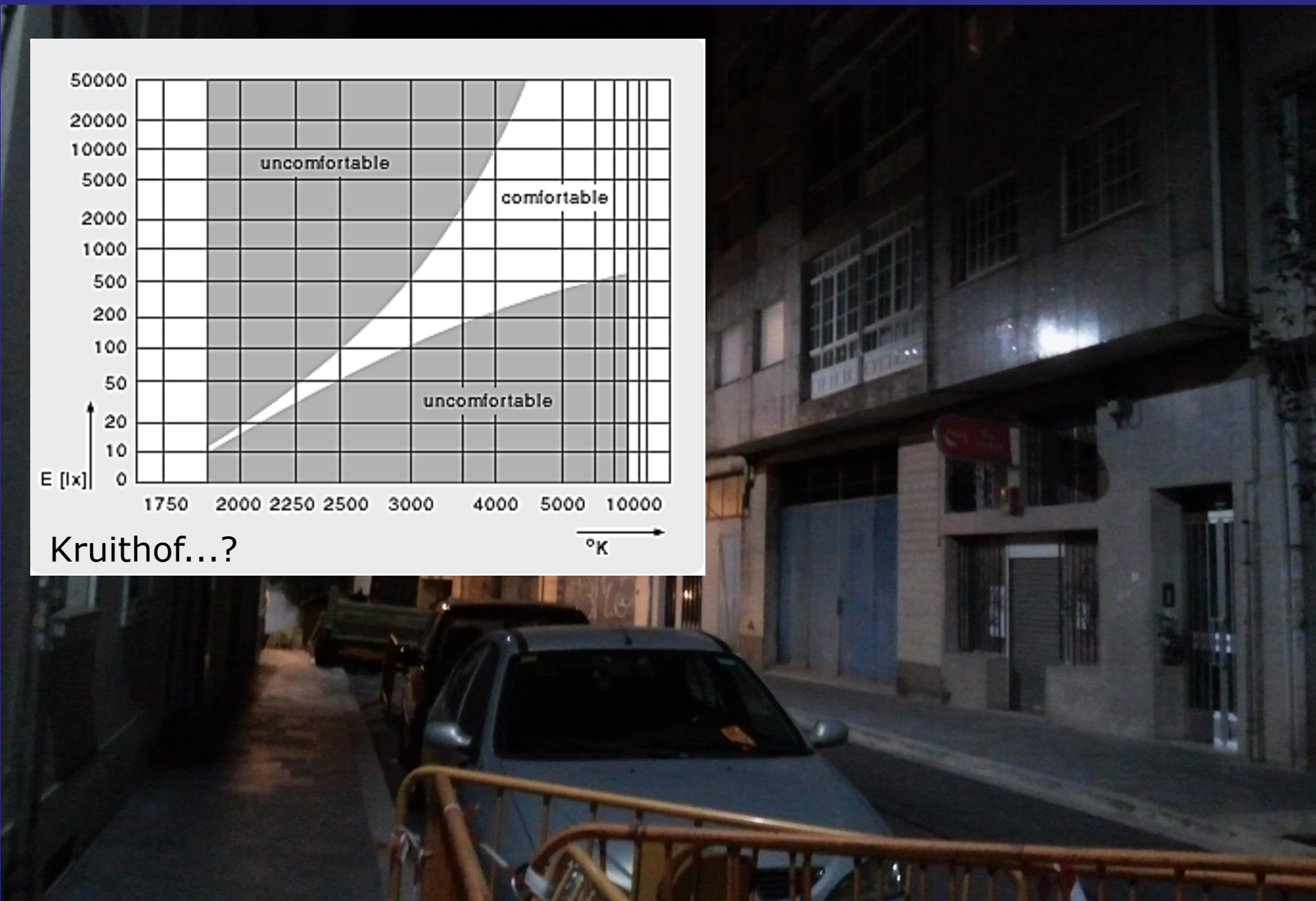
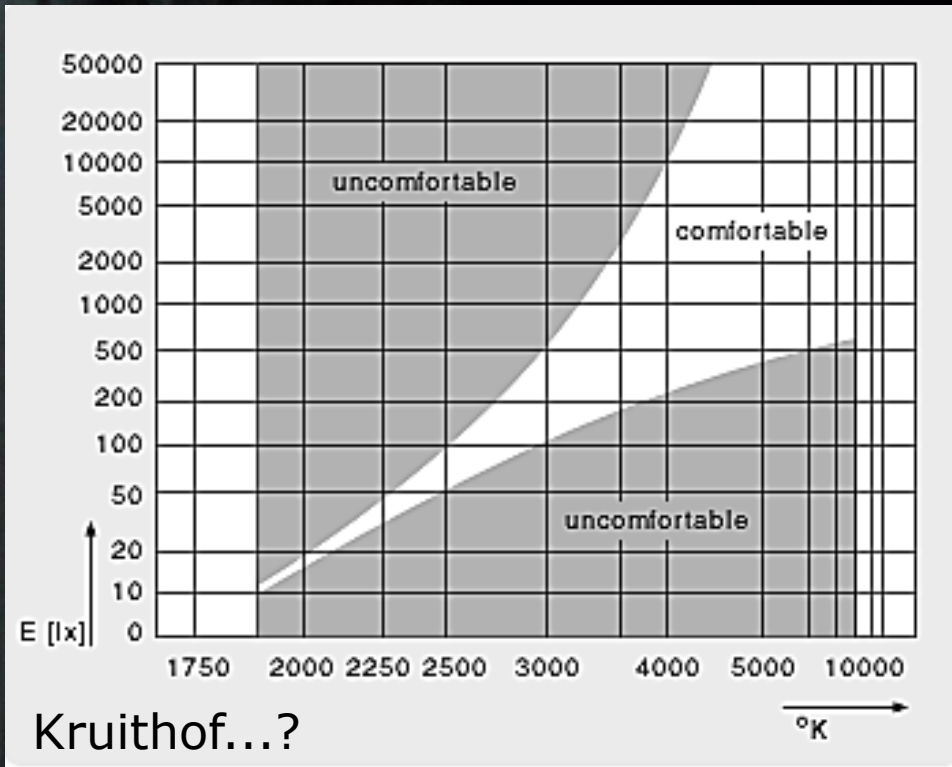


