

Vitruvian Cogitationes - RVC

DO CÉU ILUMINADO AO CÉU ESTRELADO: PLANETÁRIOS COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A POLUIÇÃO LUMINOSA

DEL CIELO ILUMINADO AL CIELO ESTRELLADO: LOS PLANETARIOS COMO HERRAMIENTA PARA CONCIENCIAR SOBRE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

FROM THE ILLUMINATED SKY TO THE STARRY SKY: PLANETARIES AS A TOOL TO RAISE AWARENESS ABOUT LIGHT POLLUTION

Fábio Calabrio Evangelista da Silva

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Física - fabio.calabrio@uel.br

 <https://orcid.org/0009-0003-8116-409X>

Gustavo Iachel

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Física - iachel@uel.br

 <https://orcid.org/0000-0003-2251-7716>

Resumo: Este artigo explora a utilização de planetários como ferramentas educacionais para abordar o problema da poluição luminosa. Examina o impacto da poluição luminosa no meio ambiente e na saúde humana e discute como os planetários podem conscientizar sobre esse problema por meio de experiências imersivas. O artigo destaca o papel dos planetários em simular o céu noturno intocado, mostrando a beleza das noites estreladas e demonstrando os efeitos negativos da poluição luminosa. Também explora estratégias educacionais utilizadas pelos planetários para envolver os visitantes em discussões e ações para mitigar a poluição luminosa. Ao promover a compreensão e inspirar esforços coletivos, os planetários têm o potencial de impulsionar mudanças positivas e uma relação mais sustentável entre a humanidade e o céu noturno.

Palavras-chave: Planetário; Poluição Luminosa; Educação Não-Formal.

Resumen: Este artículo explora la utilización de planetarios como herramientas educativas para abordar el problema de la contaminación lumínica. Examina el impacto de la contaminación lumínica en el medio ambiente y la salud humana y analiza cómo los planetarios pueden crear conciencia sobre este problema a través de experiencias inmersivas. El artículo destaca el papel de los planetarios en simular el cielo nocturno prístino, mostrando la belleza de las noches estreladas y demostrando los efectos negativos de la contaminación lumínica. También explora estrategias educativas empleadas por los planetarios para involucrar a los visitantes en discusiones y acciones para mitigar la contaminación lumínica. Al promover la

comprensión e inspirar esfuerzos colectivos, los planetarios tienen el potencial de impulsar un cambio positivo y fomentar una relación más sostenible entre la humanidad y el cielo nocturno.
Palabras-clave: Planetario; Contaminación Lumínica; Educación No Formal.

Abstract: *This article explores the utilization of planetariums as educational tools to address the issue of light pollution. It examines the impact of light pollution on the environment and human health and discusses how planetariums can raise awareness about this problem through immersive experiences. The article highlights the role of planetariums in simulating the pristine night sky, showcasing the beauty of starry nights, and demonstrating the negative effects of light pollution. It also explores educational strategies employed by planetariums to engage visitors in discussions and actions towards mitigating light pollution. By promoting understanding and inspiring collective efforts, planetariums have the potential to drive positive change and furthermore sustainable relationship between humanity and the night sky.*

Keywords: Planetarium; Light Pollution; Non-formal Education.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com questões ambientais tem gerado a necessidade de abordagens inovadoras na educação, que vão além dos ambientes tradicionais de sala de aula (Brasil, 1998). À medida que lidamos com desafios como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a poluição e a escassez de recursos, torna-se imperativo promover uma compreensão profunda e uma consciência dessas questões entre indivíduos de todas as idades e origens. Nesse sentido, os espaços de educação não-formal desempenham um papel fundamental na promoção da aprendizagem e da consciência fora dos limites dos ambientes acadêmicos formais (Lemes, 2019).

A pesquisa desenvolvida teve por objetivo destacar a importância dos espaços de educação não-formal, com foco especial nos planetários, na abordagem dos desafios ambientais e no estímulo à responsabilidade ambiental (Airls, 2014). Os planetários surgem como locais para oferecer experiências educativas imersivas e inspiradoras, que combinam ciência, tecnologia e entretenimento para levar os visitantes em jornadas cativantes pelo cosmos. Ao utilizar tecnologias de ponta e técnicas de narração envolventes, os planetários cativam o público e proporcionam uma oportunidade única para explorar e compreender a interconexão do nosso planeta com o universo.

