UNIDADE DIDÁTICA

CITIES AT NIGHT (CIDADES NOTURNAS)

CIÊNCIA CIDADÃ PARA LOCALIZAR AS FONTES DE POLUIÇÃO LUMINOSA

UNIDADE DIDÁTICA CITIES AT NIGHT

CIÊNCIA CIDADÃ PARA LOCALIZAR AS FONTES DE POLUIÇÃO LUMINOSA

Autores:
Lucía García Sánchez-Carnerero
Alejandro Sánchez de Miguel

Layout:
Daniel Lisbona Rubira

Edição:
Miguel Ángel Queiruga Dios

Tradução e adaptação para Português (Brasil):
Tharcisio Alexandrino Caldeira

Esta Unidade Didática é compartilhada por meio dos sites:
https://ibercivis.es
https://ciencia-ciudadana.es

Editorial Q
ISBN: 978-84-15575-12-2

Publicado sob licença CC BY-SA 4.0 ES

Nesta Unidade Didática você encontrará

- **Material para professores**
- **Material para estudantes**

CITIES AT NIGHT

ÍNDICE

Introdução - página 1

1. Objetivos de aprendizagem - página 2

2. Poluição Luminosa - página 4

3. Proposta científica e educacional de ciência cidadã - página 5

4. Educação científica e inclusiva nas escolas - página 6

5. Implementação do projeto e metodologia - página 7

Apêndice: Soluções para as atividades propostas - página 8

CITIES AT NIGHT MATERIAL PARA PROFESSORES

CIÊNCIA CIDADÃ PARA LOCALIZAR AS FONTES DE POLUIÇÃO LUMINOSA

INTRODUÇÃO

A Unidade Didática apresentada nestas páginas é uma proposta para trabalhar, **em turmas dos últimos anos do ensino fundamental e primeiros anos do ensino médio**, a localização de fontes de poluição luminosa por meio do projeto de ciência cidadã Cities at Night.

https://citiesatnight.org/

Inicialmente são apresentados **conteúdos introdutórios sobre poluição luminosa, seus tipos e os efeitos negativos da iluminação artificial noturna**. Em seguida, serão apresentadas as formas mais eficientes para se instalar fontes de iluminação que minimizem estes efeitos.
Posteriormente, **o projeto Cities at Night é apresentado**, bem como seus objetivos e sua relação com a ciência cidadã. Também são sugeridas atividades adaptáveis ao nível dos estudantes.
Por fim, são compartilhados alguns *links* com informações complementares tanto para estudantes quanto para professores.

Pretende-se, com isto, apresentar **conteúdos que possam ser implementados em sala de aula** e que, ao mesmo tempo, possam servir de guia para estudantes e professores participarem deste projeto de ciência cidadã.

Projetos de ciência cidadã só são possíveis graças à contribuição de muitas pessoas. Pesquisadores, divulgadores e voluntários de diversos tipos contribuem para que este projeto cresça e possa se tornar útil para a ciência e para a sociedade.

1 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Favorecer o desenvolvimento de uma consciência ambiental, ao destacar a importância da qualidade da iluminação artificial noturna, bem como seu impacto em todos os seres vivos, ressaltando a necessidade de preservação de regiões sem poluição noturna.

Promover o trabalho cooperativo por meio da apreciação de um projeto a ser desenvolvido com a participação de todos os seus companheiros.

Desenvolver consciência cidadã e responsabilidade social, destacando a importância de ações individuais no desenvolvimento de um projeto ambiental global.

Desenvolver a competência científica, por meio da participação de um projeto científico real.

Conhecer as principais fontes de poluição luminosa, bem como os mecanismos para poder evitá-la.

Desenvolver consciência a respeito dos efeitos negativos da poluição luminosa sobre a saúde humana.

Compreender o que é ciência cidadã e perceber a importância desta como agente de transformação da sociedade.

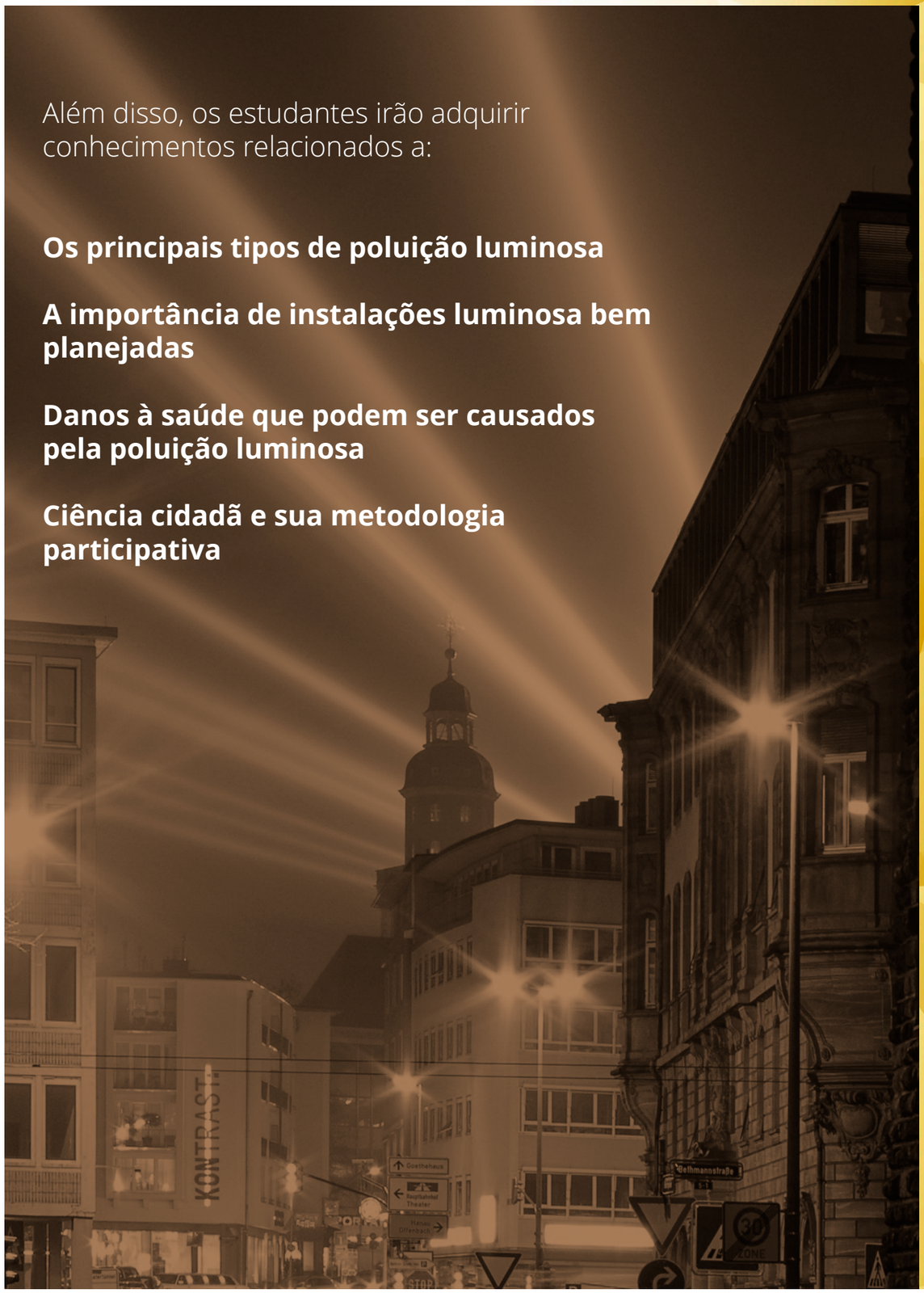
Além disso, os estudantes irão adquirir conhecimentos relacionados a:

Os principais tipos de poluição luminosa

A importância de instalações luminosa bem planejadas

Danos à saúde que podem ser causados pela poluição luminosa

Ciência cidadã e sua metodologia participativa



2 POLUIÇÃO LUMINOSA

O estudo da poluição luminosa por meio da análise de imagens de satélite é um dos métodos de pesquisa mais inovadores e de maior impacto científico e social. Este tipo de pesquisa está evoluindo rapidamente, nos últimos anos, de forma que alguns dos resultados científicos de maior impacto mundial foram obtidos por meio deste tipo de análise.

A maioria das imagens de satélite são geradas por astronautas para fins de divulgação e, em função disso, quase nunca são catalogadas, localizadas e/ou georreferenciadas. Além disso, as agências espaciais publicam menos de 1% destas imagens em seus *press releases* e mídias sociais. O restante das imagens encontra-se armazenado na base de dados da NASA, sem uso algum. Estas imagens contêm, por exemplo, fotografias de estrelas, auroras e crepúsculos. Além disso, essa base de imagens contém diversas fotografias noturnas, importantes para o estudo da poluição luminosa. Muitos cientistas desejam utilizar estas imagens, porém não possuem os recursos para localizar os dados que necessitam, pois necessitam classificar adequadamente as imagens.

A fim de tornar estes dados mais acessíveis, estas imagens necessitam ser georreferenciadas para que as regiões do mapa possam coincidir exatamente com as imagens obtidas. Assim, cidades, vilas e demais regiões representadas nas imagens precisam ser devidamente identificadas.

Cabe destacar que as últimas imagens noturnas georreferenciadas datam de 2003, quando a ISS gerou fotos coloridas e de alta resolução da Terra.

Nesse sentido, será apresentado o aplicativo “Lost at Night - v2”, projetado para contribuir significativamente com a identificação da localização destas imagens. O aplicativo, que é parte do projeto Cities at Night, pode ser encontrado no seguinte site:

https://lostatnight.org

3 PROPOSTA CIENTÍFICA E EDUCATIVA DE CIÊNCIA CIDADÃ

Muitas vezes, **a ciência aparenta estar desconectada de nosso cotidiano**. Essa falta de comunicação adequada entre a sociedade e o mundo científico leva muitas pessoas a não se importarem com projetos científicos, pois não conseguem compreender o desenvolvimento da pesquisa, tampouco o processo de coleta de dados ou mesmo os resultados destes projetos.

