

A POLUIÇÃO LUMINOSA PODE INFLUENCIAR A APRENDIZAGEM?

CAN LIGHT POLLUTION INFLUENCE LEARNING?

Tallyrand Moreira Jorcelino; Afonso Pelli

Universidade Federal do Triângulo Mineiro tallyrand.m2@gmail.com

RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar a incidência luminosa e sua variação ao longo de um ciclo de 24 horas em uma área metropolitana de uma cidade de médio porte, no Distrito Federal, e refletir sobre impacto no bem-estar das pessoas. Buscou-se evidências científicas sobre poluição luminosa e educação, como também atividade prática com uso do aplicativo Lux Light Meter Pro®. Os resultados apontam que a presença de toldo, paredes, sacadas podem atenuar a entrada direta da luz externa em determinados momentos. Os dados indicam que durante a noite, a intensidade luminosa, dentro de dormitórios pode ser maior que em áreas abertas, indicando falta de planejamento ou mesmo poluição luminosa, interferindo diretamente no ciclo circadiano das pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: Conscientização socioambiental; Educação ambiental; Educação em ciências, Distrito Federal

ABSTRACT

The objective of the study was to assess light incidence and its variation over a 24-hour cycle in a metropolitan area of a medium-sized city in the Federal District, and to reflect on its impact on people's well-being. Scientific evidence on light pollution and education was sought, as well as practical activities using the Lux Light Meter Pro® app. The results indicate that the presence of awnings, walls, and balconies can attenuate the direct entry of external light at certain times. The data indicate that at night, light intensity inside bedrooms can be greater than in open areas, indicating a lack of planning or even light pollution, directly interfering with people's circadian rhythms.

KEYWORDS: Socio-environmental awareness; Environmental education; Science education, Federal District

INTRODUÇÃO

A Cosmologia é a ciência responsável pelo estudo da estrutura, evolução e composição do universo. Ao contemplar o céu em uma noite limpa, sem nuvens, e distante das luzes urbanas, é inevitável a sensação de imensidão do cosmos, onde incontáveis pontos luminosos, estrelas distantes, pontuam o firmamento. A

poluição luminosa passou a ser detectada a partir da década de 1970, com a redução da visibilidade dos corpos celestes durante a noite. Posteriormente, essa condição foi associada a impactos negativos sobre a fauna, a flora e os seres humanos¹.

Historicamente, o céu sempre representou uma fonte de inspiração para a humanidade. No contexto urbano, a iluminação noturna desempenha um papel fundamental para o funcionamento das cidades, podendo inclusive contribuir para a qualificação dos espaços públicos e das cidades inteligentes².

Entretanto, fatores como o ritmo acelerado da vida urbana, o cotidiano agitado e a própria poluição luminosa têm afastado as pessoas da contemplação do céu noturno, dificultando até mesmo o reconhecimento de constelações amplamente conhecidas, como o Cruzeiro do Sul. Assim, esses autores destacam que a poluição luminosa nos centros urbanos compromete significativamente a observação e identificação das constelações.

Embora ainda seja pouco conhecida pelo público em geral, a poluição luminosa é apontada como um tema relevante para o contexto escolar, especialmente por seu potencial em promover a conscientização sobre essa problemática social².

Nesse sentido, a discussão sobre a poluição luminosa e seus impactos no meio ambiente revela-se significativa para o desenvolvimento de abordagens temáticas no ensino de Ciências. Trata-se de um problema ambiental que, apesar da baixa visibilidade social, oferece um campo fértil para integrar conteúdos de Astronomia e educação ambiental, ampliando a compreensão das interações entre ciência, sociedade e natureza³.

