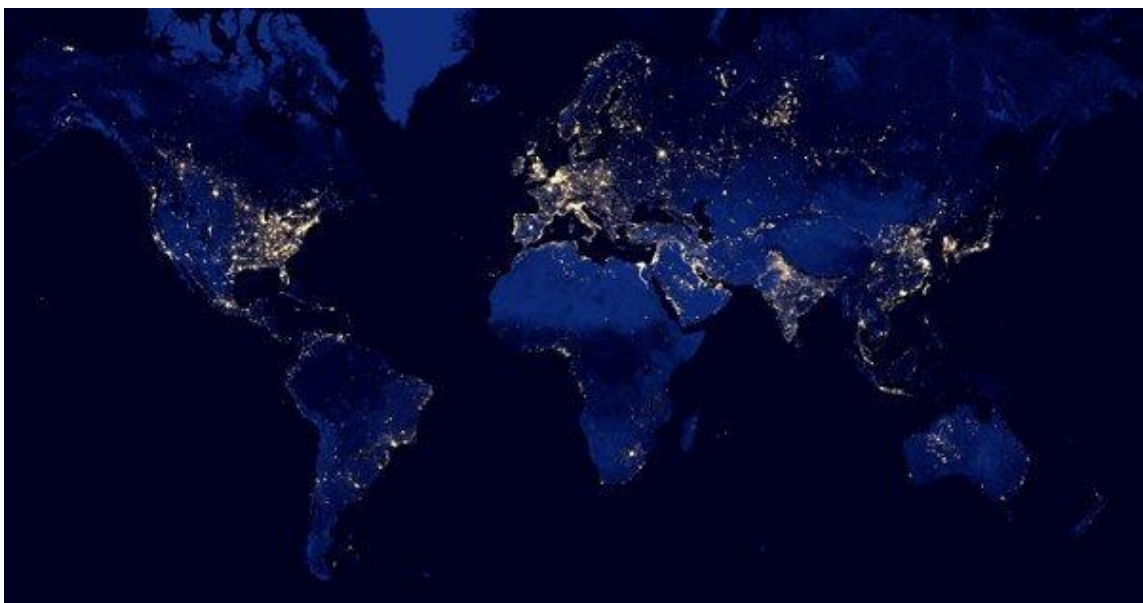


OLLOS NO CEO: EXPLORANDO A CONTAMINACIÓN LUMINOSA GLOBAL CON MAPAS POR SATÉLITE

Tradución do artigo "[Eyes in the Sky: Exploring global light pollution with satellite maps](#)" publicado o 6 de abril de 2016 no sitio web da IDA, International Dark-Sky Association. Versión galega de Estíbaliz Espinosa Río, publicada o 26 de maio de 2016 na web da Agrupación Astronómica Ío.