Nesse contexto, **a ciência cidadã busca aproximar ciência e sociedade**, estimulando o público a se envolver mais em atividades científicas em curso e, com isso, **promover a formação científica dos cidadãos.**

Projetos de ciência cidadã, portanto, envolvem ativamente a sociedade nas atividades científicas, a fim de gerar novo conhecimento e um melhor entendimento da ciência, de maneira geral. Além disso, a sociedade exerce um papel fundamental na ciência cidadã, ao gerar dados, coletar, analisar ou descrever objetos de pesquisa.

Ao trazer a ciência cidadã às escolas, a pesquisa científica é estimulada e se torna mais acessível. Estudantes aprimorarão seu nível de conhecimento científico, em função do envolvimento deles em diferentes estágios de pesquisas científicas.

O principal objetivo do projeto **Cities at Night** é aplicar a metodologia da ciência cidadã para resolver um problema que, de outra maneira, seria insolúvel: identificar adequadamente as regiões capturadas nas inúmeras fotografias noturnas geradas pelos astronautas na ISS.

Durante este processo, cientistas cidadãos:

Aprenderão sobre poluição noturna e serão alertados quanto à quantidade de luz que diferentes cidades emitem até o espaço;

Participarão de um projeto científico real;

Fomentarão sua vocação científica, encorajando uma potencial carreira na área.

4 EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E INCLUSIVA NAS ESCOLAS

O **desenvolvimento das competências científicas do século XXI, a alfabetização científica e o fomento à formação do pensamento crítico e à educação inclusiva** demandam a adoção de práticas inovadoras nas salas de aula.

A alfabetização científica, segundo o Pisa 2015, se refere à aquisição das seguintes competências:

1) Capacidade de explicar cientificamente um fenômeno;
2) Capacidade de avaliar e estruturar uma pesquisa científica
3) Capacidade de interpretar dados e evidências científicas

Nesse sentido, um aspecto fundamental diz respeito à **implementação de atividades de pesquisa em salas de aula**, que permitirá ao estudante compreender como funciona a ciência e o método científico. Os estudantes devem perceber que a ciência praticada em sua sala de aula está conectada à pesquisa científica real e às instituições reais de pesquisa.

A ciência cidadã, em geral, atende a estas necessidades, trabalhando:

- A alfabetização científica, envolvendo a participação de todos os estudantes nos processos de construção científica;

- A investigação científica, apresentando a atividade científica como algo real, necessário e conectado à sociedade, no século XXI;

-A inclusão social, pois a ciência cidadã é voltada para todos os cidadãos, independentemente de gênero, idade, raça, classe social etc.

É de suma importância destacar o aspecto inclusivo deste projeto, tanto nas salas de aula quanto na sociedade. O formato deste projeto permite a participação de pessoas com limitações severas de diversos tipos, bem como a participação de escolas de diferentes níveis.

Ao se falar de inclusão nas escolas, é preciso pensar na capacidade de atendimento à diversidade de necessidades do corpo discente, fomentando a maior participação de todos no processo de ensino-aprendizagem. O projeto **Cities at Night** pode ser utilizado como elemento estruturante desta educação inclusiva, posto que a simplicidade das atividades experimentais a serem implementadas permite ampla adaptação curricular, de acordo com as necessidades dos estudantes envolvidos.

5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO E METODOLOGIA

Diariamente, astronautas a bordo da ISS tiram fotografias de nosso planeta. Algumas são publicadas em diferentes meios de comunicação, porém quase meio milhão de imagens permanecem não categorizadas/classificadas no depósito de imagens da NASA, fazendo com fiquem praticamente inacessíveis para pesquisadores.

O projeto Cities at Night pretende utilizar estas imagens para criar o primeiro mapa mundial noturno de alta resolução e colorido. O atual mapa noturno disponível, além de ser em preto-e-branco, é de baixa resolução, de forma que as imagens se tornam desfocadas ao serem ampliadas.

O novo mapa noturno, portanto, não somente permitirá **a observação detalhada das regiões desejadas**, mas também trará uma característica totalmente nova, que é a **identificação da cor da iluminação artificial de nossas cidades**, o que trará uma nova fonte inestimável de dados científicos.

O projeto Cities at Night já avançou diversos estágios de desenvolvimento nos últimos anos, inclusive lançando diferentes aplicativos, responsáveis por diferentes tarefas em prol deste objetivo principal.

Atualmente, o aplicativo Lost at Night está em busca de cientistas cidadãos para auxiliar na tarefa de identificar cidades por meio de fotografias noturnas. Essa identificação tem, como base, uma lista de possíveis cidades situadas no campo de visão da ISS no momento da fotografia. Por exemplo, a partir de uma fotografia noturna da região da Zaragoza (Espanha), o aplicativo pode auxiliar a indicar se a fotografia se refere à Madri, Bilbao ou outra cidade da região em questão.

O aspecto noturno das cidades é diferente do aspecto que as pessoas estão acostumadas a ver em mapas convencionais. Entretanto, características como o formato do Rio Tâmisa passando por Londres, a forte iluminação do Rio Nilo, ou a diferença de iluminação entre Berlim Ocidental e Oriental logo se tornarão familiares a todos que decidirem colaborar com este projeto.

APÊNDICE: SOLUÇÕES DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

Aqui encontram-se as soluções das atividades propostas no material para os estudantes

ATIVIDADE 1

Para minimizar a luz emitida até o céu e, assim, reduzir a poluição noturna, é necessário evitar lâmpadas/luminárias cujo formato permita que a luz seja direcionada para cima (imagens b e c).

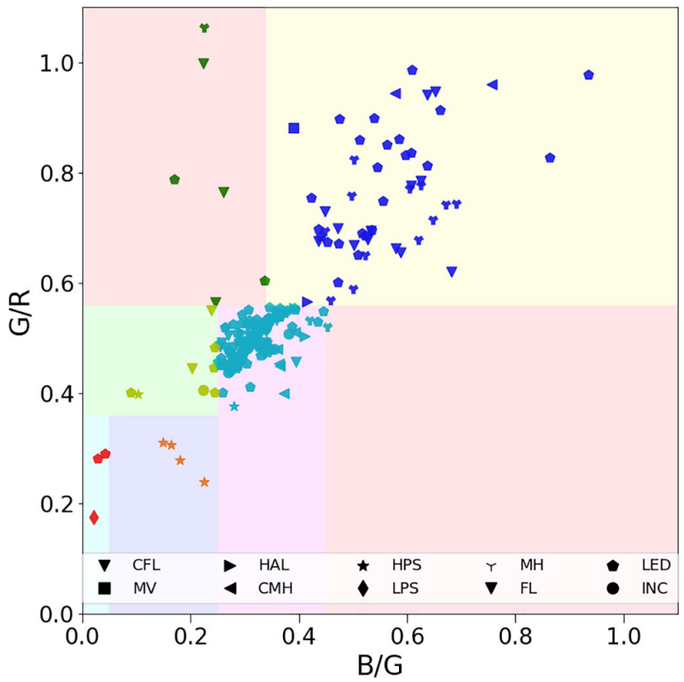
As luminárias a) e d), por sua vez, são melhores nesse sentido. Entretanto, parte da luz delas ainda é emitida horizontalmente e a dispersão desta luz, tanto na luminária em si quanto na atmosfera, ainda permitem alguma poluição luminosa acima da luminária.

Portanto, em termos de direção da iluminação, a melhor opção para minimizar a poluição luminosa seria a luminária e).

ATIVIDADE 5

As fontes de iluminação serão projetadas no gráfico, de acordo com a tecnologia do ponto de emissão.

Os pontos, portanto, devem aparecer agrupados em nuvens, de maneira similar à disposta no gráfico ao lado:



ATIVIDADE 6

A primeira imagem ilustra um caso de **intrusão luminosa**: a iluminação pública invade o quarto, impedindo as pessoas de dormirem na escuridão.

A segunda imagem ilustra uma **rua iluminada de forma desequilibrada (desordenada)**. Ainda que a iluminação pública permita visualizar o garoto com o cachorro, o carro situado no canto inferior direito da imagem é difícil de ser visualizado.

A terceira imagem ilustra o **ofuscamento** produzido por um flash fotográfico. **O ofuscamento intenso impede as pessoas de enxergar adequadamente**, podendo causar situações de insegurança. Para evitar tais situações, recomenda-se utilizar com cuidado este tipo de iluminação brilhante. A imagem em questão retrata um flash fotográfico tirado em um ambiente aberto, durante o dia. Se este flash ocorresse em um carro em movimento, por exemplo, poderia afetar a visão do motorista.

A última imagem ilustra um exemplo de **aglomeração (luz desregrada)**. Não há necessidade alguma de utilizar tantas lâmpadas para iluminar adequadamente a biblioteca.

CITIES AT NIGHT MATERIAL PARA ESTUDANTES

ÍNDICE

Introdução - página 1

1. O que é poluição luminosa? - página 2

2. Efeitos negativos da iluminação artificial noturna - página 3

3. Tipos de poluição luminosa - página 6

4. Como instalar iluminação eficientemente - página 9

5. Cities at Night - página 15

6. Atividades - página 20

INTRODUÇÃO

A Unidade Didática apresentada nestas páginas é uma proposta para trabalhar, **em turmas dos últimos anos do ensino fundamental e primeiros anos do ensino médio**, a localização de fontes de poluição luminosa por meio do projeto de ciência cidadã Cities at Night

https://citiesatnight.org/

Inicialmente são apresentados **conteúdos introdutórios sobre poluição luminosa, seus tipos e os efeitos negativos da iluminação artificial noturna**. Em seguida, serão apresentadas as formas mais eficientes para se instalar fontes de iluminação que minimizem estes efeitos.
Posteriormente, **o projeto Cities at Night é apresentado**, bem como seus objetivos e sua relação com a ciência cidadã. Também são sugeridas atividades adaptáveis ao nível dos estudantes.
Por fim, são compartilhados alguns *links* com informações complementares tanto para estudantes quanto para professores.

Pretende-se, com isto, apresentar **conteúdos que possam ser implementados em sala de aula** e que, ao mesmo tempo, possam servir de guia para estudantes e professores participarem deste projeto de ciência cidadã.

Projetos de ciência cidadã só são possíveis graças à contribuição de muitas pessoas. Pesquisadores, divulgadores e voluntários de diversos tipos contribuem para que este projeto cresça e possa se tornar útil para a ciência e para a sociedade.

1- O QUE É POLUIÇÃO LUMINOSA?