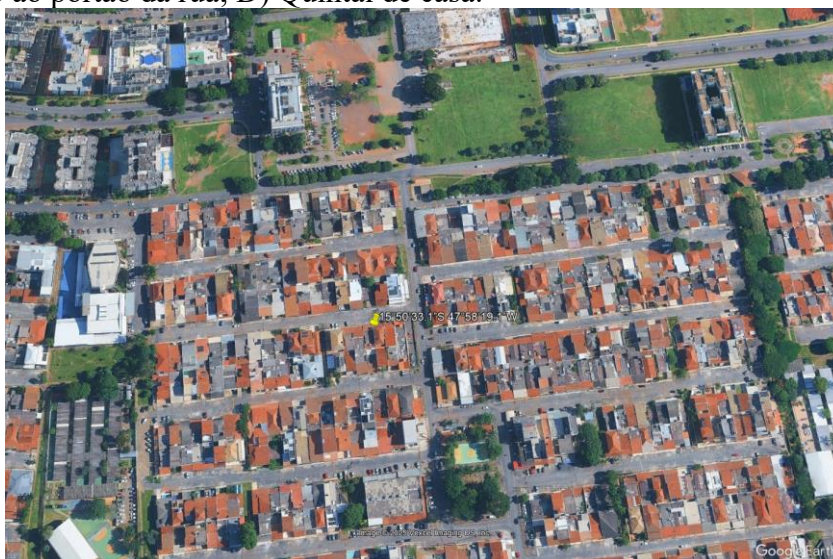
A iluminação pública exerce um papel fundamental na vida cotidiana, sendo um serviço essencial que contribui para a qualidade de vida da população, ao promover maior segurança e sensação de tranquilidade em espaços e vias públicas. No contexto da expansão urbana e do ritmo acelerado das cidades, a iluminação pública surge como um elemento orientador, favorecendo ambientes urbanos mais seguros, dinâmicos e inclusivos³.

A iluminação de vias e estradas também é um componente crucial para a segurança no transporte rodoviário, uma vez que melhora a visibilidade tanto para motoristas quanto para pedestres. Quando implementada com foco na eficiência energética, permite o aumento do espaçamento entre os postes de luz, o que contribui para a redução da poluição luminosa⁴.

A poluição luminosa é caracterizada pelos efeitos adversos resultantes do uso inadequado da iluminação elétrica. A iluminação pública representa uma das principais fontes desse problema, manifestando-se por meio de fenômenos como a iluminação intrusiva, o ofuscamento e o brilho excessivo do céu noturno. De modo geral, os projetos de edificações devem contemplar, desde sua concepção, estratégias que assegurem a proteção ambiental do entorno, evitando a emissão de poluição luminosa, sonora, térmica e atmosférica.

O presente estudo foi desenvolvido no Bairro Guará II, situado cerca de 18 km do Plano Piloto, Brasília – DF (Figura 1).

Figura 1. Residência, em área urbana, Quadra Externa 34 no Município de Guará II, no Distrito Federal, utilizada para coleta de dados. Ambientes amostrais: A) dormitório com janela aberta; B) dormitório com janela aberta; C) garagem próximo ao portão da rua; D) Quintal de casa.



A iluminação pública tem se tornado um tema de debate nas gestões municipais, os principais assuntos são os gastos com faturas de energia e

manutenção do sistema e baixa eficiência energética. Há alguns anos as luminárias LED (Diodo Emissor de Luz, em português) ganharam espaço no mercado como principal solução para um sistema de iluminação pública mais eficiente, por terem maior vida útil e bom nível de eficiência luminosa, com isso a implementação das luminárias LED substituindo lâmpadas antigas começou a se tornar comum nas cidades.

O presente estudo busca contribuir com uma proposta para uso por professores de ciências a temática poluição luminosa, favorecendo um protagonismo e criticidade maior dos alunos, com integração de conteúdos.

Do exposto, o objetivo desse estudo foi verificar a incidência luminosa e sua variação ao longo de um ciclo de 24 horas em uma área metropolitana de uma cidade de médio porte, no Distrito Federal.

METODOLOGIA

No mês de abril de 2024 utilizou-se a *string* “light pollution” AND “education” com vista a identificar evidências científicas na plataforma Web of Science. Observou-se que 61 artigos estão hospedados na plataforma, sendo datadas entre os anos 1998 a 2024.

No recorte temporal dos últimos cinco anos civis, 2020 a 2024, identificou-se 22 artigos, sendo dois artigos de revisão de literatura sobre as temáticas vagalumes, e conservação da biodiversidade.