PEDRALBA december 2013

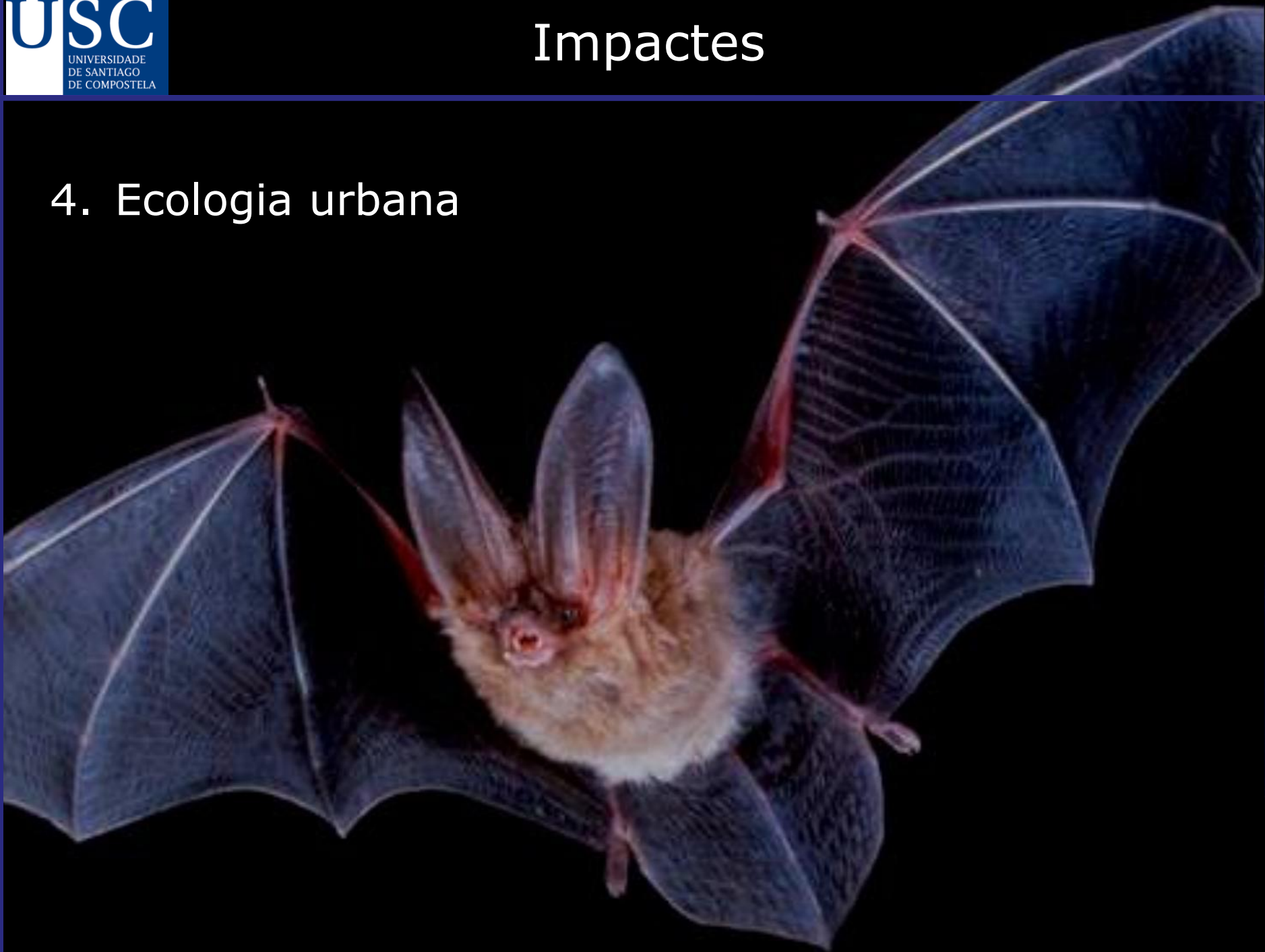


Fotos: Angel Morales (UV)





4. Ecologia urbana



4. Ecologia urbana

La vida va evolucionar
sota cicles estables de
llum i fosc.



4. Ecologia urbana

La vida va evolucionar sota cicles estables de llum i fosc.

Més del 60% de tots els invertebrats i el 30% de totes les espècies de vertebrats són nocturnes.

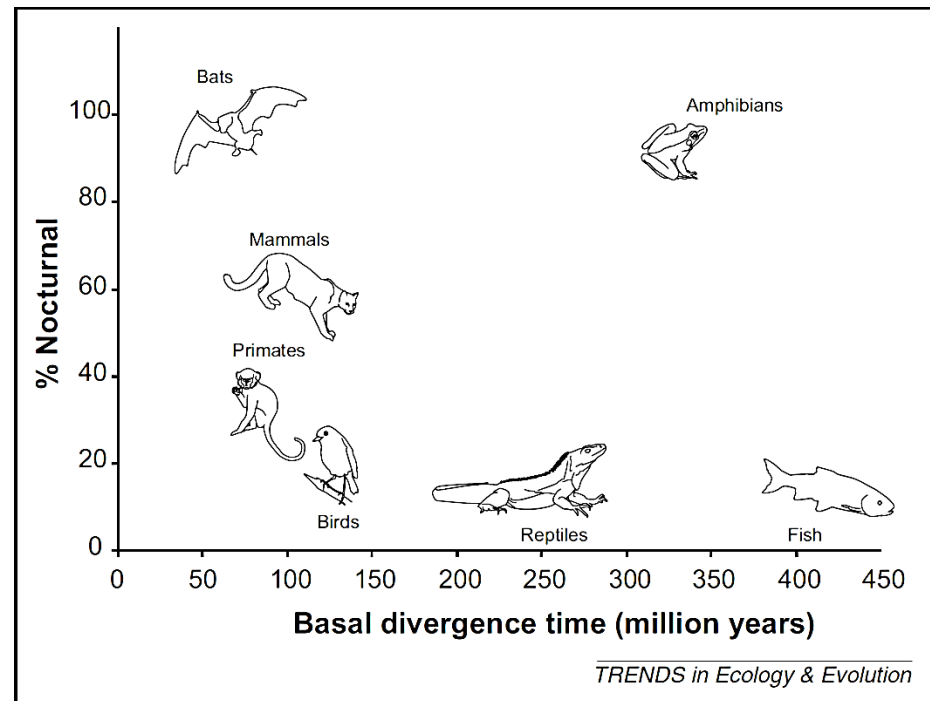
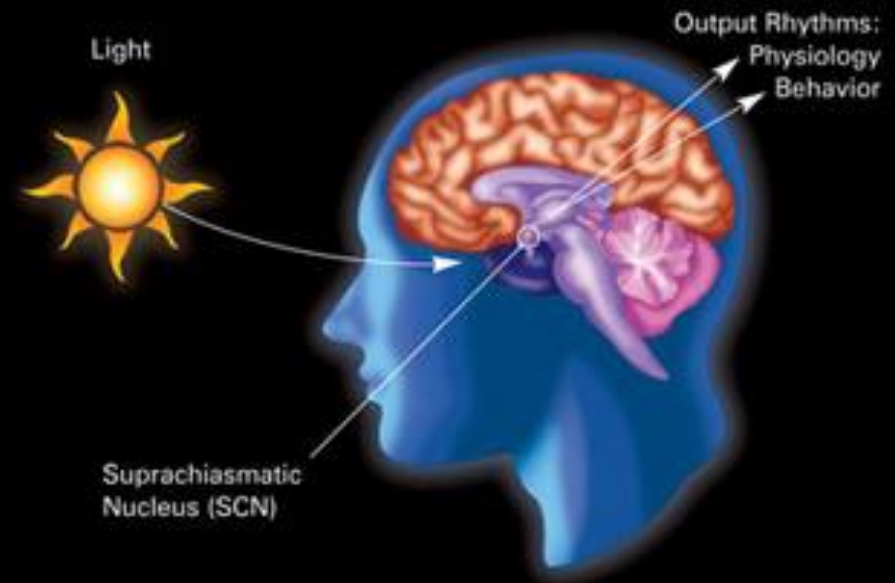