Você sabia que, além da poluição do solo, do ar e da poluição sonora, a poluição luminosa pode trazer sérias consequências ambientais para humanos, para a vida selvagem e para o nosso clima?

A iluminação artificial altera os padrões naturais de luz e escuridão. Nesse sentido, **a poluição luminosa ocorre quando a luz é excessivamente brilhante, mal direcionada, desequilibrada (não uniforme) e/ou ofusca as pessoas.**

O nível de poluição luminosa pode ser mensurado, de forma aproximada, pelo nível de brilho do céu, uma vez que diversas fontes luminosas emitem luz para cima, iluminando a atmosfera - é o chamado *skyglow*.

Cidades produzem iluminação artificial não somente por meio da iluminação pública, mas também por meio da iluminação ornamental que decora tanto fachadas de edifícios quanto monumentos, por exemplo.

Além disso, existem diversas fontes de poluição luminosa que podem situar-se fora das cidades, como aeroportos, zonas industriais, faróis de veículos e barcos de pesca.

No intuito de estender artificialmente o dia, nossa ação mais comum envolve acender as luzes. Iluminamos casas, parques, ruas e estradas. Iluminamos o interior das fábricas nas quais se trabalha 24 horas por dia e iluminamos estufas e fazendas para aumentar a produtividade destas.

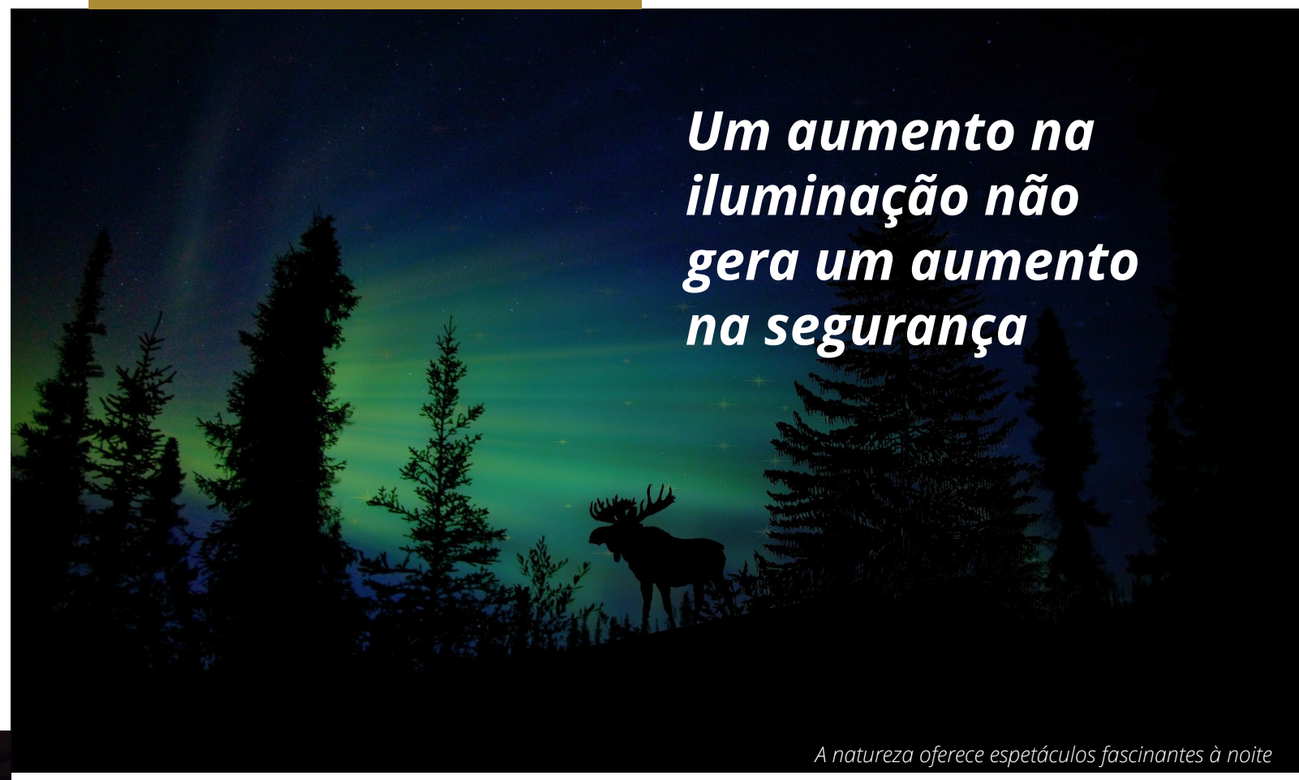
Instalamos iluminação artificial em excesso, desperdiçando energia e dinheiro, sem saber dos efeitos nocivos à saúde das pessoas, que deveriam descansar na completa escuridão à noite.

Além disso, iluminação artificial afeta negativamente animais e plantas, prejudicando seus hábitos noturnos e alterando seus ritmos biológicos. Animais migratórios, por exemplo, se desorientam com a iluminação, afetando significativamente seu ecossistema.

Fotografia de longa exposição do tráfego urbano

2- EFEITOS NEGATIVOS DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

A poluição luminosa não somente nos impede de ver as estrelas, mas também afeta nossa saúde, segurança e o meio ambiente, gerando um aumento desnecessário de energia gasta e de poluição atmosférica associada à geração de eletricidade.



A natureza oferece espetáculos fascinantes à noite

AFETA A SEGURANÇA

Uma forte iluminação gera uma sensação de segurança, mas não gera um aumento real de segurança.

Por exemplo, se a iluminação for desbalanceada e não iluminar toda a área uniformemente, precisa-se de maior esforço para distinguir objetos adequadamente, o que reduz nossa segurança. Além disso, uma iluminação demasiadamente forte pode ofuscar a visão, o que é potencialmente perigoso em estradas.

ALTERA O ECOSSISTEMA

A grande maioria dos seres vivos utiliza os ciclos de luz e escuridão para regularem seus comportamentos reprodutivos, alimentares e/ou de segurança em relação a predadores naturais. A iluminação artificial gera efeitos negativos e, por vezes, fatais para muitos seres vivos, incluindo anfíbios, peixes, mamíferos, aves, insetos e plantas.

REDUZ A VISIBILIDADE DAS ESTRELAS

Para aqueles que vivem nas cidades, a noite já não é realmente escura, e muitos já se esqueceram que deveríamos conseguir ver milhares de estrelas sobre nossas cabeças. Muitas pessoas nunca viram a Via Láctea e não sabem que um céu estrelado, mesmo sem luar, emite luz suficiente para iluminar uma caminhada no campo, de forma a ver até sua própria sombra. Um céu noturno pode ser tão espetacular a ponto de transformar qualquer lugar em um destino turístico.

O aumento do brilho do céu causado pela dispersão de luz artificial nos gases e partículas da atmosfera (*skyglow*) prejudica as condições para a observação astronômica, além de afetar algumas espécies migratórias que utilizam as estrelas para orientar-se.

DESPERDÍCIO ENERGÉTICO

Iluminação excessivamente brilhante acarreta despesas desnecessárias. **O desperdício energético gera consequências ambientais e econômicas.** Com uma iluminação noturna de qualidade, milhões de seres vivos se beneficiariam, além de economizar milhões e reduzir as emissões de CO_2.

Imagem da Via Láctea

EFEITOS NA SAÚDE

O ser humano necessita de luz durante o dia e escuridão à noite, para que seu relógio biológico funcione adequadamente. Somente quando estamos no escuro é que secretamos um hormônio chamado melatonina, fundamental na regulação do ritmo circadiano e do sono.

O uso de computadores, televisores e outros equipamentos eletrônicos que emitem luz artificial, ao fim da noite, pode alterar e até mesmo impedir a geração da melatonina de que necessitamos.

Desajustes na produção de melatonina podem levar a diversos tipos de problema, como stress, insônia, diabetes e até mesmo obesidade.

Você já percebeu como é difícil começar a dormir após utilizar o celular na cama por algum tempo?

Se você deseja minimizar estes efeitos, instale luminárias de luz quente em casa e use aplicativos especiais para alterar a temperatura das cores de suas telas eletrônicas, para que emitam luz fria durante o dia e luz quente durante a noite.

O uso de qualquer aparelho com tela brilhante minutos antes de dormir pode alterar a qualidade de seu descanso e produzir insônia.

3 - TIPOS DE POLUIÇÃO LUMINOSA

A maioria dos projetos de iluminação exterior não é muito eficiente. Geralmente são luzes muito brilhantes, mal direcionadas e, por vezes, desnecessárias.

Entre os diferentes tipos de poluição luminosa, destacam-se:

Nas noites nubladas, é fácil perceber a iluminação artificial que as cidades emitem até o céu.

OFUSCAMENTO (GLARE)

O ofuscamento é causado por luzes de intensidade elevada ou mal direcionadas. Pode causar desconforto visual e até mesmo impedir a visão.

Relâmpagos e *flashes* de câmeras fotográficas são exemplos de luzes intensas que podem provocar ofuscamento, por meio de reações fotoquímicas que prejudicam temporariamente o funcionamento adequado da retina.

LUZ INTRUSA

A iluminação pública deveria iluminar as ruas, porém geralmente suas luminárias são mal projetadas, permitindo que suas luzes acabem invadindo o interior das residências próximas, impedindo as pessoas de dormir na absoluta escuridão. Ainda que persianas e *blackouts* possam ser uma solução para a luz intrusa, em regiões demasiadamente quentes elas não são convenientes, pois o calor obriga as pessoas a ficarem com as janelas (e persianas) abertas.

BRILHO DO CÉU (SKYGLOW)

Cidades são muito iluminadas, em geral. Esta luz, ao refratar nas moléculas da atmosfera, se torna difusa e nos impede de ver as estrelas.

Na natureza, as nuvens noturnas são vistas na cor negra. Em grandes centros urbanos, entretanto, as nuvens noturnas refletem a luz direcionada para o céu, de forma que elas passam a ostentar uma cor alaranjada (ou azul, dependendo da cor da iluminação utilizada na cidade).

Astrônomos avaliam o brilho do céu para determinar a qualidade das observações que podem ser realizadas em um determinado local. Esta avaliação pode ser expressa em mag/arcsec^2. (ou mag$\times$arcsec^{-2}).