Com base em pesquisas acadêmicas, examinamos o papel dos planetários na promoção da consciência e educação ambiental, bem como investigamos sobre o potencial desses ambientes imersivos para despertar a curiosidade, inspirar ação e capacitar os indivíduos a se tornarem agentes de mudança (Romanzini; Batista, 2009). Além disso, discutimos os esforços colaborativos entre cientistas, educadores e profissionais de planetários na criação de conteúdos envolventes e impactantes, alinhados às prioridades ambientais atuais.

2 POLUIÇÃO LUMINOSA

A poluição luminosa é um fenômeno insidioso que atinge os campos, transformando a beleza noturna em uma paisagem cinzenta e monótona. A iluminação artificial excessiva emite níveis de brilho que ultrapassam o necessário, interferindo no ciclo natural da noite provocando

danos a todos os seres vivos e obscurecendo as maravilhas celestes que adornam o céu noturno (Flynn; Rice, 2019).

Os impactos negativos da poluição luminosa são múltiplos. Outrora se pensava que o impacto somente seria a perda do lindíssimo céu estrelado ou a dificuldade para realizar pesquisas, ou seja, os impactados estariam restritos aos astrônomos e entusiastas da astronomia. Entretanto, animais noturnos têm seu ritmo reprodutivo prejudicado, enquanto que as plantas sofrem com a poluição luminosa, de modo a alterar a polinização e a floração. Ademais, os seres humanos também sofrem as consequências dessa poluição, uma vez que ela interfere no ciclo natural do sono e pode levar a distúrbios e outras doenças relacionadas (Schwarz, 2003).

Assim, o estudo da poluição luminosa não está mais restrito somente a astronomia observacional, hoje há necessidade de se entender este fenômeno nas ciências biológicas, ecológicas e geográficas, na saúde animal e vegetal, bem como no desenvolvimento urbano (Narisada; Schreuder, 2004).

A perda do céu noturno por conta da poluição luminosa é significativa para a humanidade, pois estamos nos desconectando com uma das maravilhas mais antigas e duradouras da natureza. Olhar para as estrelas e constelações sempre foi uma fonte de inspiração e fascínio para as pessoas ao longo da história. No entanto, com a poluição luminosa muitas pessoas são privadas dessa experiência. Estima-se que 3/4 da população mundial vivem sob o limite para se considerar um céu poluído e não podem mais apreciar a beleza do céu noturno (Falchi *et al.*, 2016). Portanto, a perda do céu noturno é um problema que deve ser abordado para garantir um futuro mais sustentável e saudável para todos.

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Desde o início da sua formação, já estava definido que a Terra seria um planeta e não uma estrela. Caso contrário, ela produziria energia em forma de luz por si própria, assim como o Sol faz por meio de fusão nuclear (National Geographic, 2022). Não sendo capaz de produzir luz própria, a luz produzida na Terra vem de fontes artificiais, para que haja maior segurança e proteção de patrimônios públicos e privados, para embelezamento de espaços comuns e para o aumento da eficiência humana.

É imprescindível falar de eficiência quando se trata do contexto de iluminação. A eficácia de uma máquina é facilmente contabilizada calculando-se a energia despendida para que o instrumento funcione em razão do quanto de trabalho é realizado no fim do processo pela máquina (Zemansky; Dittman; Chattopadhyay, 2011).

Este conhecimento se expandiu em um momento da história conhecido como Revolução Industrial (em meados de 1760), um ponto importante também para a poluição luminosa, uma vez que a eficiência humana era nesse momento uma necessidade absoluta. Porém, seu cálculo possui infinitas mais variáveis e não é tão simples como o de uma máquina, entretanto, é esperado que a eficiência humana aumente em ambientes iluminados artificialmente, entre outros, por conta de dois fatores interconectados:

- As condições de iluminação do ambiente visual a ser executada a atividade;
- As condições psicológicas das pessoas conduzindo as atividades.