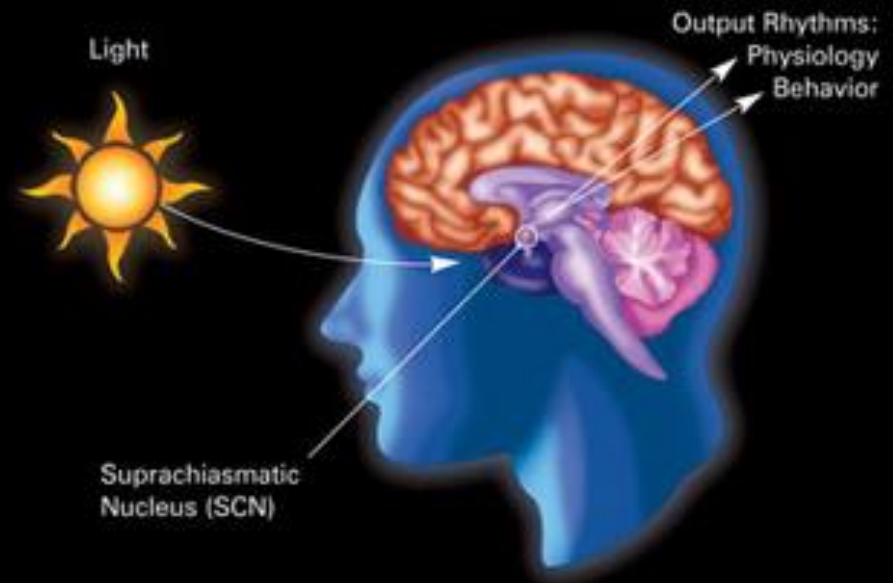
Figure 1. Percentage of extant nocturnal species within different vertebrate classes and orders. With the exception of amphibians, recent radiations have a higher proportion of nocturnal species than more ancient radiations (sources: [11,12]). This fact underlines the hypothesis that nocturnality is an important step in vertebrate evolution.(...)

5. L'era de la melanopsina

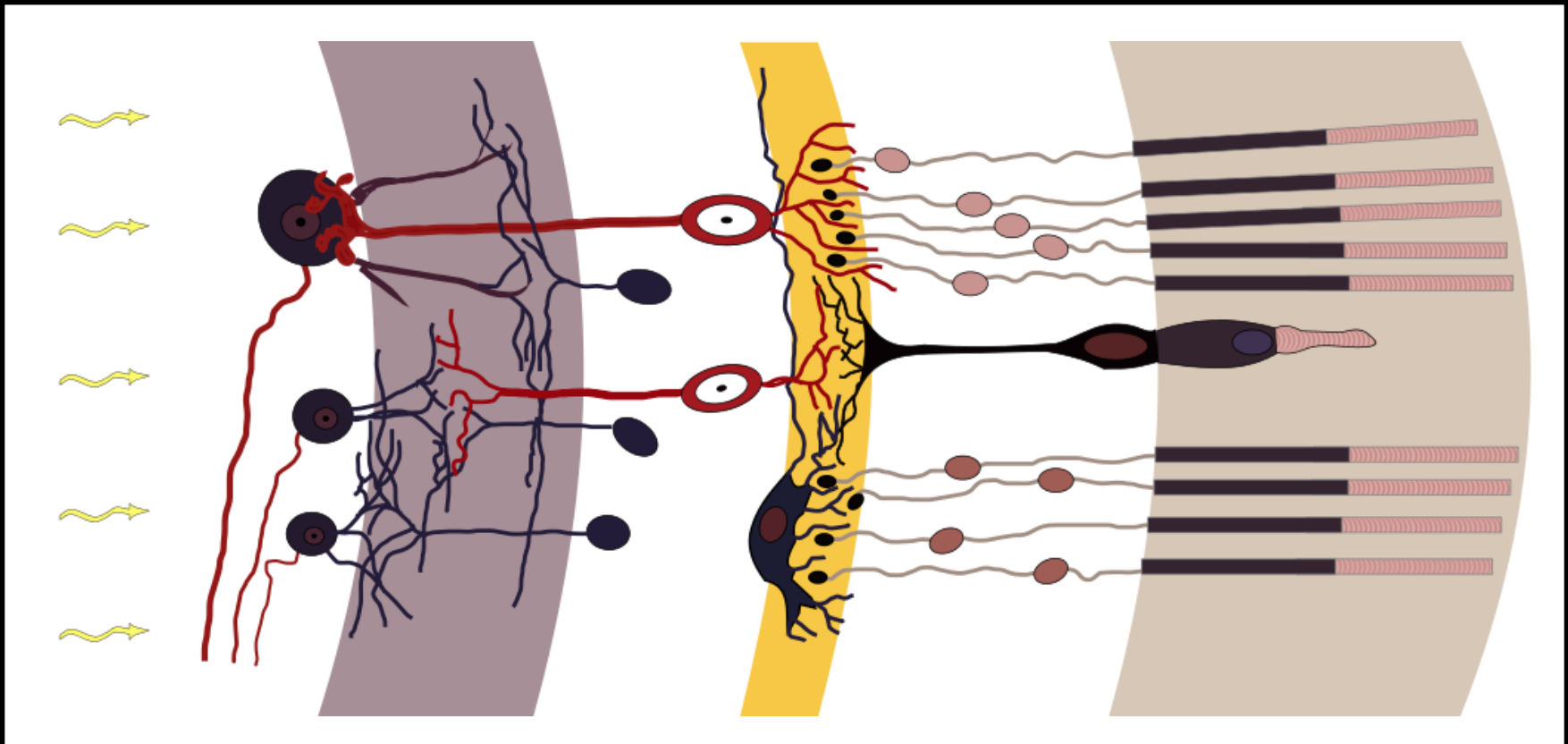


5. L'era de la melanopsina

- Respostes fisiològiques no visuals induïdes per la llum (Keeler 1927)
- Detecció de la melanopsina en la retina d'amfibis (Provencio 1998)
- Dades que suggerien l'existència d'un nou tipus de fotoreceptor (diferent dels cons i bastons) en la retina dels mamífers (Lucas et al, 1999, Brainard et al 2001, Thapan et al 2001).

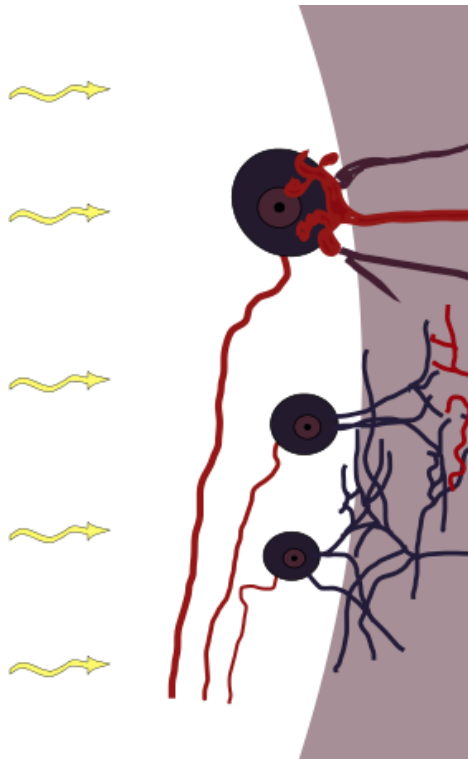


5. L'era de la melanopsina



By Fig_retine.png: Cajal derivative work Fig retine bended.png: Anka Friedrich (talk) derivative work: vectorisation by chris 論 (Fig_retine.png Fig retine bended.png) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