Ao priorizar somente artigos originais, resultados de pesquisas científicas, recuperou-se 18 artigos. Após leitura criteriosa do título, resumo e palavras-chave, identificou-se dez artigos alinhados à temática do estudo. Outros oito artigos não foram elegíveis, pois abordavam temáticas tais como: habitats naturais, planetário, poluição do ar, turismo sustentável, astronomia, animais domésticos, animais de vida selvagem, metais pesados.

A iluminância (lux) refere-se à quantidade de luz que incide sobre uma superfície, sendo definida como a razão entre o fluxo luminoso (φ) emitido por uma

fonte e a área (A) da superfície iluminada, situada a uma determinada distância da fonte. É representada pelo símbolo E, e sua unidade de medida é o lúmen por metro quadrado (lm/m²), comumente denominada lux³.

A medição da iluminância é realizada com o auxílio de um luxímetro, instrumento que verifica a qualidade da iluminação em ambientes diversos. Esse aparelho funciona com base no efeito fotoelétrico, permitindo mensurar a intensidade da luz no local analisado.

Torna-se importante frisar que o fluxo luminoso não se distribui uniformemente sobre a superfície; por isso, a iluminância pode variar de ponto a ponto. Nesses casos, considera-se a iluminância média (E_m) como parâmetro de referência. A equação da Iluminância pode ser representada por:

$$E \text{ (lux)} = \varphi \text{ (fluxo luminoso)} \div A \text{ (área)}$$

Dessa forma, 1 lux é igual a 1 lúmen por metro quadrado (1 lx = 1 lm/m²). A iluminância corresponde ao equivalente fotométrico da irradiância, sendo definida como o fluxo luminoso emitido por uma fonte que incide sobre uma determinada superfície, por unidade de área, a uma certa distância. É representada pela letra E e sua unidade de medida é o lux (lx)³.

O aplicativo Luxímetro permite aferir os níveis de luminosidade do ambiente, registrando os valores máximos e mínimos. Além disso, o aplicativo gera um gráfico que representa a variação da quantidade de luz ao longo do tempo de uso. No presente estudo foi utilizado o aplicativo Lux Light Meter Pro[®].

Com uso desse aplicativo, a cada 4 horas foi realizada a mensuração da intensidade luminosa em quatro ambientes: **A)** dentro de casa em dormitório com as luzes apagadas e janela que dá acesso para a rua aberta; **B)** dentro de casa em dormitório com as luzes apagadas e janela que dá acesso à lateral direita aberta; **C)** na frente da garagem, com cobertura, próximo ao portão da rua; **D)** Quintal de casa sem cobertura. A cada intervalo foram realizadas 12 medidas, totalizando 4 coletas diárias nos horários 21h, 1h, 5h e 21h, nos dias 25 e 26 de abril de 2025.

Na organização da informação, adotou-se o uso de média aritmética de cada uma das medidas obtidas com a anotação de cada intervalo de tempo nos dois dias,

e posteriormente, realizou-se a média aritmética das médias das 12 medidas, sendo os dados apresentados na Tabela 1, presente na seção de Resultados.

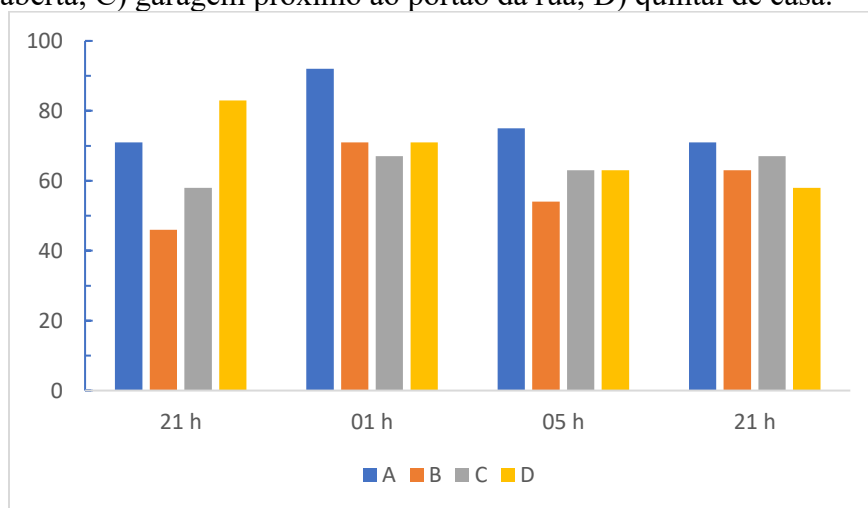
RESULTADOS

A Tabela 1 e Figura 2 apresentam as médias das medidas da intensidade luminosa nos ambientes amostrais A, B, C e D.