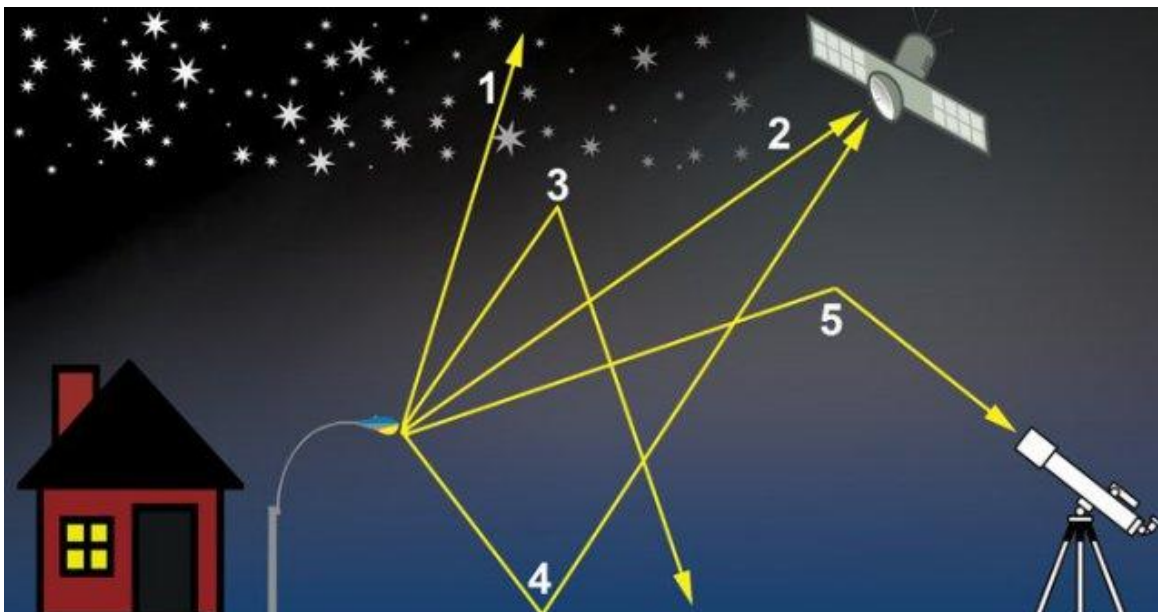
Composición de imaxes da Terra de noite feita con datos do instrumento VIIRS da sonda Suomi NPP. Fonte: NASA.

Miles de millóns de persoas no mundo experimentan a cotío a contaminación luminosa na forma dun halo no ceo (o denominado en inglés *skyglow*): ese perpetuo resplandor sobre as cidades pola noite. O halo procede da luz en terra a se dispersar na atmosfera e que regresa aos nosos ollos, borrando por completo as estrelas.

Pero unha parte desa luz logra atravesar a atmosfera e escapar ao espazo. Os satélites que orbitan a Terra intercétana, e as súas cámaras fornecen valiosas probas xa non só do xeito en que empregamos a luz no mundo e en que lugares, senón tamén da medida en que iso está cambiando. Unha morea de fontes e recursos dispoñibles na rede axudan aos entusiastas dos ceos escuros a acceder ás imaxes deses satélites, para así coñeceren mellor a luz no seu propio entorno local.

Cómo se dispersa a luz creando contaminación lumínica e halo no ceo

A ilustración de abaixo ilustra cómo parte da luz que emitimos dende a Terra acaba nas lentes das cámaras a bordo dos satélites.



As luminarias urbanas emiten luz en moitas direccións. Algúns deses raios de luz (“1”) diríxense dereitos ao ceo e atravesan por completo a atmosfera terrestre. Deses raios, uns poucos (“2”) hanos detectar os satélites mentres pasan polo lado nocturno do planeta. Noutros casos (“3”) partículas de po ou moléculas na atmosfera dispersan eses raios de volta ao chan, ocasionando ese *skyglow* tan coñecido sobre as nosas cidades. Ás veces, os raios dirixidos cara abaixo (“4”) reflicten de novo dende o chan ao ceo, onde poderían superar a atmosfera e seren captados polos satélites. Finalmente, algúns raios que se dispersan de novo ao chan (“5”) entran nos telescopios dos astrónomos, bloqueando por completo a súa visión do universo.

A cantidade de luz detectada polos satélites supón unha estimación básica e fiable da cantidade total de luz emitida ou dispersada cara arriba dende o chan. Se asumimos canta luz regresa á Terra como resultado da reflexión ou dispersión na atmosfera, podemos facer o cálculo e deducir canta luz saíra previamente dende o chan. Con esta información, os e as investigadores averiguan abondosa información de interese acerca do uso humano da luz en particular, así como sobre patróns do seu comportamento global en xeral.