Assim, podemos afirmar que à medida que as condições de iluminação melhoraram, o desempenho visual é melhorado, conseqüentemente, pode-se esperar que a eficiência das atividades humanas seja aumentada. Como o visual desempenho melhora, as pessoas no ambiente iluminado podem realizar suas atividades visuais com mais facilidade e conforto (Narisada; Schreuder, 2004).

Com a revolução industrial e posterior introdução da eletricidade de forma mais ampla, permitiu-se o uso generalizado da iluminação elétrica em edifícios, ruas e áreas públicas.

Porém, este desenvolvimento abrupto foi mal pensado e até hoje muitas vezes não se desprende muito esforço para alternativas mais "limpas" quando se pensa em poluição luminosa. Voltando ao conceito mais técnico de eficiência, tenta-se utilizar o mínimo possível de eletricidade para o máximo proveito da iluminação pública (que ao contrário da iluminação particular tem somente utilidade prática) e é comumente pensado que “quanto mais luz melhor”, independente do contexto, sendo que o mais adequado seria “quanto mais iluminação **eficiente**, melhor”.

Ao observarmos a Figura 1 vemos a importância da iluminação eficiente em contraste a preocupação com uma iluminação precipitadamente maior, o que ainda é uma realidade em grandes cidades pelo pensamento errôneo de que "quanto mais luz melhor". Quando se pensa em iluminação pública, algumas iluminações são imprescindíveis para efeitos práticos, por exemplo iluminação de ruas e vias para que o cidadão se desloque pela cidade, enquanto outras não possuem utilidade prática ou podem ser mais bem utilizadas para que se reduza seu impacto sobre o céu, como:

- Iluminação de parques industriais, aeroportos e obras em construção;
- Painéis publicitários iluminados (ditos *Outdoors*);
- Letreiros de estabelecimentos comerciais;
- Luz mal direcionada para iluminação de monumentos ou edifícios;
- Luz excessiva de edifícios altos;

Figura 1 – Diferentes estilos de luminárias e suas diferenças de dispersão/eficiência



Fonte: Adaptado de CONXCORP.

3 OS DANOS À ASTRONOMIA OBSERVACIONAL

3.1 SKYGLOW

A astronomia observacional depende da alta relação sinal-ruído (ou seja, por contraste), que é a relação entre a luminosidade do objeto de interesse e a luminosidade natural de fundo do céu noturno em que o objeto de interesse está localizado. A poluição luminosa é uma das principais causas da diminuição da relação sinal-ruído do céu noturno. O brilho excessivo do céu noturno dilui a luminosidade dos objetos celestes, dificultando sua observação.

Não há um consenso científico sobre o valor da luminosidade natural de fundo do céu noturno, uma vez que há inúmeros fatores que o influenciam este valor. Por exemplo temos o trabalho de Falchi *et al.* (2016), onde é utilizado o valor de 22 mag/arc-sec², o equivalente a $1,7 \cdot 10^{-4}$ cd/m² (Garstang, 1986).¹

Cabe destacar que estes danos não somente causados pela poluição luminosa, mas que outros efeitos também influenciam na luminosidade natural de fundo, tais como:

1. A luz proveniente de estrelas subliminares.
2. Poeira Interestelar.
3. Poeira no sistema solar.

¹ Para facilitar o entendimento, visualizar old.nightwise.org/magnitudes.htm

4. Moléculas de ar.
5. Poeira na atmosfera.
6. Vapor d'água na atmosfera.

Tais efeitos afetam a relação sinal-ruído do céu noturno e os contribuintes 1., 2. e 3. são efeitos fora da atmosfera, que obviamente apresentam menor influência e é devido aos fatores 4., 5. e 6. que os observatórios são construídos o mais alto possível, longe de cidades, para que a interferência seja menor.

O fenômeno mais importante a se notar é o *Skyglow*: "Uma névoa difusa que se estende pelo céu, ou pelo menos por grande parte dele, tornando a observação de objetos astronômicos difícil ou mesmo impossível" (Narisada; Schreuder, 2004). Tal névoa, observada na Figura 2, afeta tanto astrônomos amadores e amantes do céu que possuem equipamentos menos potentes, quanto medições realizadas por astrônomos profissionais. Pode-se argumentar ainda que, ao perder contato com as estrelas, perderemos contato com uma das fontes mais fundamentais da curiosidade humana, de extrema importância para diversas culturas humanas (Gallaway, 2010).