Tabela 1. Variação diária da intensidade luminosa (lux) em quatro ambientes distintos em residência, em área urbana, no Município de Guará II/DF. Ambientes amostrais: A) dormitório com janela aberta; B) dormitório com janela aberta; C) garagem próximo ao portão da rua; D) quintal de casa.

Data	Horário	Ambiente de amostragem			
		A	B	C	D
25 de abril de 2025	21 h	0,71	0,46	0,58	0,83
26 de abril de 2025	01 h	0,92	0,71	0,67	0,71
26 de abril de 2025	05 h	0,75	0,54	0,63	0,63
26 de abril de 2025	21 h	0,71	0,63	0,67	0,58

Figura 2. Variação diária da intensidade luminosa (hlux) em quatro ambientes distintos em uma residência, em área urbana, no Município de Guará II, no Distrito Federal. Ambientes amostrais: A) dormitório com janela aberta; B) dormitório com janela aberta; C) garagem próximo ao portão da rua; D) quintal de casa.



Os dados obtidos no Dormitório com as luzes apagadas e janela que dá acesso à lateral direita aberta, denominado como ambiente B, foi o que apresentou menores valores médios (58,5 hlux) de iluminação. O ambiente denominado por C, na frente da garagem, com cobertura, próximo ao portão da rua, foi o segundo com menores valores médios (63,75 hlux). O quintal da casa, sem cobertura alguma apresentou média de 68,75 hlux e, o ambiente mais iluminado, com média de 77,25 hlux, foi o dormitório aqui denominado por “A”. Um dormitório da residência, que deveria ser um ambiente com baixa iluminação, apresentou maiores valores, indicando falta de planejamento arquitetônico ou urbano, ou ainda ambos.

DISCUSSÃO

O termo “poluição luminosa” ainda é pouco conhecido pela população, o que revela um nível reduzido de conscientização e educação ambiental em relação aos impactos dessa forma de poluição.

A iluminação residencial desempenha um papel essencial no bem-estar humano e conforto cotidiano. Sua ausência tornaria incômoda a realização de diversas atividades noturnas em casa, como ler, escrever ou cozinhar. Dado que chama a atenção é a maior intensidade luminosa dentro da residência que nos ambientes “C” e “D”, no horário de 01 h.

Torna-se essencial o processo de conscientização sobre os efeitos da poluição luminosa no sono e no rendimento escolar e laboral das pessoas. Ações educativas para mitigar esses impactos, tal como simulações com luxímetros, inserção do tema no currículo escolar, produção de materiais didáticos e campanhas educativas poderiam auxiliar na temática. A exposição à luz artificial excessiva durante a noite afeta o ciclo circadiano, prejudicando o sono, a concentração, o desempenho acadêmico e a saúde mental dos afetados.

A percepção da degradação da qualidade do céu noturno e os impactos desse processo, que vem se intensificando de forma sistemática, não se restringem mais

aos cientistas ou ambientalistas, os cidadãos comuns também estão conscientes e sentem os efeitos sobre sua saúde⁵.

Diversos tipos de poluição impõem um impacto considerável ao elevar o risco de surgimento e agravamento de doenças crônicas não transmissíveis, em especial as cardiovasculares⁶.

A disseminação do uso de luz artificial durante a noite intensifica consideravelmente o brilho do céu noturno, impactando de forma negativa o bem-estar humano, a ecologia de plantas e animais, e as atividades de observação astronômica¹³.

Não apenas os humanos são negativamente afetados, os vaga-lumes encontram-se ameaçados devido à destruição de seus *habitats*, à degradação do solo e à poluição luminosa¹⁴.