5. L'era de la melanopsina

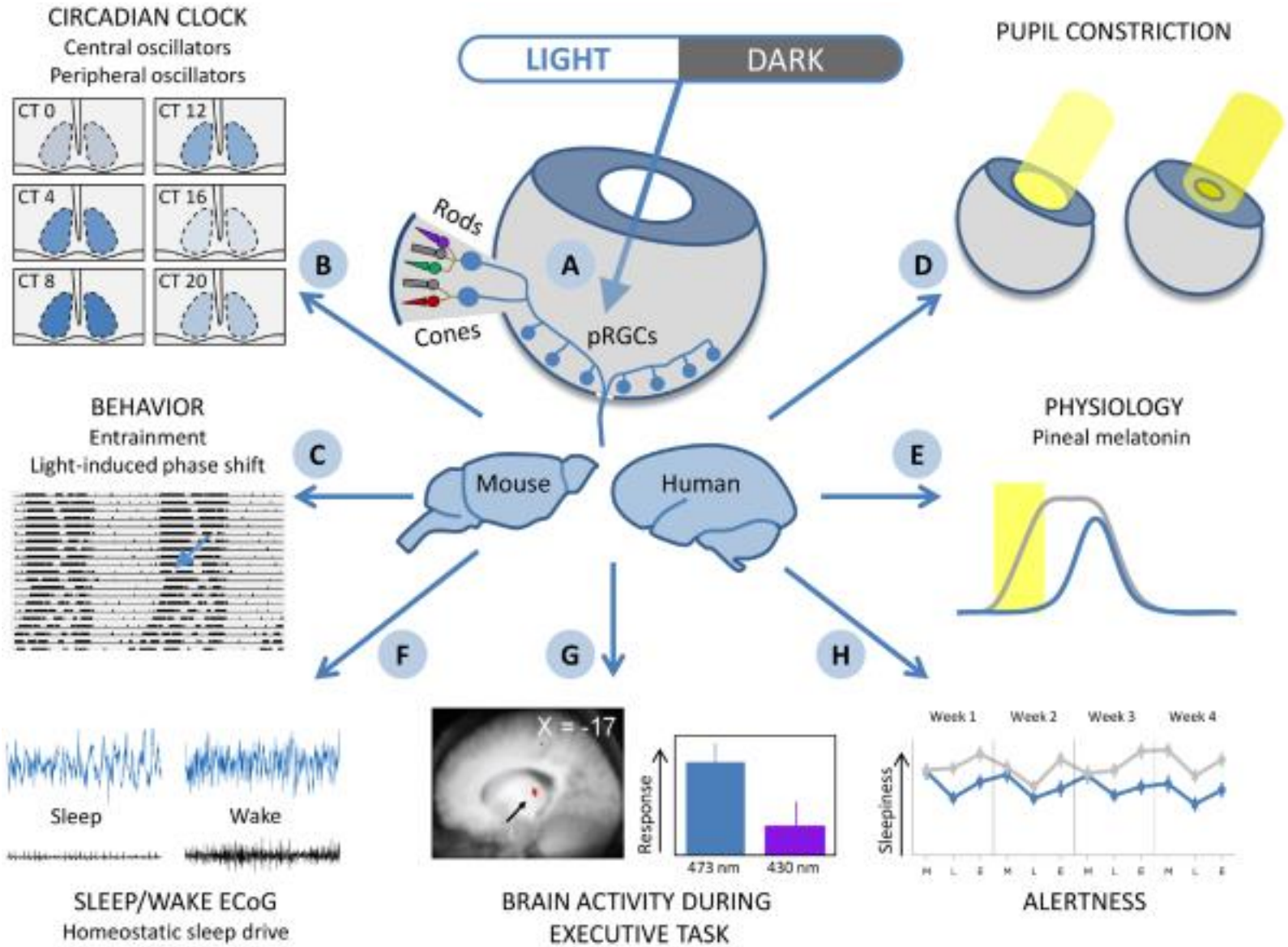


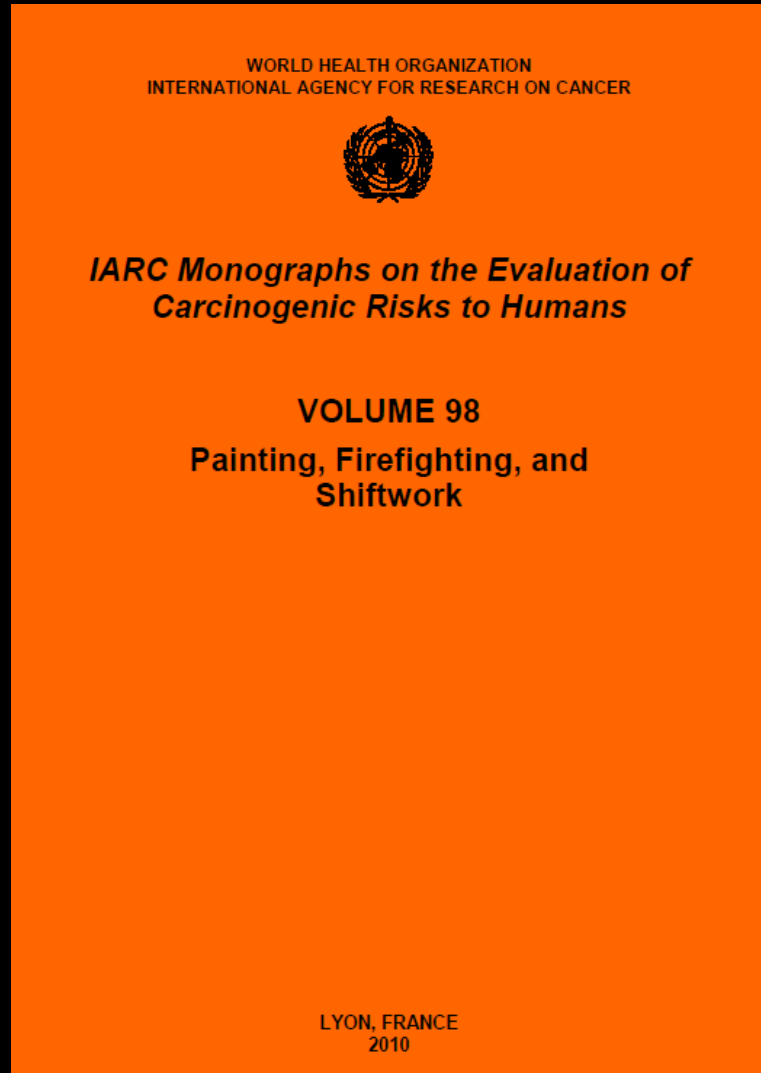
Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock

David M. Berson,* Felice A. Dunn,† Motoharu Takao†

Light synchronizes mammalian circadian rhythms with environmental time by modulating retinal input to the circadian pacemaker—the suprachiasmatic nucleus (SCN) of the hypothalamus. Such photic entrainment requires neither rods nor cones, the only known retinal photoreceptors. Here, we show that retinal ganglion cells innervating the SCN are intrinsically photosensitive. Unlike other ganglion cells, they depolarized in response to light even when all synaptic input from rods and cones was blocked. The sensitivity, spectral tuning, and slow kinetics of this light response matched those of the photic entrainment mechanism, suggesting that these ganglion cells may be the primary photoreceptors for this system.

8 FEBRUARY 2002 VOL 295 SCIENCE





766 IARC MONOGRAPHS VOLUME 98

"6. Evaluation and Rationale

6.1 Cancer in humans

There is *limited evidence* in humans for the carcinogenicity of shiftwork that involves night work.