Podemos compreender quantitativamente melhor a astronomia observacional por meio da equação para se calcular o contraste (C), convencionalmente definido como a luminância do objeto (L_o) contra a luminância do fundo com o qual o objeto está sendo observado (L_f). Assim, temos a seguinte relação:

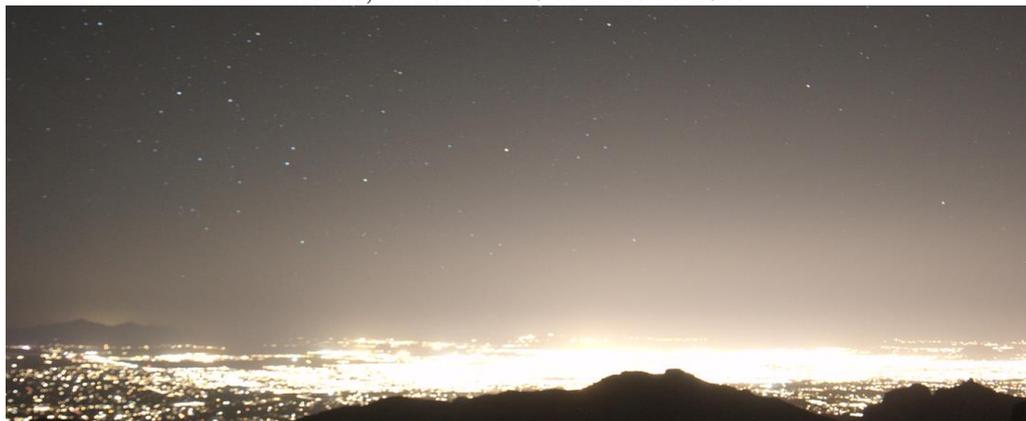
$$C = \frac{L_o - L_f}{L_o} \quad (1.1)$$

O brilho excessivo causa um véu de luz que se estende no campo de observação, possui luminância L_v que se soma a todas as luminâncias, transformando a relação em:

$$C' = \frac{(L_o + L_v) - (L_f + L_v)}{(L_o + L_v)} = \frac{L_o - L_f}{L_o + L_v} \quad (1.2)$$

Percebemos que sempre $C' < C$, sendo assim o *Skyglow* é um efeito sempre negativo para a observação de objetos celestes. Esta relação matemática de fácil visualização mostra aquilo que já conhecíamos anteriormente por todo nosso desenvolvimento anterior, mas é mais uma forma de entender a poluição luminosa.

Figura 2 – Luzes de Tucson tiradas de *Windy Point* nas montanhas de Santa Catalina, ao norte da cidade, na noite de 28 de maio de 2017



Fonte: John Caleb Barentine.

3.2 WORLD ATLAS OF THE ARTIFICIAL NIGHT SKY BRIGHTNESS

O trabalho "O primeiro Atlas Mundial do brilho artificial do céu noturno"² teve um impacto significativo tanto na comunidade científica quanto fora dela. Publicado em 2001 por Pierantonio Cinzano, Fabio Falchi e Christopher D. Elvidge, o atlas foi pioneiro ao fornecer uma visão abrangente e detalhada da luminosidade artificial do céu noturno em todo o mundo. O trabalho foi o primeiro retrato da poluição luminosa feito com um nível de detalhe esplêndido. Usando dados de satélite, foi confeccionado um Atlas do mundo inteiro em 1999, sendo este o primeiro trabalho do tipo.

Na comunidade científica, o trabalho estabeleceu um marco importante no estudo da poluição luminosa e seus efeitos sobre a astronomia observacional. Ao fornecer dados quantitativos e mapas precisos da luminosidade artificial, o atlas permitiu que os pesquisadores avaliassem a extensão e a distribuição da poluição luminosa em diferentes regiões do planeta. Isso abriu caminho para uma compreensão mais aprofundada dos efeitos negativos da poluição luminosa na perda da visibilidade do céu noturno.

Ao observar os dados apresentados nos trabalhos, é difícil não ficar com medo do futuro que estes nos apresentam. Se em 2001 a população vivendo sob um céu poluído³ era de 66%, em 2016 o número saltou⁴ para 80%.