O impacto da poluição da água, do solo, sonora e luminosa no sistema cardiovascular é vasto⁶. O potencial transformador das noites escuras justifica sua preservação, sendo mais bem compreendido pelos efeitos significativos que oferecem nos campos intelectual, cultural, estético e na restauração psicofisiológica⁷. Os benefícios constituem um conjunto urgente de motivos para enfrentar o avanço do fenômeno global da poluição luminosa.

A iluminação artificial, que polui o céu noturno sobre áreas urbanas e seus arredores, tornou-se um fenômeno antropogênico recorrente e representa um dos principais desafios das paisagens urbanas contemporâneas⁵.

Antes da era moderna, as estrelas eram claramente visíveis no céu noturno em praticamente todas as regiões do planeta. No entanto, a poluição luminosa gerou desigualdades no acesso à observação desses corpos celestes a olho nu, o que pode influenciar de forma significativa o comportamento humano⁸. A educação em saúde planetária tem como foco nas crises climática e ecológica, bem como seus impactos negativos sobre a saúde humana.

Para observar o céu naturalmente estrelado, na atualidade é necessário viajar para lugares distantes, não apenas de grandes conturbações, mas também de assentamentos humanos menores⁵.

A poluição luminosa tem se consolidado como uma preocupação ambiental crescente, uma vez que intensifica a emissão de dióxido de carbono na atmosfera, interfere no sono humano e dificulta a observação das estrelas no céu noturno⁹.

A poluição luminosa teve início simultaneamente com a revolução industrial, mas se acentuou nas últimas décadas. O homem assim como todos os seres vivos, apresenta ciclos biológicos. Na espécie humana o ciclo diário ou circadiano é regido pela luminosidade natural. Este condiciona o estado de alerta durante o dia, e letárgico ou de sonolência durante a noite.

Existe real necessidade da alfabetização em saúde do sono nos currículos de educação científica, como os temas sono e luz podem servir como um elo entre a educação em saúde e a educação para o desenvolvimento sustentável¹⁰.

A ausência de conhecimento sobre hábitos saudáveis de sono está associada a comportamentos inadequados durante o sono. Distúrbios do sono representam fatores de risco para enfermidades como demência e diabetes, além de gerarem custos significativos¹⁰. A demência é uma síndrome neurológica marcada por um comprometimento cognitivo significativo, que afeta de forma funcional as atividades do cotidiano¹¹.

Embora os impactos da poluição luminosa na astronomia, biologia, ecologia e saúde já sejam amplamente reconhecidos, ela também influencia o comportamento científico humano, trazendo implicações significativas para a educação científica e para a sociedade como um todo⁸.

Apesar da importância fundamental do sono para a saúde humana, ainda existem poucas ou nenhuma investigação sobre a relação entre sono, saúde e educação científica¹⁰. Paralelamente, é essencial promover a comunicação e a colaboração entre diferentes áreas e disciplinas, com o intuito de fortalecer as capacidades de pesquisa, educação e atuação voltadas à biodiversidade urbana¹².

Para melhorar a condição de poluição do céu noturno, torna-se essencial monitorar continuamente o fenômeno, oferecer educação específica sobre o tema e adotar contramedidas sistêmicas que minimizem seus impactos negativos ao longo do tempo e em diferentes locais⁵.

São necessários esforços intensificados e uma urgência renovada para mitigar as fontes de poluição no meio ambiente, integrar os fatores de risco ambientais na formação acadêmica, em especial na área da saúde, garantir recursos adequados para a pesquisa e, sobretudo, proteger os grupos mais vulneráveis e suscetíveis aos seus efeitos⁶.

O avanço acelerado da urbanização e a crescente perda de biodiversidade em escala global demandam a formulação de uma agenda de pesquisa que preencha as lacunas existentes no conhecimento sobre ecologia urbana, com o objetivo de orientar políticas públicas, práticas de gestão e ações de conservação¹²⁻¹⁵.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram variações significativas de iluminância entre ambientes abertos e fechados, com impactos diretos da luz natural e artificial. Ambientes com barreiras físicas apresentaram menor exposição à poluição luminosa. Espaços abertos e externos mostraram menores níveis de iluminância noturna, indicando interferência luminosa ambiental significativa.