Os maiores valores de brilho do céu correspondem aos céus mais escuros, como os existentes em zonas rurais afastadas dos centros urbanos. Isto funciona desta forma porque os astrônomos gregos da antiguidade definiram que as estrelas mais brilhantes visíveis após o ocaso seriam denominadas "estrelas de primeira magnitude". As estrelas não tão brilhantes seriam classificadas de "estrelas de segunda magnitude" e assim sucessivamente, até as estrelas visíveis de brilho mais fraco, denominadas "estrelas de sexta magnitude".

Desde então, o sistema grego passou por muitas modificações, mas ainda é utilizado até hoje de forma que, quanto maior o brilho do corpo celeste, menor sua magnitude (incluindo magnitudes menores que zero). O Sol, por exemplo, possui magnitude -26.74.

A avaliação do brilho do céu utiliza o mesmo sistema que avalia o brilho das estrelas. Em função disso, um céu verdadeiramente escuro pode apresentar brilho do céu entre 20 e 22 mag/arcsec^2, enquanto zonas urbanas com forte poluição luminosa podem apresentar brilho do céu de aproximadamente 15 mag/arcsec^2.

Cientistas utilizam equipamentos denominados fotômetros para obter medidas de brilho do céu e auxiliar na avaliação da qualidade das observações astronômicas.

Fotômetros podem ser instalados em um ponto específico para uma avaliação pontual, ou podem ser instalados por meses ou até anos em um mesmo lugar, a fim de analisar a evolução da poluição luminosa.

Fotômetro TESS projetado pela Universidad Complutense de Madrid

Cidades, em geral, são fortemente iluminadas.

LUZ DESORDENADA (CLUTTER)

O excesso de propagandas luminosas nas estradas pode ser perigoso, pois podem distrair motoristas. Além disso, aumentar a iluminação nas estradas não necessariamente as torna mais seguras.

Por outro lado, **a instalação de iluminação uniforme pode tornar as estradas mais seguras**, pois permite que os motoristas vejam mais claramente.

Las Vegas, em Nevada (EUA) é uma das cidades mais iluminadas do mundo. Seu brilho pode ser percebido a 400km de distância.

Iluminação noturna da cidade de Las Vegas (EUA)

O brilho nas cidades está cada vez maior.

4- COMO INSTALAR UMA ILUMINAÇÃO EFICIENTE

Cada local e situação possui uma demanda diferente de iluminação. Um quarto, pouco antes de dormir, não tem tanta necessidade de iluminação quanto um sala de cirurgia no hospital, momentos antes de um procedimento.

Para usar somente a quantidade necessária de iluminação em cada caso, de forma que seu uso seja sustentável e gere o mínimo possível de impacto negativo, uma série de orientações devem ser seguidas, de acordo com as características de cada caso.

POTÊNCIA

Lâmpadas consomem eletricidade. Potência é o termo usado para descrever o consumo de energia a cada segundo, e é medida em *Watts* (W), no Sistema Internacional de Medidas (SI).

De toda a energia que é consumida por uma lâmpada acesa, somente uma parte se torna luz. Parte desta energia é emitida como calor e parte como radiação invisível.

A fração de energia convertida em luz visível, a cada segundo, é chamada de **fluxo radiante**, que também é medida em *watts*.

A sensibilidade do olho humano varia de acordo com a intensidade da luz. Nesse sentido, a potência luminosa percebida é chamada de **fluxo luminoso**, e sua medida no SI é o Lumen (lm)

Lâmpadas acesas, de diferentes potências

EFICIÊNCIA

Eficiência pode ser definida como a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e sua potência consumida. É medida em lumens por watt (lm/W).
Para minimizar o gasto energético na produção de luz artificial (reduzir a quantidade de watts necessários para gerar a mesma quantidade de lumens), devem ser utilizadas **lâmpadas mais eficientes**.

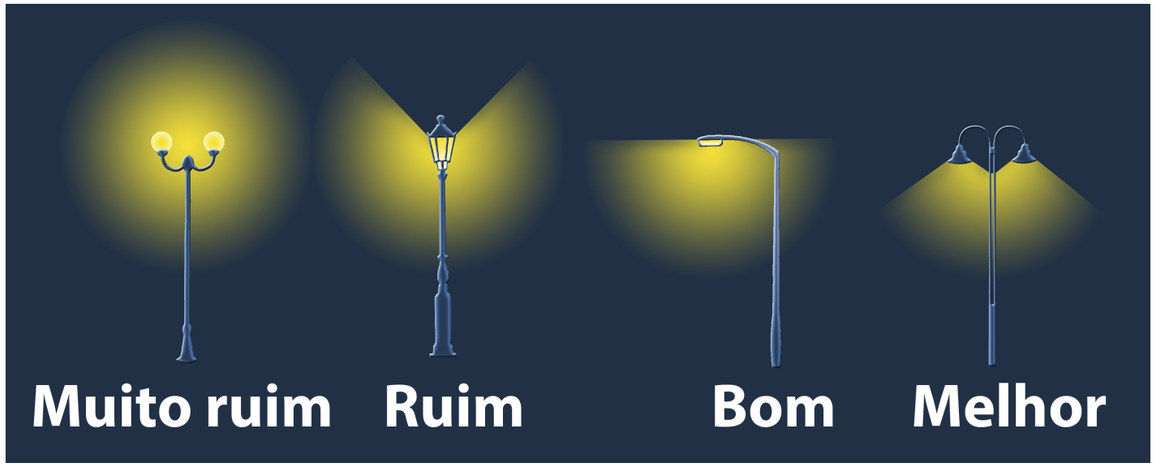
Tecnologia	EEficiência (lm/W)
LED	4.5 - 200
Sódio de alta pressão (HPS)	85 - 150
Sódio de baixa pressão (LPS)	100 - 120
Fluorescente	60 - 104
Iodeto metálico	80
Vapor de mercúrio	40 - 55
Incandescente	5 - 17.5

Tabela de eficiência para diferentes tecnologias de iluminação

DIREÇÃO

A luz artificial deve ser direcionada somente para o local desejado (especialmente em ambientes externos), pois emitir luz em outras direções implica não somente em desperdício de energia, mas também em impactos negativos para o céu e para o ecossistema. A iluminação pública deve iluminar ruas, edifícios ou espaços públicos de interesse, mas nunca deve ser direcionada para cima, a fim de não iluminar o céu.

Luminárias públicas do tipo "globo" são extremamente ineficientes. É melhor utilizar luminárias que impedem a dispersão da luz, com a lâmpada instalada horizontalmente e o fluxo luminoso direcionado para baixo.



TEMPERATURA DA COR

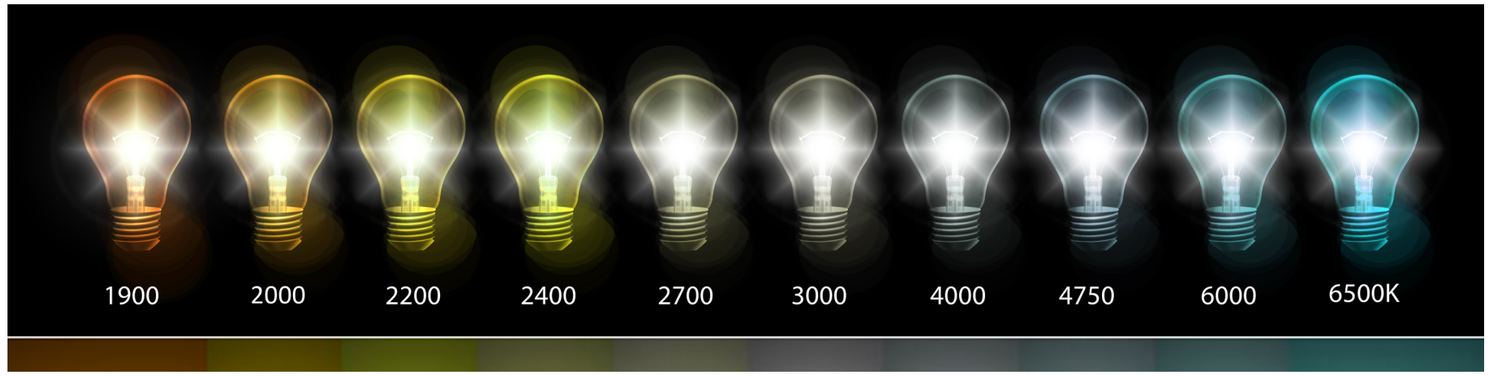
A luz é uma onda eletromagnética cuja energia depende de seu comprimento de onda. No caso da luz visível, a luz mais energética é a luz azul e a menos energética é a luz vermelha.

As lâmpadas podem emitir luz com diferentes "temperaturas de cor", medidas em Kelvin (K). As luzes mais quentes são, predominantemente, alaranjadas ou avermelhadas, enquanto luzes mais frias são, predominantemente, brancas ou azuis.

A instalação de luzes quentes nos quartos e nas áreas de descanso pode auxiliar nosso corpo a gerar a melatonina necessária ao nosso descanso. O ideal é escolher lâmpadas de 2700K para cômodos onde ainda ocorre alguma atividade, e lâmpadas de 2200K momentos antes de dormir.

Para desempenhar atividades que demandam mais precisão e que precisam distinguir claramente as cores, se recomenda o uso de uma iluminação mais fria.

No fim das contas, trata-se de imitar a iluminação natural. Em um dia claro, a luz solar tem uma temperatura de cor de aproximadamente 5800K. A luz das fogueiras utilizadas por nossos ancestrais e que iluminava o ambiente deles, possuía temperatura de cor entre 2000K e 2200K.



Sensação visual de calor para lâmpadas de diferentes temperaturas

A luz gera uma sensação psicológica de segurança. mas para que a segurança seja real, a iluminação não deve ser intensa, mas sim uniforme.

UNIFORMIDADE

Uniformidade pode ser definida como a maneira pela qual um fluxo luminoso é distribuído em uma superfície que está sendo iluminada. Um projeto adequado de iluminação faz com que as superfícies aparentem estar iluminadas igualmente em todos os pontos, evitando grandes contrastes entre pontos luminosos e sombras.

Uma iluminação pública muito intensa, mas desigual (esquerda) é mais insegura que a iluminação pública tênue e uniformenente distribuída (direita).

Iluminação uniforme gera conforto visual, facilitando a visão.