Os números expostos para o Brasil são igualmente assustadores, sendo que em 2001, 55% da população brasileira vivia sob céus poluídos⁵, em um total de 1,4% da área total do Brasil. Já em 2016 o número salta⁶ para 86% da população, em um total de 5,7% da área total do Brasil. Claro que é um pouco difícil comparar esses dois números por se tratar de dois parâmetros distintos, mas fazendo uma análise mais qualitativa do que quantitativa do problema, é fácil visualizar que é um enorme desafio fazer observações astronômicas de qualidade em qualquer lugar do mundo e um desafio ainda maior será recuperar os lindos céus outrora vistos por todos.

Outro trabalho notável é o intitulado "Cientistas cidadãos relatam rápidas reduções globais na visibilidade das estrelas de 2011 a 2022"⁷, onde é explorada a expansão da poluição luminosa. A pesquisa foi feita por mais de 50 mil cientistas amadores. O trabalho trouxe estatísticas quanto ao número de estrelas que se tornaram invisíveis entre os anos de 2011 e 2022. Os números são alarmantes, uma vez que os dados coletados foram analisados como havendo um aumento de 7% a 10% de crescimento da poluição luminosa ao ano na faixa visível ao olho humano, o que o artigo indica como um crescimento mais rápido do que aqueles indicados pelas observações feitas por satélites (Kyba *et al.*, 2023).

Utilizando uma pesquisa mais intuitiva, usando diversas fontes ao redor do planeta, se desenvolveu uma estatística curiosa ao longo destes 11 anos de pesquisa: o céu mundial parece em média 9,6% mais brilhante para estes cientistas amadores que contribuíram com a pesquisa.

² The first World Atlas of the artificial night sky brightness, 2001, P. Cinzano, F. Falchi and C. D. Elvidge

³ Usando o valor de referência como $2,52 \cdot 10^{-4} \text{cd/m}^2$

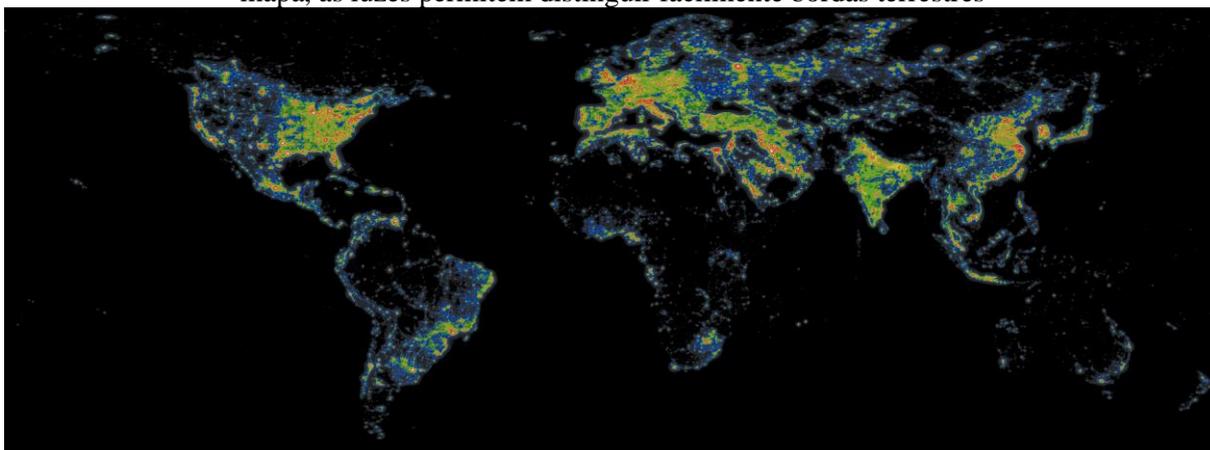
⁴ Usando o valor de referência como $1,74 \cdot 10^{-4} \text{cd/m}^2$

⁵ Usando o valor de referência como $2,52 \cdot 10^{-4} \text{cd/m}^2$

⁶ Usando o valor de referência como $1,74 \cdot 10^{-4} \text{cd/m}^2$

⁷ Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022, 2023, C.C.M. Kyba, Y. O. Altıntaş, C.E. Walker, M. Newhouse

Figura 3 – O Atlas Mundial da poluição luminosa (2020) mostrando o mundo, mesmo sem bordas no mapa, as luzes permitem distinguir facilmente bordas terrestres



Fonte: David Lorenz.