6.2 Cancer in experimental animals

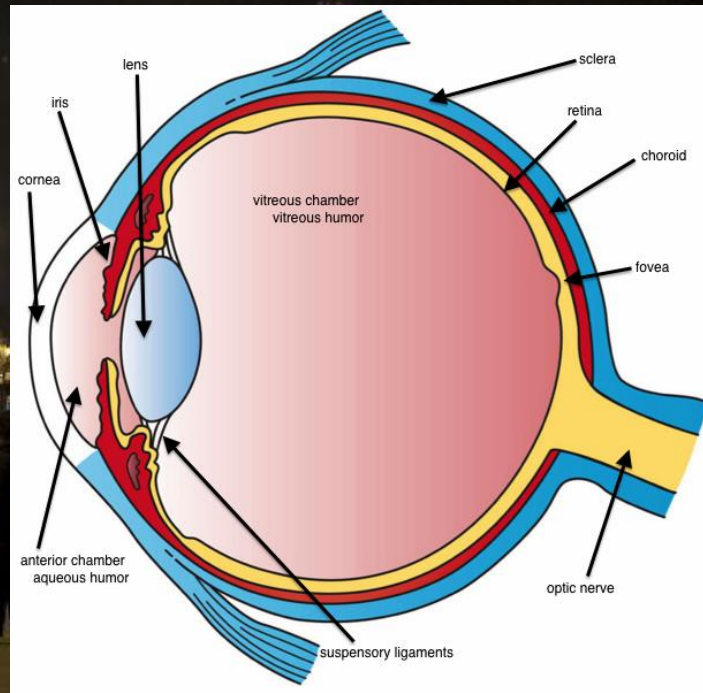
There is *sufficient evidence* in experimental animals for the carcinogenicity of light during the daily dark period (biological night).

6.3 Overall evaluation

Shiftwork that involves circadian disruption is *probably carcinogenic to humans (Group 2A)*. "

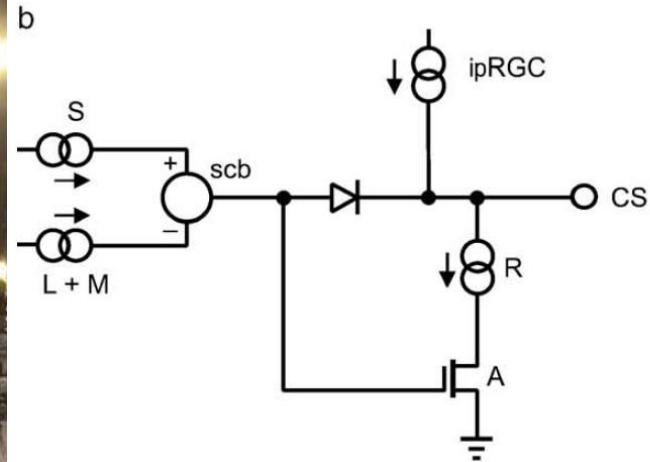
Impactes

Els efectes circadianos de la llum són usualment avaluats a partir de la irradiància espectral sobre un pla tangent a la còrnia i perpendicular a l'eix òptic de l'ull.



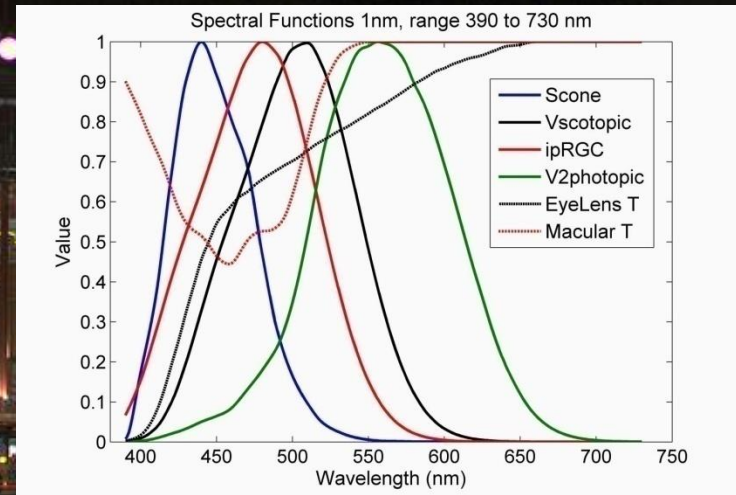
Creative Commons Attribution 3.0 Unported
Artwork by Holly Fischer

Impactes



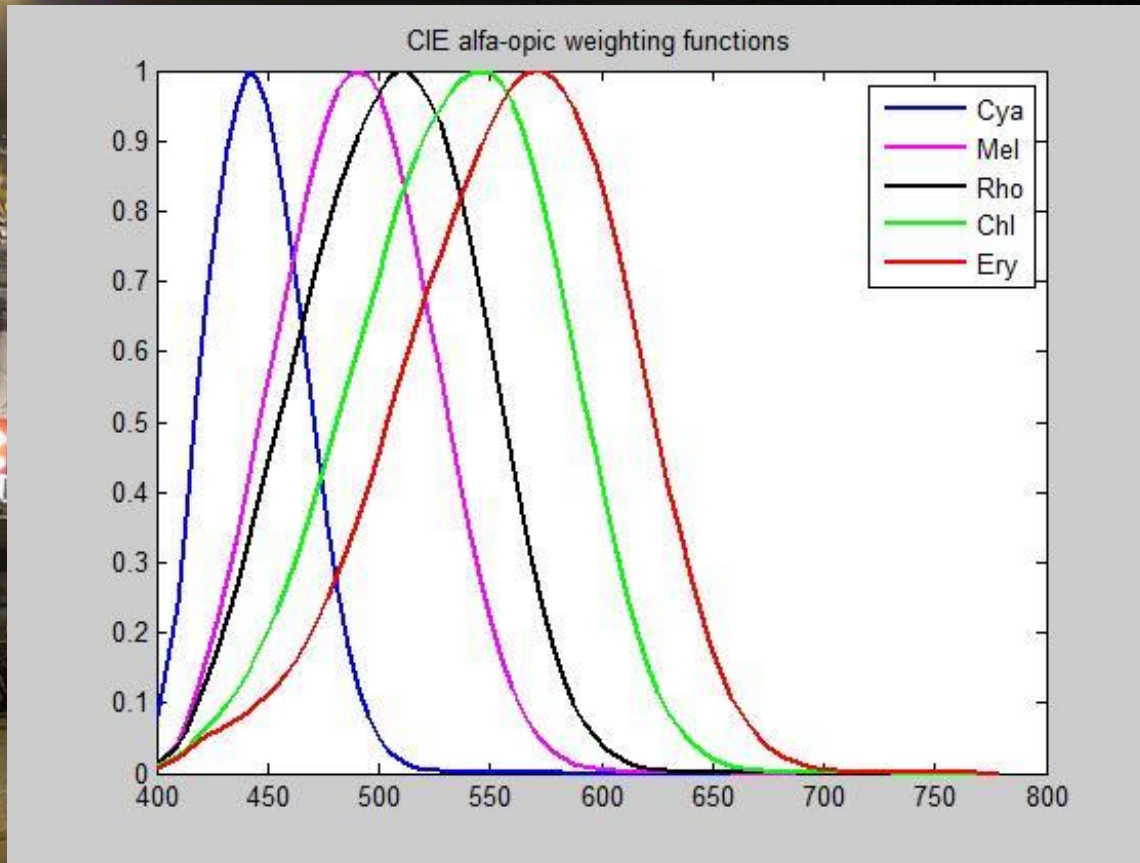
- CS - circadian stimulus
- S - S-cone photoreceptor
- scb - S-cone bipolar
- L+M - L- and M-cone photoreceptor
- ipRGC - melanopsin-expressing retinal ganglion cell
- R - rod-based current shunting
- A - amacrine transistor

A spectral opponency model by MS Rea, MG Figueiro, A Bierman and R Hamner, "Modelling the spectral sensitivity of the human circadian system," *Lighting Research and Technology* 2012; 44:386-396.