A historia dos datos de luz nocturna dos satélites

Algúns dos primeiros satélites artificiais, lanzados nos anos 60 para monitorizar o tempo atmosférico, podían observar as luces nocturnas da Terra, pero as súas cámaras non eran abondo potentes para efectuaren medicións de utilidade científica. Pola mesma altura, o Departamento de Defensa dos EEUU comezou o seu Programa do Satélite Meteorolóxico de Defensa (Defense Meteorological Satellite Program, en adiante DMSP nas súas siglas en inglés) para recoller información climática en apoio das necesidades militares

norteamericanas. Durante parte de cada órbita un satélite do DMSP atópase na sombra da Terra, na cara nocturna do noso planeta, alí onde as súas cámaras rexistran non só nubes e continentes, senón tamén as luces das nosas cidades.

En decembro de 1972, o Programa do Satélite Meteorolóxico de Defensa desclasificouse, co que os seus datos ficaron abertos para a comunidade científica civil. Os investigadores de contaminación luminosa decatáronse decontado do valor desta nova fonte de datos. Os modelos de cómo a luz viaxa a través da atmosfera terrestre predín as fraccións desa luz que escaparán espazo arriba ou ben dispersaranse de volta ao chan, e as imaxes do DMSP poderían empregarse como proba esencial de tales predicións. Ao principio, as probas presentáronse en imaxes individuais do DMSP, a amosaren soamente un pequeno anaco de Terra de cada vez.