TEMPO DE USO

A luz emitida pelas cidades é um indicativo da atividade de seus habitantes, pois nossa primeira reação diante do pôr-do-sol é acender as luzes, tentando "esticar" artificialmente o dia.

Casas, lojas e locais de trabalho são os primeiros locais a acenderem as luzes. A iluminação pública se acende logo após o pôr-do-sol, enquanto o comércio ilumina suas janelas para chamar a atenção dos clientes. Não muito depois disso, as luzes ornamentais se acendem, iluminando monumentos e fachadas de edifícios.

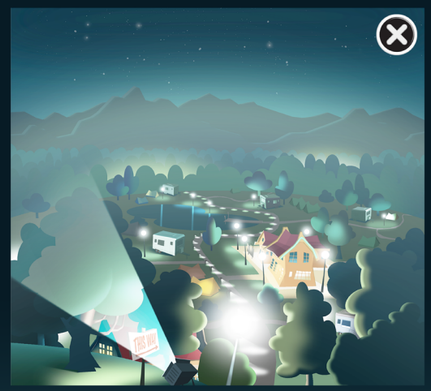
A grande maioria das fontes de luz permanece acesa durante toda a noite, mesmo quando não sendo utilizadas. Desligar ou diminuir o nível de iluminação em determinadas horas reduziria o gasto energético. Em locais de pouco trânsito também se pode estudar a possibilidade de instalação de sensores de presença.

Sensores de presença são especialmente úteis em locais de pouco trânsito

Todas as características de cada local precisam ser analisadas para a instalação de iluminação apropriada.

ANALIZANDO A POLUIÇÃO LUMINOSA

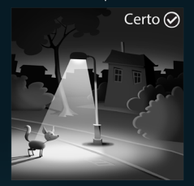
com essas 3 questões sobre as fontes luminosas de sua cidade



A luz é direcionada para baixo?

Sim

Não



Por quê?

A luz deve sempre ser direcionada para baixo, para não incomodar motoristas tampouco iluminar as janelas ou o céu

A luz é quente ou fria?

Quente

Fria

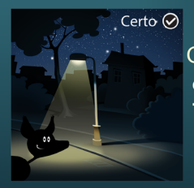
Por quê?

A luz fria é mais energética que a quente, afetando mais o ambiente . Além disso, a luz fria produz mais brilho no céu (skyglow).

A luz é intensa ou tênue?

Intensa

Tênue



Por quê?

Quando a luz é muito intensa, prejudica os motoristas, além de ser um desperdício de energia.

Olhe para o céu agora!

5-CITIES AT NIGHT

Sabia que os astronautas da Estação Espacial Internacional (ISS) sabem quando você vai dormir? Diferenças nos hábitos noturnos dos habitantes de cada cidade geram diferenças na iluminação urbana que são facilmente reconhecidas no espaço.

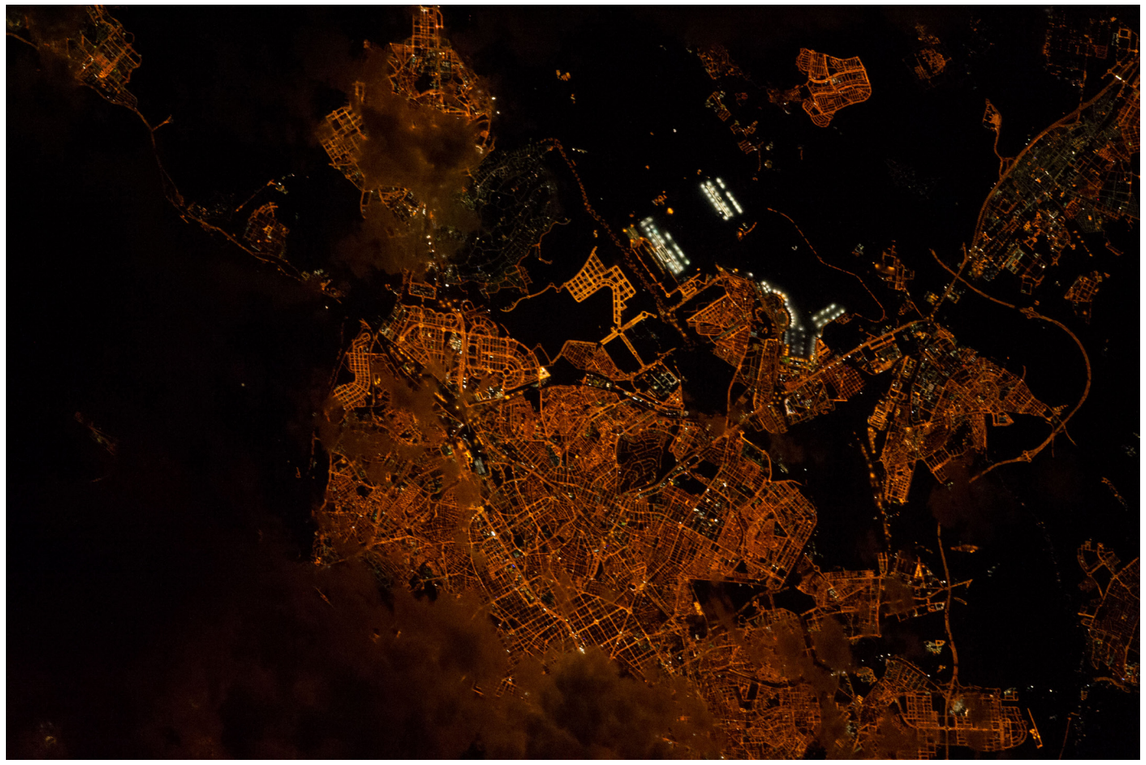
Astronauta Samantha Cristoforetti na cúpula da ISS.

A ISS leva 92 minutos para completar uma órbita completa ao redor da Terra, permitindo que sua tripulação possa voar sobre um determinado continente várias vezes a cada noite. Utilizando câmeras comerciais DSLR - similar às câmeras que muitos temos em casa - astronautas tiram fotografias noturnas de cidades, por meio das janelas do módulo de observação.

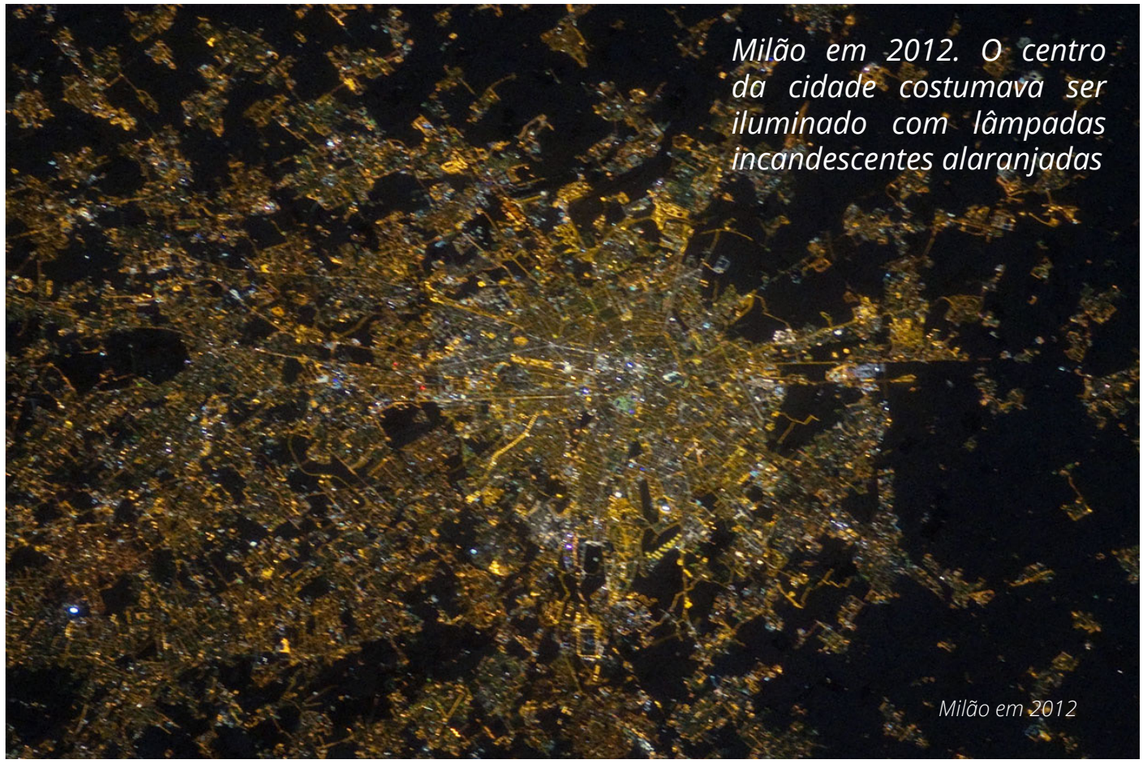
Fotografias noturnas de cidades possuem grande valor científico, pois contém informação valiosa a respeito da luz que é emitida para o espaço. Imagens tiradas pelos astronautas a bordo da ISS são especialmente interessantes, uma vez que são as únicas coloridas disponíveis. A partir dessas imagens, cientistas podem detectar alterações na intensidade e na temperatura de cor da iluminação das cidades, ao longo do tempo.

Por exemplo, com o auxílio destas imagens, foi possível detectar um aumento na poluição luminosa decorrente da instalação de lâmpadas de LED. Esta foi uma descoberta inesperada, pois estas lâmpadas eram consideradas mais eficientes que as lâmpadas alaranjadas que eram usadas anteriormente. Os dados coloridos da ISS permitiram aos cientistas detectar que as lâmpadas de LED estavam aumentando a poluição luminosa em função de sua temperatura de cor mais fria.

A cidade de Madri vista da ISS.