4 PLANETÁRIOS

Pouco se sabe sobre a origem precisa do planetário, mas acredita-se que o primeiro foi construído por Arquimedes em 150 d.C. como um meio de visualizar o movimento dos planetas, do Sol e da Lua, usando esferas concêntricas para fazê-lo (Resende, 2017). No início do século XX, as grandes capitais da Europa estavam implementando planetários e em 1957 o primeiro planetário moderno foi inaugurado no Brasil. Depois que a humanidade pousou na lua, em 1969, o número de planetários só aumentou.

Segundo a *International Planetarium Society* (IPS), em 2005 o número de espectadores foi estimado em 100 milhões, tendo em conta cerca de 3000 planetários em todo o mundo (Vieira; Pessô; Santos, 2007). É importante destacar que para aprender astronomia há uma grande demanda por ambientes onde os alunos possam pensar espacialmente (Council, 2006). Assim, o número de planetários ao redor do mundo tende a crescer para acomodar a crescente população e seu direito inato à educação.

Na busca por ambientes onde a Astronomia possa ser ensinada sem a necessidade de um céu noturno claro ou ainda mais difícil, uma cidade sem poluição luminosa, os planetários parecem ser uma ótima alternativa. Estes espaços vêm em diferentes formas e tamanhos, alguns são móveis e podem ser levados sob demanda para escolas ou outros centros de aprendizagem, outros são digitais, de modo você não precisa de um espaço físico para hospedá-los, apenas a tela do seu laptop ou telefone, como por exemplo o *Stellarium*, uma ferramenta de observação celeste virtual ou auxílio a observação noturna usual (*Stellarium*, 2020).

4.1 ESPAÇOS NÃO-FORMAIS DE ENSINO

Os alunos frequentemente têm dificuldade em entender a relevância de certos assuntos, o que pode desmotivá-los no aprendizado. Os espaços não-formais de educação, como afirmado por Jacobucci (2008), como os planetários, desempenham um papel fundamental na promoção da aprendizagem e conscientização fora da sala de aula, oferecendo experiências imersivas e inspiradoras que combinam ciência, tecnologia e entretenimento para explorar o cosmos de forma emocionante.

Uma das principais vantagens dos planetários como espaços não-formais de educação é sua capacidade de proporcionar experiências imersivas que estimulam múltiplos sentidos. O uso de som, luz e projeção em cúpula cria uma atmosfera envolvente que transporta os

espectadores para uma jornada emocionante pelo cosmos. Essa imersão sensorial intensifica a experiência de aprendizado, facilitando a compreensão e a assimilação de informações (Jacobucci, 2008).

Os planetários também desempenham um papel importante na promoção da consciência ambiental. Além de explorar o cosmos, eles podem destacar a importância da sustentabilidade e da preservação do nosso planeta. Os programas educativos podem abordar questões relacionadas às mudanças climáticas, poluição luminosa, proteção da biodiversidade e outros desafios ambientais. Ao destacar esses problemas e suas consequências, os planetários incentivam a reflexão e a busca por soluções sustentáveis.

Outro aspecto importante dos planetários como espaços não-formais de educação é a sua capacidade de despertar a imaginação e a criatividade dos visitantes. Ao criar ambientes imersivos e cativantes, os planetários estimulam a curiosidade e incentivam a busca por respostas para as grandes questões do universo (Lemes, 2019). Através de projeções de alta qualidade, os visitantes podem observar de perto fenômenos celestes, como eclipses, supernovas e buracos negros, despertando um senso de maravilhamento e admiração pelo cosmos.

Além do aspecto educativo, os planetários desempenham um papel significativo na conscientização ambiental. Por meio de programas especiais podemos abordar questões como a preservação do meio ambiente, a importância da escuridão noturna e a redução da poluição luminosa (Lemes, 2019). Ao destacar esses temas, os planetários encorajam o público a refletir sobre seu papel como guardiões do planeta e a adotar medidas sustentáveis em suas ações cotidianas.