No 2001 publicouse un [Atlas mundial](#) de luz artificial nocturna, confeccionado a partir das imaxes individuais tomadas nas noites despexadas sen luar. Grazas a unha coidada calibración dos datos e a un modelo da transmisión da luz a través da atmosfera da Terra, o Atlas mundial forneceu as primeiras medicións globais da cantidade de luz de orixe humana. Sen embargo, dado que o obxectivo do DMSP era a predición do tempo, as cámaras que ían a bordo deses satélites carecían da calidade para discernir detalles a nivel do chan. Moitas cidades víanse simplemente como coruscantes retrincos de luz, sen ir polo miúdo.

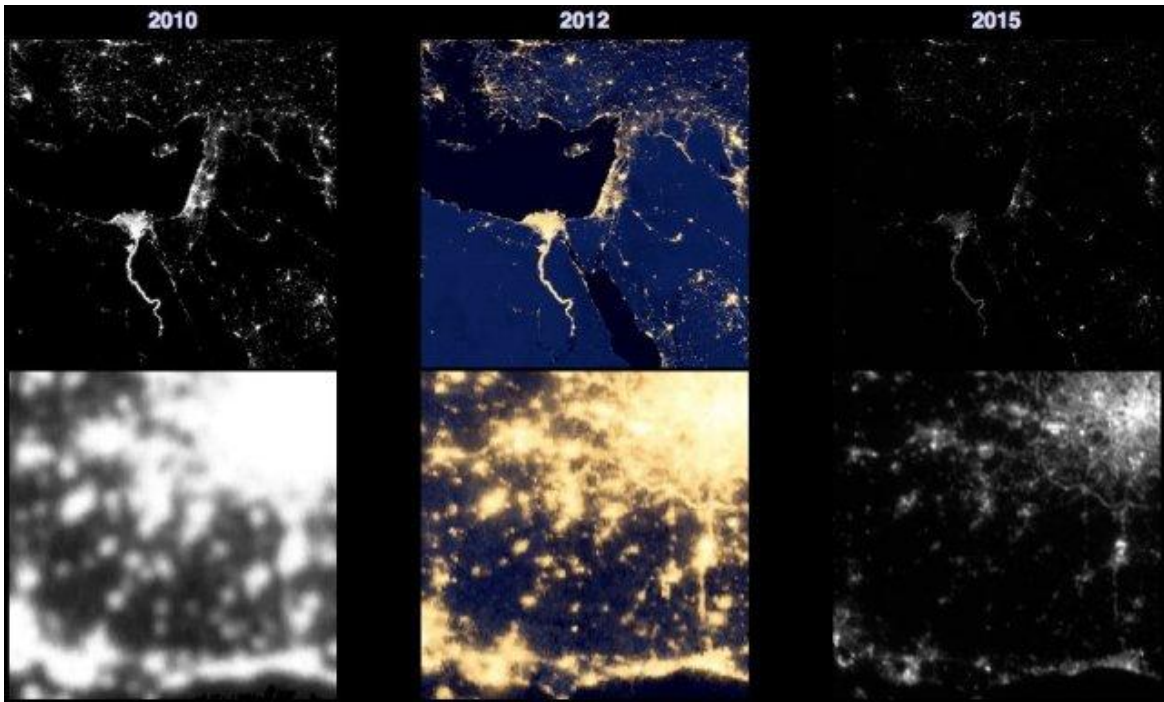
En datas máis recentes, no 2011, a Administración Nacional de Océano e Atmosfera (en adiante NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, nas súas siglas en inglés) botou o satélite Colaborativo Nacional de Órbita Polar Suomi ou Suomi NPP. Este satélite puxo en órbita unha cámara denominada Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (un equipo de Escáner Radiométrico de Luz Visible e Infravermella, VIIRS nas súas siglas en inglés). Unha cámara equipada con algúns dos mellores sensores e lentes enviados a misións espaciais de natureza civil, o cal transformou o xeito de ver a nosa Terra na noite. Mentres que as imaxes nocturnas dos satélites do DMSP podían localizar obxectos duns 3 kms. de tamaño, VIIRS ve obxectos de menos de 1 km. Como resultado, examinamos detalles polo miúdo: autoestradas ou circunvalacións en torno ás cidades. Se queres ler máis sobre as capacidades técnicas do DMSP e o VIIRS [vai aquí](#).