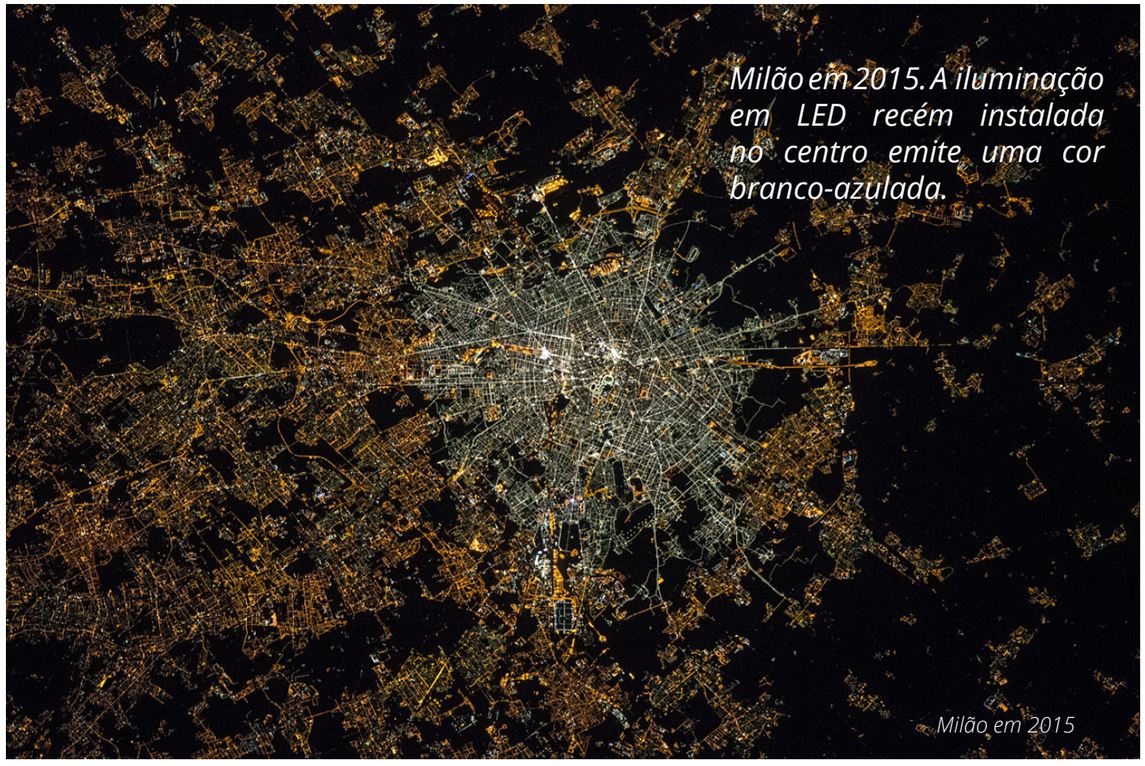


Com a transição para a tecnologia de LED, a iluminação das cidades está se tornando mais fria.



Milão em 2012. O centro da cidade costumava ser iluminado com lâmpadas incandescentes alaranjadas

Milão em 2012



Milão em 2015. A iluminação em LED recém instalada no centro emite uma cor branco-azulada.

Milão em 2015

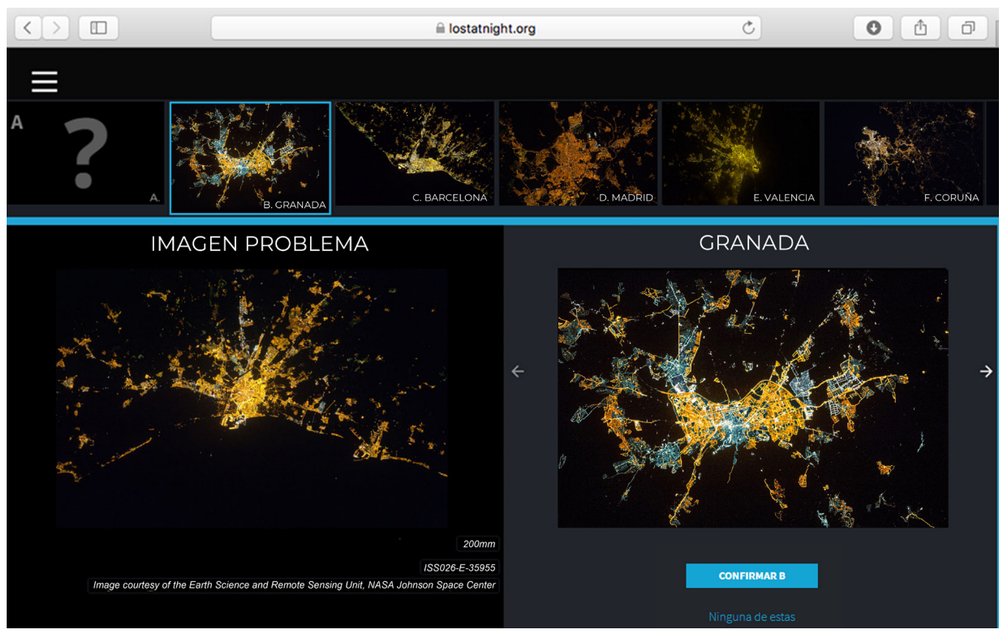
CIÊNCIA CIDADÃ PARA LOCALIZAR IMAGENS

As fotografias tiradas pelos astronautas da ISS são as melhor fonte de dados disponível para cientistas estudarem a poluição luminosa e sua evolução ao longo do tempo. Entretanto, a maioria destas imagens permanece sem uso na base de dados da NASA, pois não estão devidamente classificadas. Sem essa classificação, é praticamente impossível encontrar uma imagem de uma cidade em específico em meio a mais de meio milhão de imagens desta base de dados.

O objetivo do projeto Cities at Night é localizar todas as imagens noturnas de cidades obtidas pela ISS e utilizá-las para confeccionar um mapa noturno da Terra.

Ordenar as imagens automaticamente demanda uma grande quantidade de recursos, bem como envolveria o uso de algoritmos muito complexos. Entretanto, pessoas podem distinguir com facilidade o formato de cidades, a fim de verificarem se duas imagens estão mostrando a mesma cidade ou cidades diferentes.
Por este motivo, vários aplicativos foram lançados desde que o Cities at Night começou, assim todos podem ajudar a montar a maior quebra-cabeças do mundo. O exemplo abaixo foi retirado do aplicativo Lost at Night e apresenta diversas opções para identificar qual cidade é retratada na imagem sem classificação.

Além disso, graças ao projeto é possível comparar a iluminação entre cidades. Na próxima página você poderá analisar 6 capitais europeias, cujas imagens foram tiradas na mesma noite, com câmera, lente e tempo de exposição idênticos.
Por exemplo, a partir destas imagens especialistas puderam estimar que Madri é três vezes mais brilhante que Berlim.



Tela do aplicativo Lost at Night - lostatnight.org

6 - ATIVIDADES

ATIVIDADE 1

O formato da iluminação pública é fundamental para minimizar a poluição sonora.
Entre as lanternas que aparecem nessa atividade, quais você escolheria para colocar no jardim? Por quê?

Your answer:

ATIVIDADE 2

A temperatura da cor precisa ser adequada para cada situação. Qual temperatura de cor seria adequada para as lâmpadas de seu quarto? E para as lâmpadas da cozinha? Quais lâmpadas seriam adequadas para instalação na iluminação de ruas? E para os parques?

Tu respuesta:

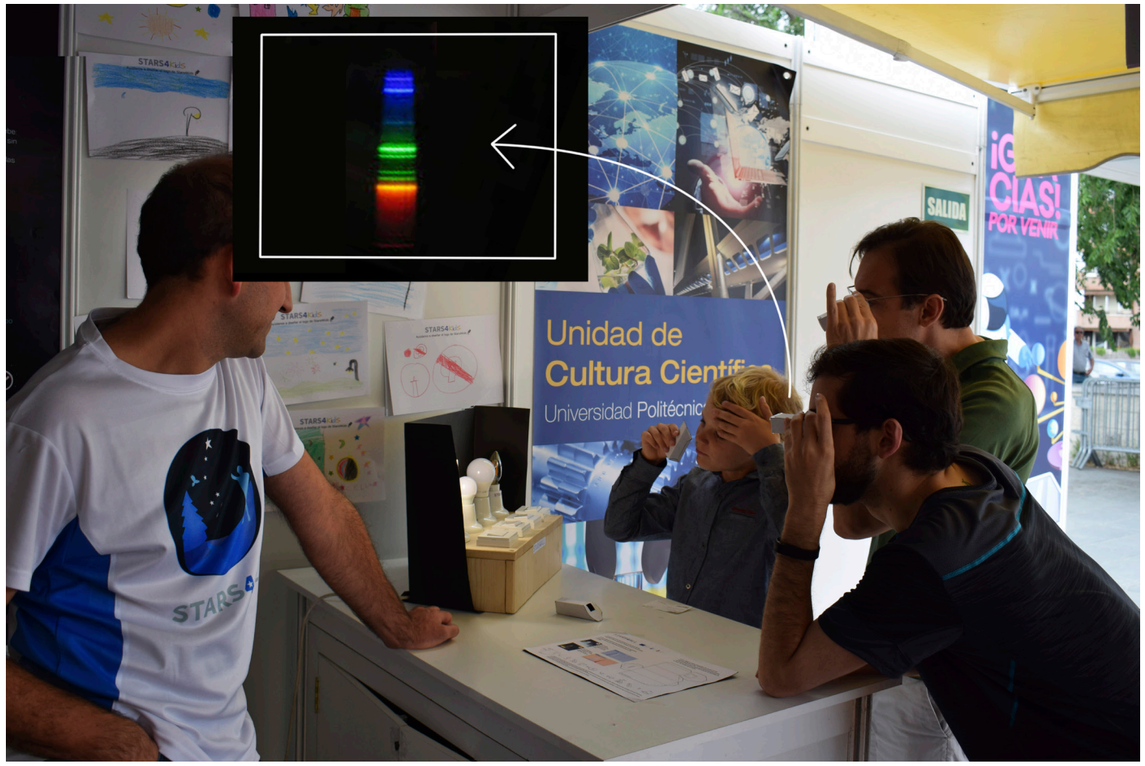
Faça uma lista com, pelo menos 5 lâmpadas/luminárias que estejam instaladas em sua casa ou em sua escola. **Preencha a tabela a seguir, para cada lâmpada/luminária com o local de instalação, potência, temperatura de cor e indique como você pode melhorar a iluminação nestes locais.**

Sua resposta:

Lâmpada	Local	Potência	Tempratura de cor	Como pode ser melhorada?
1				
2				
3				
4				
5				

ATIVIDADE 3: FAÇA SEU PRÓPRIO ESPECTRÓGRAFO CASEIRO

Construa seu próprio espectrógrafo caseiro, seguindo as instruções a seguir, e utilize-o para fazer 5 fotografias de diferentes fontes de luz.