Figura 4 – O planetário móvel da Univates atende um grupo de crianças, proporcionando um fascínio e conscientização visível no rosto dos visitantes



Fonte: Folha do Mate.

4.2 CONSCIENTIZAÇÃO

Em 1972 foi realizada a primeira conferência global para falar sobre problemas ambientais, em Estocolmo. Desde então, várias outras conferências foram realizadas em todo o

mundo, sendo apoiadas pela Organização das Nações Unidas (ONU). Dentre estas conferências, podemos citar a Rio+10, em 2002, e Rio+20, em 2012. Muitas conferências lançam luz sobre os problemas que o mundo enfrenta quando se trata de natureza, mas pela falta de comprometimento da maioria dos países, esses problemas nunca tiveram a solução adequada.

A conscientização dos problemas ambientais, tanto em escala local quanto global, é fundamental para compreendermos a complexidade das questões que envolvem a humanidade (Airles, 2014). Os desafios ambientais transcendem fronteiras políticas e geográficas, afetando ecossistemas complexos e comunidades vulneráveis.

A colaboração global é necessária para enfrentar esses problemas e buscar soluções sustentáveis. Ao promover discussões abrangentes e engajadas em ambos os contextos, local e global, podemos abordar as raízes dos problemas e incentivar a responsabilidade conjunta. Um exemplo de educação ambiental no Brasil é o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, que utiliza informações e experiências lúdicas para provocar o pensamento racional e despertar a consciência dos visitantes sobre seu comportamento como seres humanos (O Globo, 2015).

Nesse sentido, o planetário se mostra um poderoso instrumento de conscientização que pode desempenhar um papel significativo na educação e sensibilização sobre problemas ambientais. Por meio de suas projeções imersivas e precisas, os planetários têm o potencial de envolver e inspirar o público, proporcionando uma experiência educativa única e impactante, tendo em vista o número de indivíduos de todas as faixas etárias que entram e saem o dia todo desses espaços (Lemes, 2019).

Além de fornecer informações e conscientização, os planetários podem incentivar ação e mudança de comportamento, podendo apresentar exemplos de boas práticas de iluminação, como o uso de luzes direcionais, a redução do desperdício de luz e a adoção de iluminação com baixo impacto ambiental. Essas informações práticas podem capacitar os espectadores a fazerem escolhas mais conscientes em relação à iluminação em suas próprias comunidades e contribuir para a redução da poluição luminosa.

Uma das melhores formas de conscientização que se pode realizar nos planetários é simular a diferença entre um céu noturno escuro e um céu afetado pela poluição luminosa (Silva, 2023). Ao projetar a imagem de um céu estrelado sem interferência de luz artificial e, em seguida, mostrando a superexposição causada pela poluição luminosa, os planetários podem ajudar o público a compreender visualmente o contraste entre um ambiente naturalmente escuro e um ambiente artificialmente iluminado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dadas as medidas já discutidas, os planetários podem desempenhar um papel crucial na conscientização e educação pública sobre a poluição luminosa. Como centros de conhecimento e divulgação científica, estes espaços têm a capacidade de fornecer informações acessíveis e envolventes sobre os efeitos prejudiciais da poluição luminosa e as possíveis soluções.

Os planetários podem oferecer programas educacionais e projeções que destacam a importância do céu noturno escuro e explicam os impactos negativos da poluição luminosa na fauna, flora e saúde humana, além de poderem demonstrar visualmente a diferença entre um céu noturno poluído e um céu estrelado deslumbrante, despertando um senso de admiração e conexão com o universo.

Além disso, os planetários podem colaborar com cientistas, pesquisadores e organizações de conservação para realizar estudos e monitorar a poluição luminosa em suas regiões. Essas parcerias podem ajudar a coletar dados científicos relevantes e a compartilhar informações atualizadas sobre o estado da poluição luminosa, destacando a importância de medidas de controle e redução.

Outra maneira pela qual os planetários podem contribuir para a conscientização é promovendo práticas de iluminação responsáveis, fornecendo orientações sobre o uso adequado da iluminação exterior, enfatizando a necessidade de iluminar apenas as áreas necessárias, evitar o desperdício de luz, e utilizar tecnologias de iluminação eficientes e direcionadas.