A riada virtual de datos proporcionada polos satélites DMSP e o Suomi NPP está aberta ao público. Velaquí algunhas webs onde poderás botar un ollo a esas imaxes:

The [Blue Marble](#) (A canica azul)

Este [sitio](#) toma imaxes conxuntamente do DMSP e do VIIRS e superponas nun Google Maps interactivo que permite aos usuarios desprazárense polo globo terráqueo, e facer zoom naquelas áreas de especial interese. Hai dispoñibles mapas de cada ano dende 2008 até 2015, agás do 2011. A comparación entre os diferentes anos acusa o cambio na cantidade de luz dun lugar específico da

Terra. A figura inferior, que amosa a rexión oriental do Mar Mediterráneo (ringleira superior) e un zoom na área do sudeste de Londres, Reino Unido (ringleira inferior), ilustran a significativa mellora na resolución das imaxes logo de que os datos da VIIRS estivesen ao alcance en 2012.



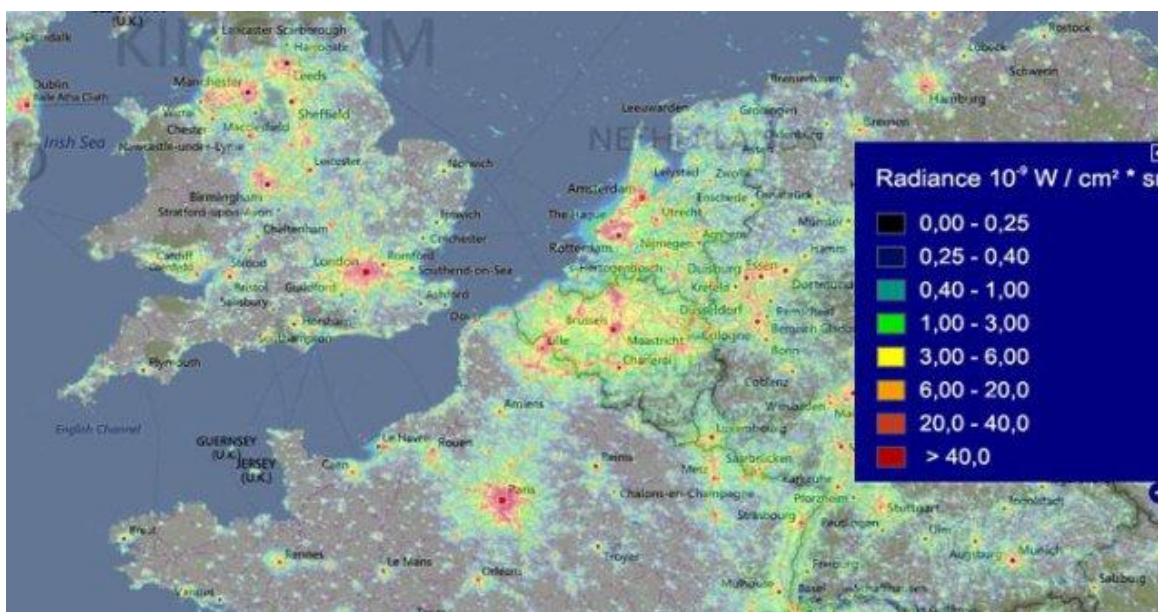
Fixádevos: malia que os mapas de 2012 e 2015 proceden da mesma fonte, teñen un aspecto ben distinto. As imaxes de 2012 preséntanse enfatizando a luz tenue das áreas rurais dependentes de núcleos urbanos, que aparecen brillantes e sen trazos. As imaxes de 2013-2015, pola contra, están axustadas para reflectiren con precisión as grandes diferenzas de brillo dentro das propias cidades, o cal ocasiona que as zonas rurais aparezan moi escuras. A imaxe inferior, que abrangue uns 250 kms. con centro na cidade estadounidense de Chicago, amosa a luz nocturna da área metropolitana de Chicago diferenciada en cidades individuais e arrabaldes.



Os lectores interesados podedes obter os datos máis frescos directamente da web da NOAA. Dispoñen de imaxes promedio tanto [diarias](#) como [mensuais](#). Pero ollíño que son arquivos moi pesados!

[Lightpollution.info](#)

Jurij Stare, de Eslovenia, creou un [sitio web](#) parecido a Blue Marble, pero cunha característica engadida: os mapas de luz están calibrados en unidades reais, o cal permite aos usuarios facer simples (pero cuantitativas) comparanzas entre as cantidades de luz emitida ao espazo en distintos lugares do mundo. A web solapa imaxes do DMSP e VIIRS encol dun Mapa interactivo Bing. O exemplo de abaixo mostra a Europa do noroeste, que contén algúns dos territorios con maior contaminación luminosa do mundo, xunta unha escala (á dereita) co significado das cores en intervalos de magnitudes físicas.



A escala de cor neste mapa resulta especialmente útil á hora de valorar a cantidade de luz proxectada dende as cidades ás áreas rurais.