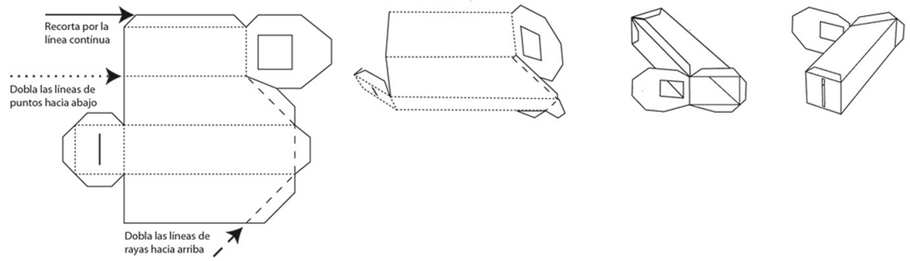


Utilizando o espectrógrafo caseiro

Tipos de lâmpadas

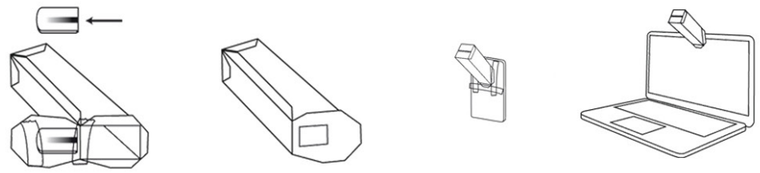
Instruções:

1 Recorte ao longo da linha contínua, tanto da borda da figura quanto da "janela". Abra a fenda cuidadosamente, usando uma lâmina afiada. Dobre as linhas pontilhadas para baixo e as linhas tracejadas para cima, formando um prisma. Cole todas as abas, exceto as abas da base da janela.

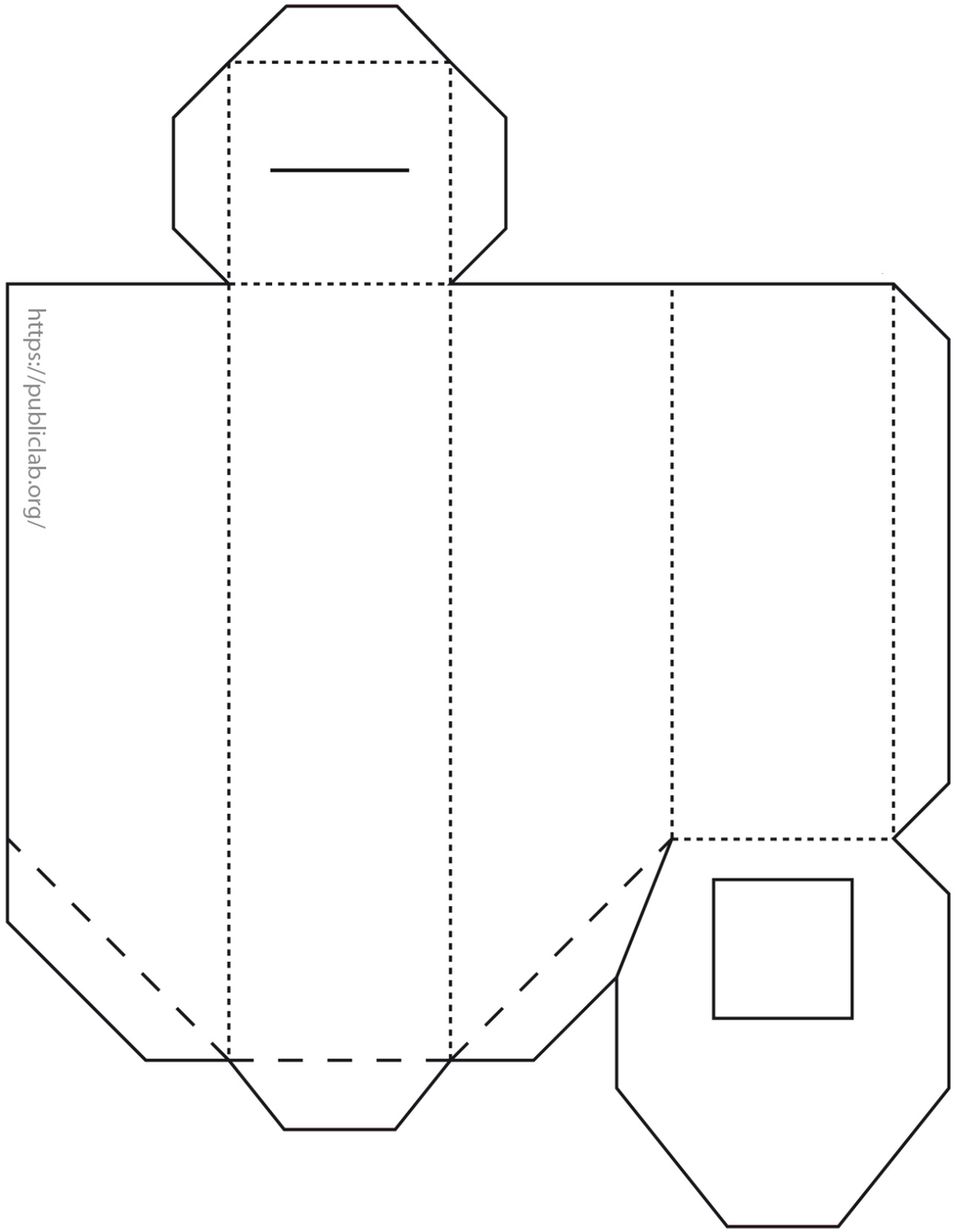


2 É preciso incluir uma rede de difração para que o espectrógrafo funcione. Você pode fazer uma rede assim, cortando um CD e removendo sua película refletiva. Coloque os sulcos da rede verticalmente, de forma que eles fiquem paralelos à fenda.

3 Os espectros podem ser observados diretamente a olho nu, mas você pode acoplar uma câmera para fotografar, se quiser. A câmera de seu celular ou de um notebook devem servir!



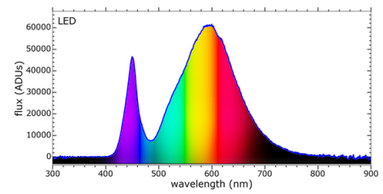
Modelo de espectrógrafo caseiro:



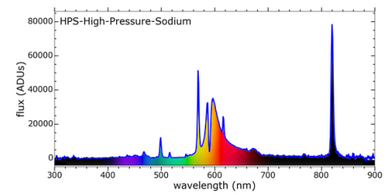
ATIVIDADE 4

Dependendo da tecnologia de suas lâmpadas, o espectro será diferente.

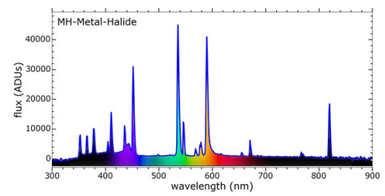
Compare seus resultados com os modelos teóricos de espectros a seguir para determinar que tipo de lâmpada você utilizou.



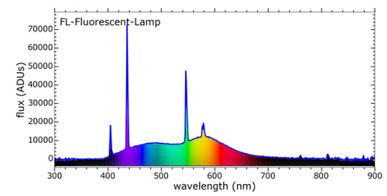
LED



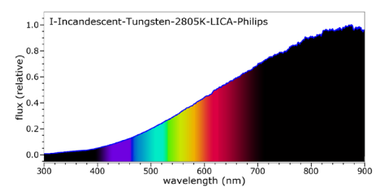
Sódio de alta pressão



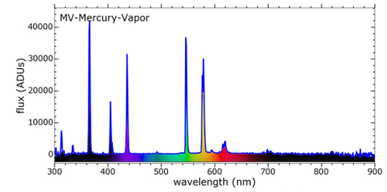
Iodetos metálicos



Fluorescente

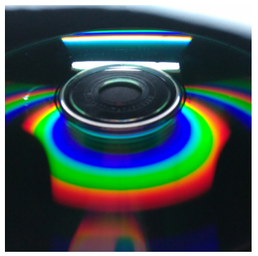


Incandescente



Vapor de mercúrio

Exemplos de espectros de luz de diferentes fontes luminosas, na superfície de um CD, obtidos a partir da câmera de um smartphone



Luz do dia

LED

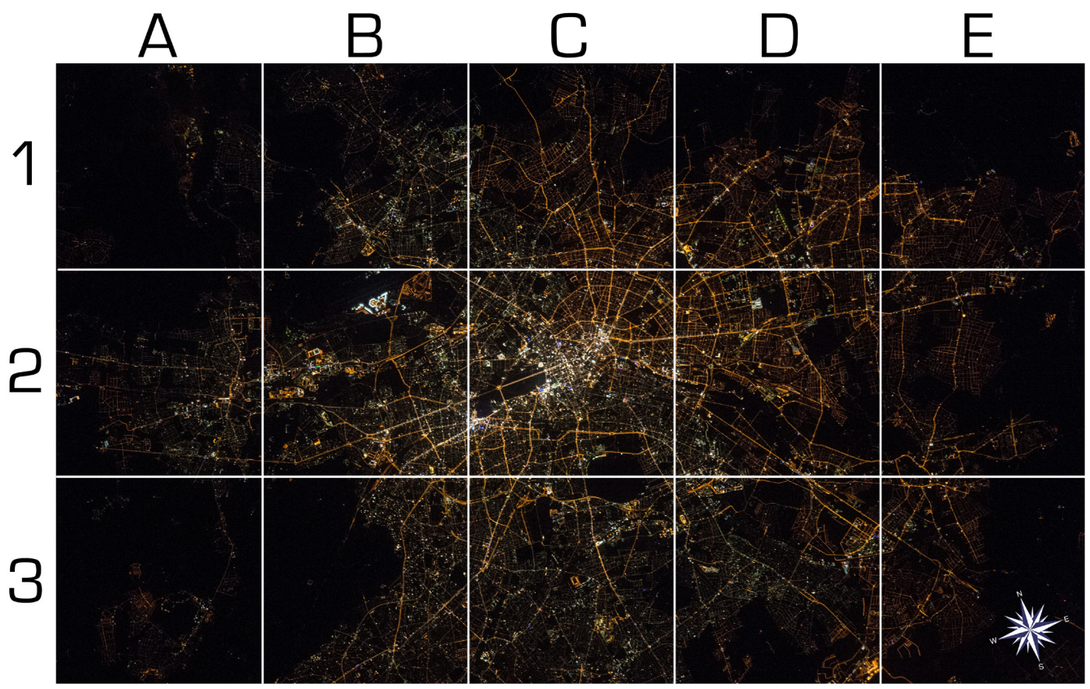
Fluorescente

Lâmpada convencional

ATIVIDADE 5

As imagens possuem informações científicas, então cientistas (e agora você também!) podem utilizá-las como base de dados para estudar a poluição luminosa.