Além disso, os planetários podem incentivar a participação da comunidade como "cientistas cidadãos" na coleta de dados sobre a poluição luminosa. Por meio de programas de observação astronômica e campanhas de sensibilização, é possível capacitar os visitantes a realizar medições simples da luminosidade do céu noturno e contribuir para pesquisas científicas sobre o tema.

Dessa forma, os planetários podem se tornar agentes de mudança, promovendo a conscientização pública sobre a poluição luminosa, estimulando a adoção de medidas de controle e iluminação responsável e incentivando a participação ativa da comunidade na preservação do céu noturno.

Com seu alcance e capacidade de inspirar e educar, os planetários têm o potencial de desempenhar um papel significativo na luta contra a poluição luminosa e na busca por um céu noturno mais escuro e preservado, para que um dia possamos vislumbrar o céu limpo e nos fascinar novamente com toda esta beleza.

REFERÊNCIAS

AIRLES, D. A educação ambiental como ferramenta contra a crise ambiental planetária.

Revista Educação Pública, v. 14, n. 12, 2014. Disponível em:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/14/40/a-educacao-ambiental-como-ferramenta-contra-a-crise-ambiental-planetaria>.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. 1998.

COUNCIL, N. R. **Learning to Think Spatially**. [S.l.]: National Academies Press, 2006.

FALCHI, F.; CINZANO, P.; DURISCOE, D.; KYBA, C. C. M.; ELVIDGE, C. D.; BAUGH, K.; PORTNOV, B. A. RYBNIKOVA, N. A.; FUGRONI, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. **Science Advances**, v. 2, e1600377, p. 1-25, 2016. Disponível em: - <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600377>.

FLYNN, C. G.; RICE, M. T. **Seeing the night sky**. Proceedings of the ICA, v. 2, p. 1–8, 07 2019.

GALLAWAY, T. On light pollution, passive pleasures, and the instrumental value of beauty. **Journal of Economic Issues**, v. 44, p. 71–88, 03 2010.

GARSTANG, R. H. **Model for artificial night-sky illumination**. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**. v. 98, p. 364, 03 1986.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em Extensão**, v. 7, 11 2008.

KYBA, C. C. M.; ALTINTAS, Y. Ö.; WALKER, C. E.; NEWHOUSE, M. Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022. **Science**, v. 379, p. 265–268, 01, 2023. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq7781>.

LEMES, B. F. **Planetário: ambiente não formal de aprendizagem e educação ambiental - proposta para a cidade de Maringá - PR.** Tese (Doutorado). Universidade CESUMAR, Maringá, 2019. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/5245>.

NARISADA, K.; SCHREUDER, D. **Light Pollution Handbook.** [S.l.]: Springer Netherlands, 2004. 115, 138 p.

O GLOBO. **Sustentabilidade é pilar essencial do Museu do Amanhã.** 2015. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/museu-do-amanha/sustentabilidade-pilar-essencial-do-museu-do-amanha-18328524>.

RESENDE, K. A. **A interação entre o planetário e a escola: justificativas, dificuldades e propostas.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002900078>.

ROMANZINI, J.; BATISTA, I. L. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. VII ENPEC. **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências.** Florianópolis. 2009.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Planet.** 2022. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/planet/>.

SCHWARZ, H. E. **Light Pollution: The Global View.** [S.l.]: Dordrecht Springer Netherlands, 2003.

SILVA, F. C. E. da. **O Planetário Como Resposta À Poluição Luminosa.** Revista de Divulgação de Astronomia e Ciências da Natureza AstroNova, v. Ano 09, n. 37, p. 09–14, mar. 2023.

STELLARIUM. **Stellarium Astronomy Software.** 2020. Disponível em: <http://stellarium.org/en/>.

VIEIRA, F.; PESSO, G.; SANTOS, N. M. **Memória do Planetário do Rio.** [S.l.: s.n.], 2007.

ZEMANSKY, M. W.; DITTMAN, R.; CHATTOPADHYAY, A. K. **Heat and Thermodynamics.** [S.l.]: Chennai McGraw-Hill Education (India) Private Limited, 2011.

Submetido em: 25/09/2023
Aprovado em: 12/10/2023
Publicado em: 21/12/2023



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.