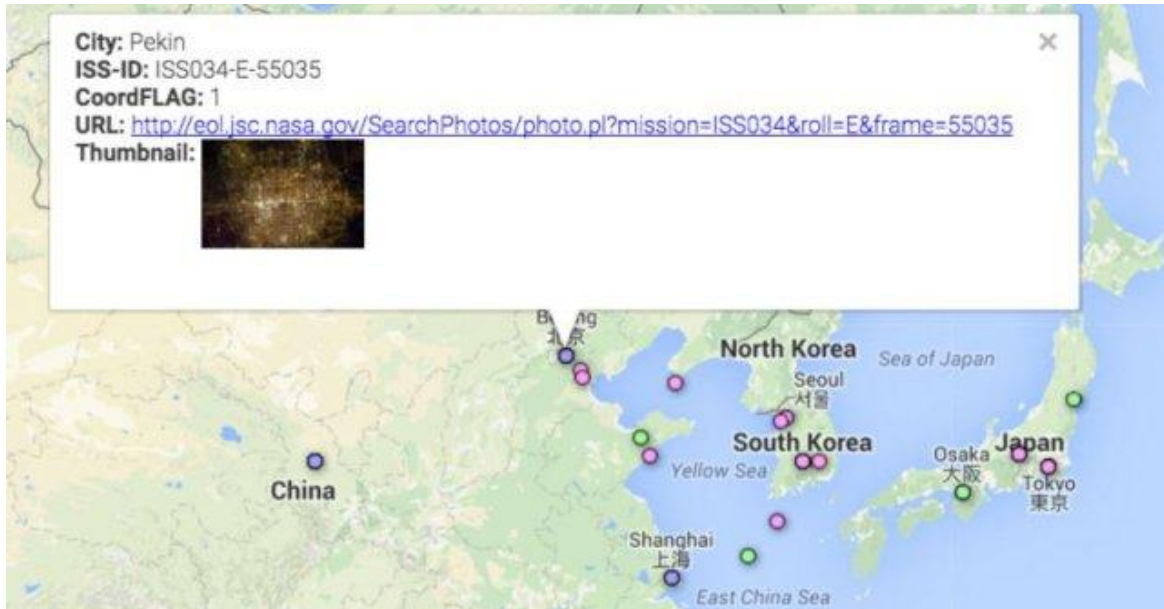
O verdadeiro poder dos mapas de Blue Marble e Lightpollution.info reside en que son quen de botar un ollo a distintas rexións da Terra ao longo do tempo para comprobar se a cantidade de luz emitida mellora...ou vai a peor. Estoutra imaxe compara imaxes da VIIRS do delta do río Níxer, ao sur de Nixeria, en 2012 (esquerda) e 2015 (dereita). O dramático incremento de luz entre estes dous anos débese ao aumento da extracción petrolífera nesta rexión, con máis de 2 millóns de barrís de cru ao día.



Cities At Night

Finalmente, contamos cunha fonte máis de imaxes das luces nocturnas da Terra: a dos astronautas a bordo da Estación Espacial Internacional. Usando cámaras SLR e [monturas de seguimento terrestre](#), os astronautas compilaron miles de imaxes coma estas.

O proxecto [Cities at Night](#) céntrase en que os propios usuarios identifiquen as cidades das fotos. Os obxectivos de moitas das imaxes dos astronautas son descoñecidos, xa que a información de posición gravada para a Estación Espacial só se refire ao punto exacto da Terra baixo o seu vieiro orbital, mentres que a meirande parte das veces os astronautas toman fotos que se desvían do vieiro que orbitan. Cities at Night apela á familiaridade dos usuarios con respecto ás súas propias cidades, para así recoñeceren os patróns de estradas e outras estruturas acesas que figuran nas fotos. As imaxes identificadas preséntanse nunha base de Google Maps con marcadores sinalando as imaxes orixinais. O exemplo inferior amosa unha imaxe xa identificada de Beijing, China.



Grazas á baixa órbita da Estación Espacial –uns 410 kms. de altitude en promedio sobre a superficie da Terra- as imaxes das cidades tomadas polos astronautas posúen a maior resolución de todas. Vemos estradas, aeroportos, mesmo edificios individuais acendidos. Así mesmo, indícanos que as cores nocturnas das cidades están a experimentar certos cambios.

Estas dúas imaxes son da cidade italiana de Milán, tomadas dende a Estación Espacial Internacional en 2012 (esquerda) e 2015 (dereita).



O centro urbano tornouse notoriamente máis azul nese período, logo de que Milán substituíse boa parte das luminarias municipais (lámpadas de vapor de sodio a baixa presión) por lámpadas de LED brancas. Outros instrumentos, como VIIRS, recollen tamén estes cambios. Hai que ter en conta, porén, que a VIIRS non é especialmente sensible á luz azul extra que emiten os novos sistemas de alumeadado público de luz LED branca, así que as cidades que fixeron o cambio a LED (como Milán) semellan terse escurecido nos últimos anos, cando probablemente non é así.

Que máis petiscos de información de interese sobre o noso planeta (e os seus habitantes) agardan ser descubertos nas imaxes orbitais da Terra nocturna? Botade un ollo vós mesmos!