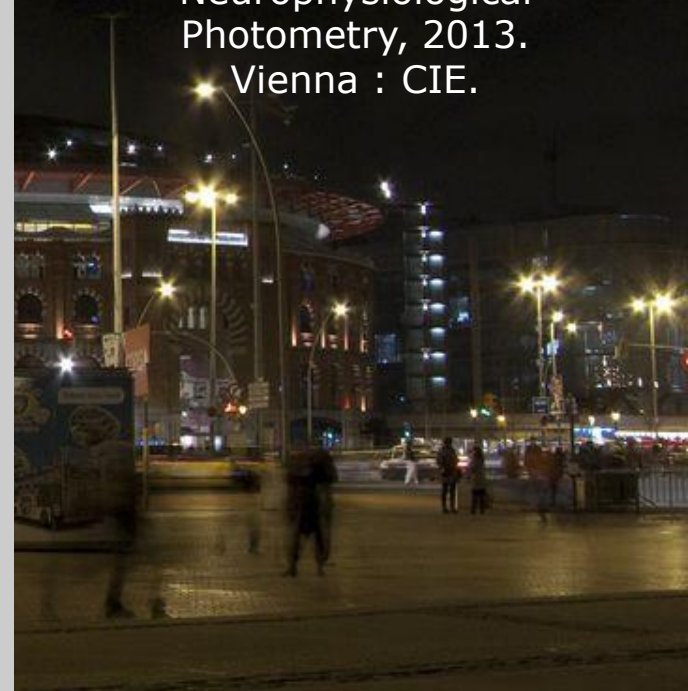


$$CL_A(2012) = \begin{cases} 1622 \left\{ \int Mc_\lambda E_\lambda d\lambda + \left[a_{b-y} \left(\int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda \right) - a_{rod} \left(1 - \exp \left(- \frac{\int V_\lambda' E_\lambda d\lambda}{RodSat} \right) \right) \right] \right\} & \text{if } \left(\int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda \right) \geq 0 \\ 1622 \int Mc_\lambda E_\lambda d\lambda, & \text{if } \left(\int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda \right) < 0 \end{cases}$$

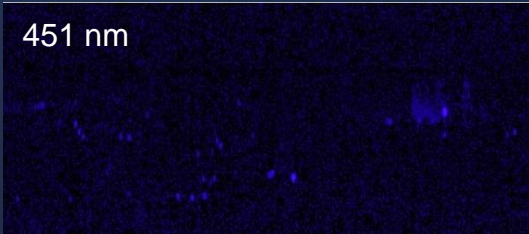
Impactes



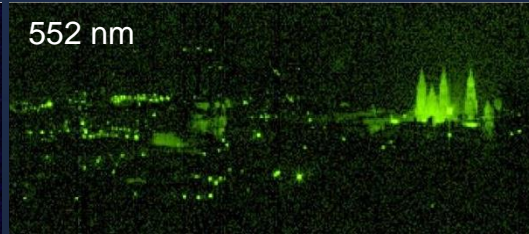
CIE, Commission
Internationale de l'Éclairage,
2015. CIE Publication TN
003:2015 Report on the First
International Workshop on
Circadian and
Neurophysiological
Photometry, 2013.
Vienna : CIE.