Nesta atividade, vamos medir as cores por meio de uma fotografia colorida da cidade de Berlim:



Abra esta imagem em um programa de edição de imagens (pode ser um bem simples, como o Paint). Veja o seletor de cores e, nele, escolha o ponto que você pensa que representa melhor a cor da iluminação de cada área.

Preencha a tabela abaixo com a cor que escolheu para cada área e com sua composição, em termos de vermelho, verde e azul (RGB). Faça as divisões que estão marcadas na tabela. Veja o exemplo da Zona 1A.

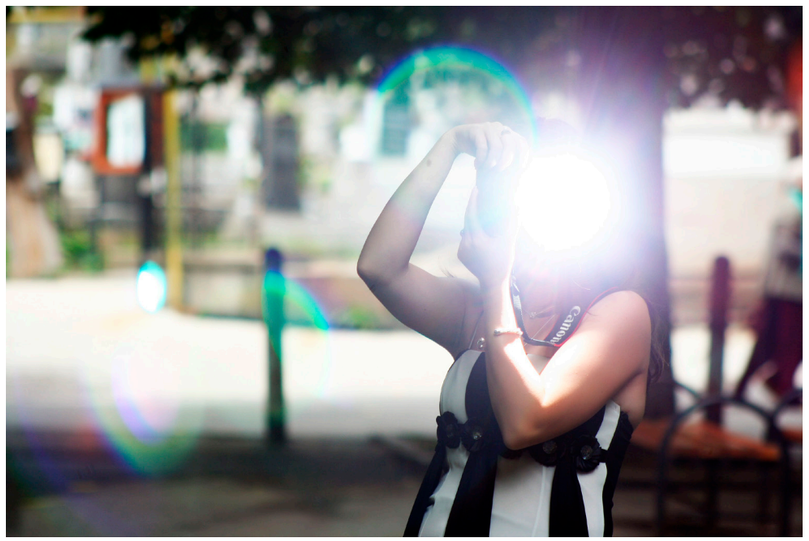
Para obter o valor de X, divida a quantidade de azul pela quantidade de verde. Para obter o valor de Y, divida a quantidade de verde pela quantidade de vermelho.
Após isto, crie um gráfico com os resultados de X e Y.

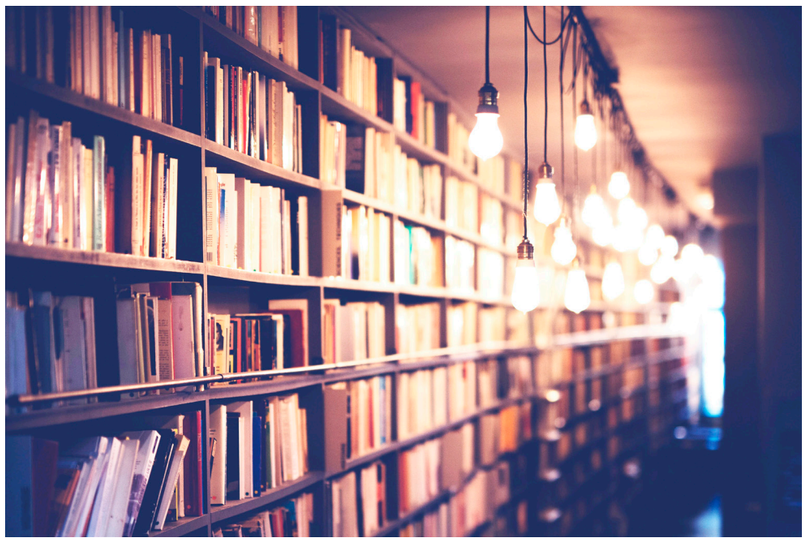
Cores posicionadas mais próximas do canto superior direito são as maiores poluidoras.

Zona	Cor selecionada	VERMELHO	VERDE	AZUL	Y	X
1A		146	85	40	0.58	0.47
1B						
1C						
1D						
1E						
2A						
2B						
2C						
2D						
2E						
3A						
3B						
3C						
3D						
3E						

ATIVIDADE 6

Fale sobre os problemas de iluminação que você identifica nas imagens a seguir. Se você pudesse reduzir a poluição sonora, como você melhoraria a iluminação em cada um desses casos?





Sua resposta:

LINKS DE INTERESSE:

CRÉDITOS DAS IMAGENS

Cities at Night Project
https://citiesatnight.org/

Fundación Ibercivis
https://ibercivis.es

Spanish Foundation for Science and Technology
https://www.fecyt.es

Catalog of NASA photographs taken by astronauts aboard the ISS
https://eol.jsc.nasa.gov/

IDA - International Dark-Sky Association
https://www.darksky.org/

Light quality education kit
https://www.noao.edu/education/qltkit-es.php

Definition of Light Pollution
https://www.informea.org/en/terms/light-pollution

High Light Pollution
https://www.lightpollutionmap.info/

Software to change the color temperature of your computer screen
https://justgetflux.com

UCM light pollution projects
https://guaix.ucm.es/darkskies

Imagen de la Actividad 5: Alejandro Sánchez de Miguel et al, "Colour remote sensing of the impact of artificial light at night (I): The potential of the International Space Station and other DSLR-based platforms" Remote Sensing of Environment Volume 224, April 2019, Pages 92-103
https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.035

Bulb - Imagen de Jonny Lindner en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/bombilla-actuales-la-luz-resplandor-503881/

Teacher - Imagen de Free-Photos en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/persona-mujer-femal-801829/#_=_

Honk Kong - Imagen de David Mark en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/hong-kong-ciudad-urbana-rascacielos-1990268/

Road - Imagen de SplitShire en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/carretera-calle-por-carretera-noche-407093/

Night animals
https://pixabay.com/es/photos/alce-animales-navidad-1793632/

Milky Way - Imagen de Pexels en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/la-astronom%C3%ADa-constelación-oscuro-1866822/

Bear and computer - Imagen de DanFa en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/bear-computer-night-lila-dark-2382779/

Flash - Imagen de Pexels en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/fotograf%C3%ADa-estudio-sesi%C3%B3n-de-fotos-1850469/

Cloudy City - Imagen de carloyuen en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/nubes-hong-kong-noche-niebla-haze-2517653/

TESS fotometer - Producción propia
https://tess.stars4all.eu

Las vegas - Imagen de skeeze en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/las-vegas-tiempo-de-la-noche-599840/

Lamps - Imagen de xegxef en Pixabay - Editada
https://pixabay.com/es/photos/luz-lámpara-electricidad-el-poder-1603766/
Formas de farolas - Producción propia
https://citiesatnight.org/wp-content/uploads/2016/07/Farolas_esp.jpg

Colour Temperature - Producción propia - Bombilla original de geralt en Pixabay
https://pixabay.com/es/illustrations/bombilla-creo-que-idea-solución-2010022/

Road - Imagen de StockSnap en Pixabay - Editada
https://pixabay.com/es/photos/calle-por-carretera-flechas-2619708/

París - Imagen de Kevin Phillips en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/torre-eiffel-francia-puesta-de-sol-951517/

Streetlight - Imagen de Samuele Schirò en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/noche-árbol-farola-cielo-930963/

Analyze Light Pollution - Lucía García | Comic: Rainer Stock
https://stars4all.eu/wp-content/uploads/2018/12/correcta-iluminación-nocturna.jpg

Astronaut Samantha Cristoforetti - ESA
www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2016/03/ESA_astronaut_Samantha_Cristoforetti_in_the_Cupola

Madrid from the ISS - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS038&roll=E&frame=41064

Milan from the ISS 2012 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510b.jpg

Milan from the ISS 2015 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510a.jpg

Screenshot of Lost at Night - Lucía García (Includes images from NASA)

Comparison of European cities - Lucía García (Includes images from NASA)

Lantern 1 - Goumbik en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/linterna-oscuro-lámpara-noche-2938031/

Lantern 2 - fancycrave1 en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/la-pared-lámpara-grunge-interior-823611/

Lantern 3 - Free-Photos en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/lámparas-linternas-diseño-colgando-918495/

Lantern 4 - JerzyGorecki en Pixabay
https://pixabay.com/es/photos/crepúsculo-lámpara-de-repuesto-2291361/

Lantern 5 - leovalente en Pixabay
https://pixabay.com/photos/lights-pole-street-lamp-posts-340483/

Types of light bulbs - Lucía García

Spectroscope - Lucía García

Paper spectroscope - Publiclab.org
https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf

Luz intrusa - Editada
https://pixabay.com/es/photos/vivir-dormitorio-arquitectura-3104077/

Luz poco uniforme
https://pixabay.com/es/photos/persona-perro-urbana-farola-niño-498197/

Deslumbramiento
https://pixabay.com/es/photos/retrato-flash-tiene-usted-niña-1243972/

Aglomeración
https://pixabay.com/es/photos/los-libros-la-colección-de-2596809/

Espectros de distintas bombillas - Carlos Tapia (UCM)
http://www.carlostapia.es/lamparas/lamps.html

Berlín - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS035&roll=E&frame=17365

Península contraportada - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS040&roll=E&frame=81320

Berlín
https://pixabay.com/nl/photos/berlin-tv-toren-skyline-alex-4001319/

Night Landscape
https://pixabay.com/es/photos/por-carretera-de-la-ciudad-403752/

Estudiante
https://pixabay.com/es/photos/chica-joven-estudiante-sentado-3718526/

UNIDADE DIDÁTICA CITIES AT NIGHT

CIÊNCIA CIDADÃ PARA LOCALIZAR FONTES DE POLUIÇÃO LUMINOSA

https://citiesatnight.org