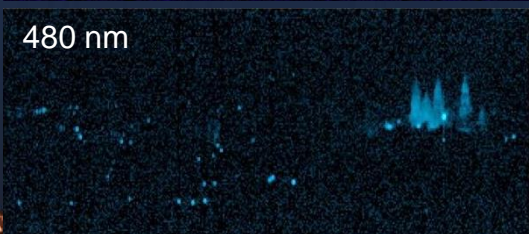
451 nm



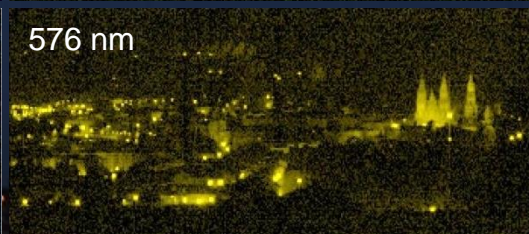
552 nm



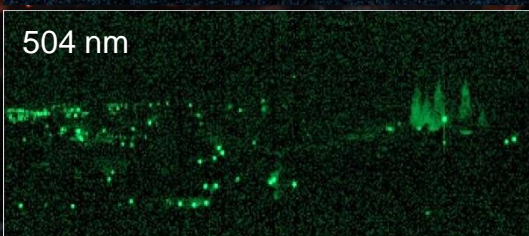
480 nm



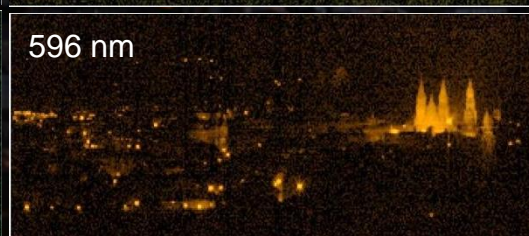
576 nm



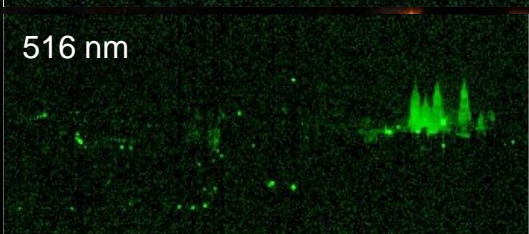
504 nm



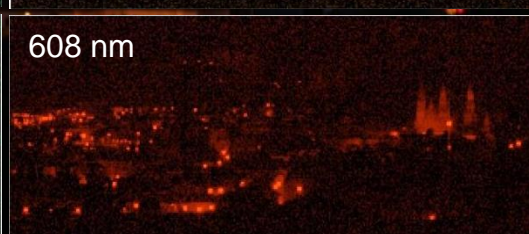
596 nm



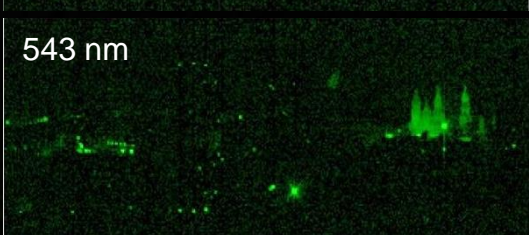
516 nm



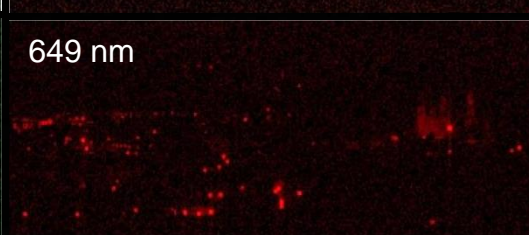
608 nm



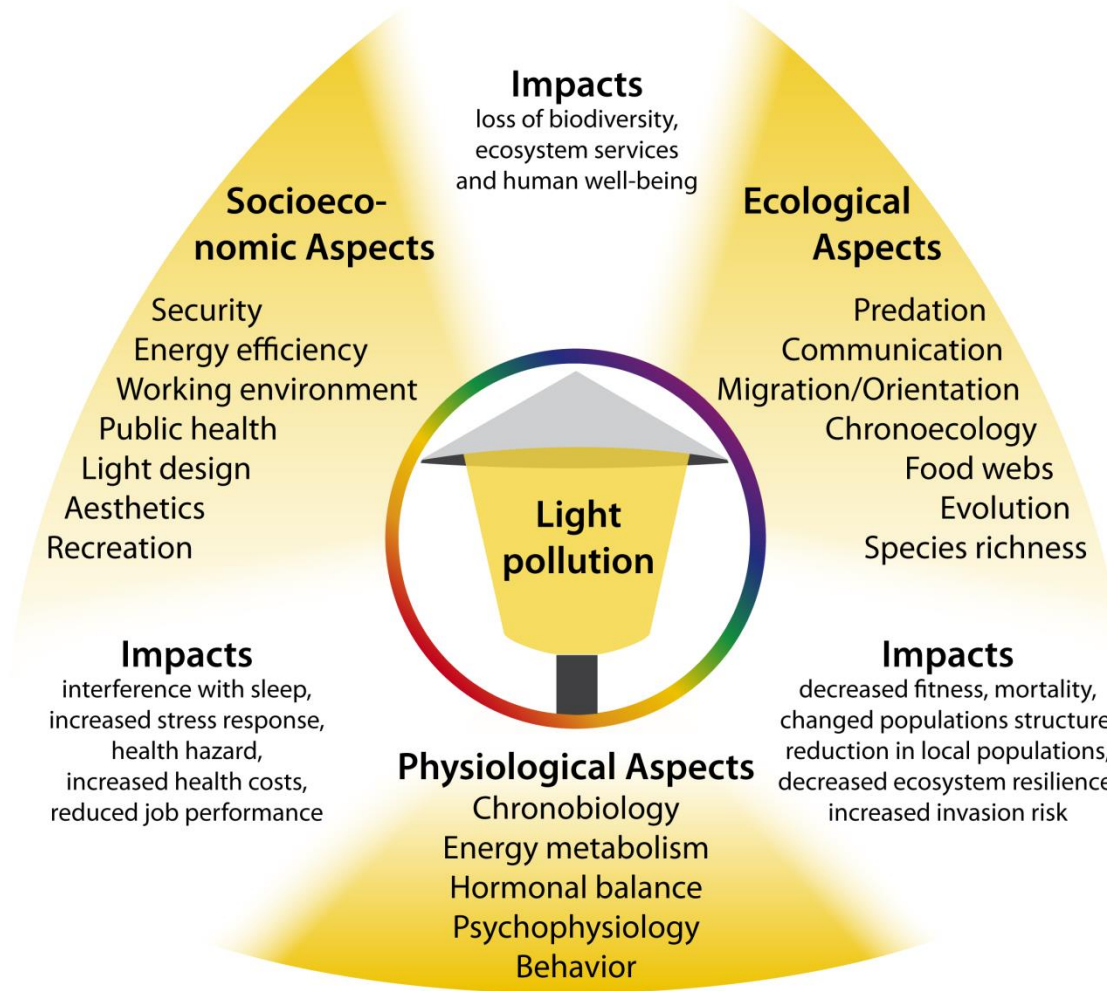
543 nm



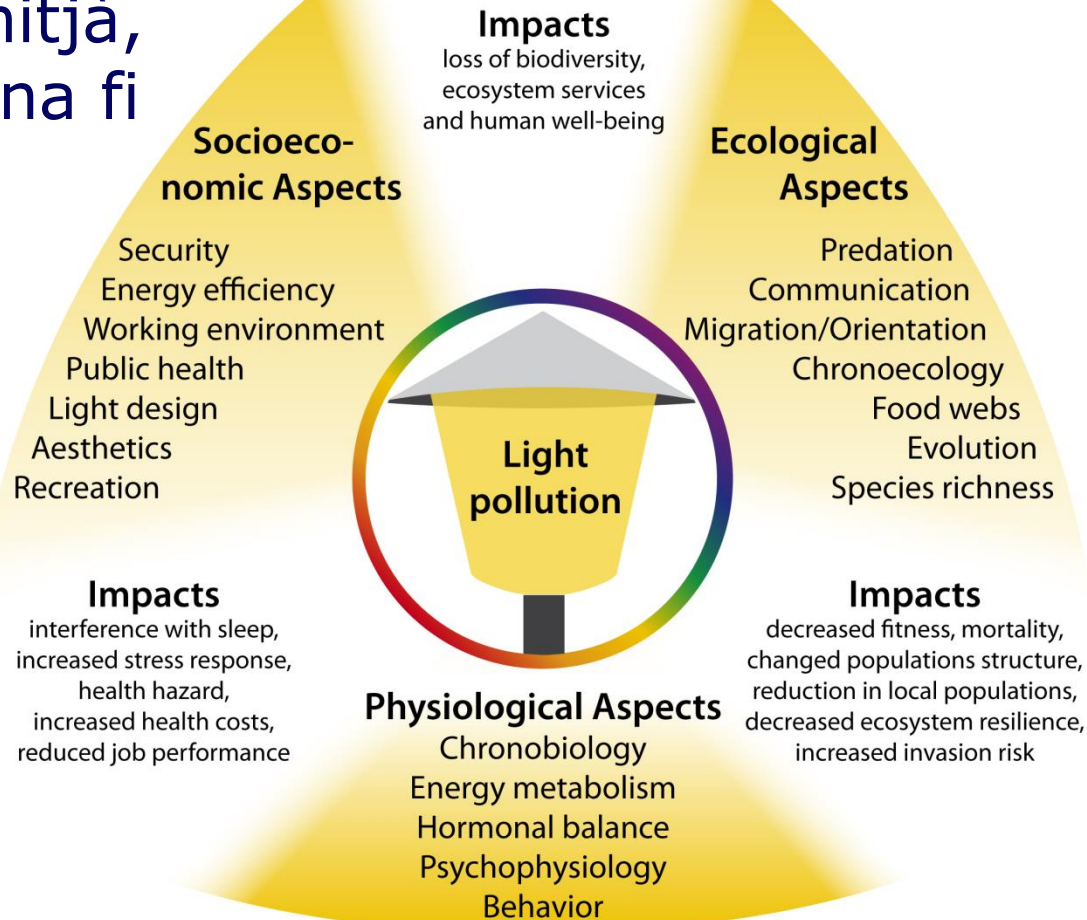
649 nm



El repte d'una il·luminació sostenible



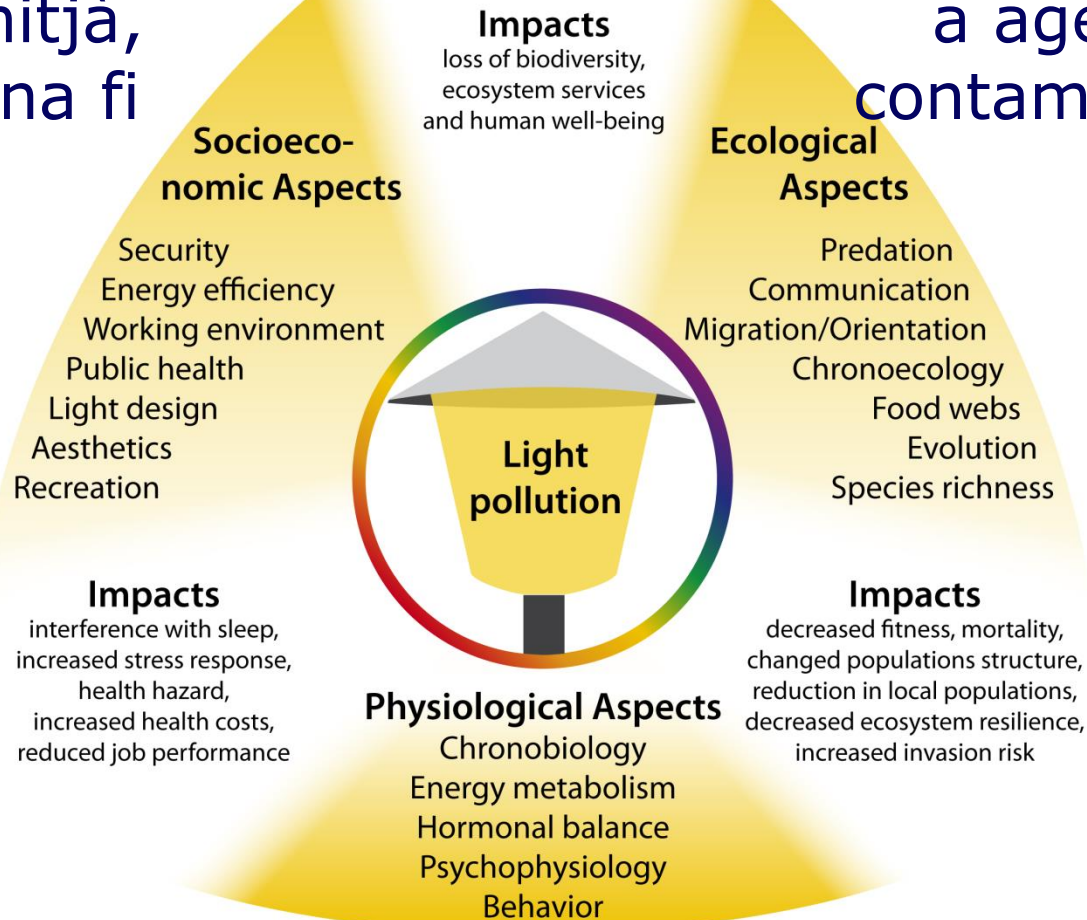
La llum:
un mitjà,
no una fi



El repte d'una il·luminació sostenible

La llum:
un mitjà,
no una fi

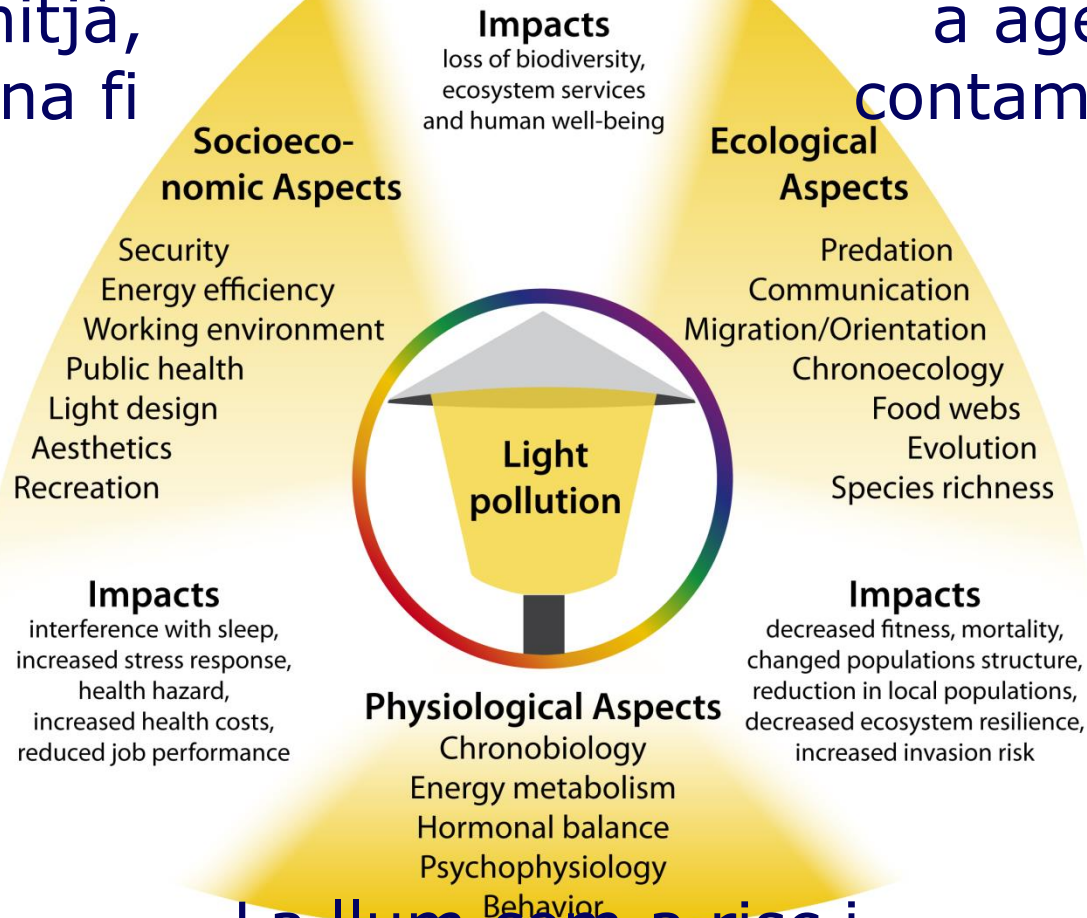
La llum com
a agent
contaminant



El repte d'una il·luminació sostenible

La llum:
un mitjà,
no una fi

La llum com
a agent
contaminant



La llum com a risc i oportunitat per a la salut

MILLORAR LES TÈCNIQUES I MODELS

- Predir amb exactitud els nivells de CL
- Quantificar globalment els efectes no visuals de la llum
- Avaluar els efectes a nivell d'ecosistemes

TRANSFERIR AQUESTES MILLORES A LA PRÀCTICA, MITJANÇANT

- La definició de límits MPE per evitar efectes negatius sobre la salut
- La definició de límits MPE per mantenir l'afectació mediambiental en nivells acceptables
- L'adaptació i reforç del marc legal i reglamentari



ACTUAR

- Aplicar assenyadament el principi de precaució
- Dissenyar des d'una visió global, no solament energètica
- Posar èmfasi en el descens en el consum d'energia, no l'eficiència
- Promoure una nova "cultura de la llum"
- Implementar plans de transició factibles
- Posar en pràctica mecanismes de verificació i control





Because every **DAY**
needs a **NIGHT**

The International Dark-Sky Association
www.darksky.org