Esses achados reforçam a importância de projetos arquitetônicos e urbanísticos que levem em consideração o controle da iluminação artificial, com vistas à redução da poluição luminosa e seus impactos sobre o bem-estar humano e a biodiversidade local. O respeito às legislações vigentes coopera para o uso de luz e iluminação adequada, e minimiza efeitos negativos; mesmo que não altere o pagamento de adicional noturno, regido pela Consolidação das Leis Trabalhistas.

No tocante aos estudantes, independente da etapa escolar, a observância de incidência luminosa e o horário dedicado a estudos podem colaborar no processo de aprendizagem.

Isso possibilita uma integração entre o saber didático e as práticas cotidianas dos estudantes, sendo aprimorada por meio do acesso ao uso de aplicativos e outras tecnologias digitais de informação e comunicação já incorporadas ao contexto educacional, com acessibilidades à internet.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que não existem conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Munhoz D P, Stein-Barana A C M, Leme C S. Localizando pedacinhos do céu: constelações em caixas de suco. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 2012; 29(1): 130-144. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29n1p130>.
2. Oliveira F A, Langhi R. Educação em Astronomia: investigando aspectos de conscientização socioambiental sobre a poluição luminosa na perspectiva da abordagem temática. *Ciência & Educação*. 2014; 20(3): 653-670. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300009>.
3. Roberto T J, Ayoub J P. Brilho sustentável. São Luís – MA. Editora Pascal, 2023. Disponível em: <https://editorapascal.com.br/wp-content/uploads/2024/01/196.-Brilho-Sustentavel-explorando-alternativas-de-iluminacao-publica-com-lampadas-LED-de-inducao-e-a-vapor-de-sodio.pdf>. <https://doi.org/10.29327/5307984>.
4. Araujo J L, Picazzio E. Implicações da poluição luminosa nas áreas das ciências e da sociedade. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*. 2021; 7(12): 105–119. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i12.3449>.
5. Karpínska D, Kunz M. Spatial and temporal analysis of artificial light pollution of the city night sky. A case study from Toruń. *Miscellanea Geographica. Regional Studies on Development*. 2023; 27(3): 123-133. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2023-0015>.
6. Miller M R, Landrigan P, Arora M, Newby D E, Münzel T, Kovacic J C. Water, soil, noise, and light pollution: JACC focus seminar, part 2. *Journal of the American College of Cardiology*. 2024; 83(23): 2308-2323. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.03.421>.
7. Dill K M. In defense of wild night. *Ethics, Policy & Environment*. 2022; 25(2): 153-177. <https://doi.org/10.1080/21550085.2021.1904496>.
8. Barragan R C, Meltzoff A N. Opportunity to view the starry night sky is linked to human emotion and behavioral interest in astronomy. *Scientific Reports*. 2024; 14(1): 19314. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69920-4>.
9. Rodrigues Á, Loureiro S M C. Exploring Community Self-efficacy to Light Pollution Mitigation in A Tourism Destination. *Tourism Planning & Development*. 2024; 21(6): 818-840. <https://doi.org/10.1080/21568316.2024.2332243>.

10. Beniermann A, Glos M, Schumacher H, Fietze I, Völker S, Belzen A U. ‘Sleep Blindness’ in science education: how sleep health literacy can serve as a link between health education and education for sustainable development. *Sustainability*. 2023; 15(16): 12217. <https://doi.org/10.3390/su151612217>.
11. Mazzoleni E, Vinceti M, Costanzini S, Garuti C, Adani G, Vinceti G, Zamboni G, Tondelli M, Galli C, Salemm S, Teggi S, Chiari A, Filippini, T. Outdoor artificial light at night and risk of early-onset dementia: A case-control study in the Modena population, Northern Italy. *Heliyon*. 2023; 9(7): e17837. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17837>.
12. Knapp S, Aronson M F, Carpenter E, Herrera-Montes A, Jung K, Kotze D J, Hahs A K. A research agenda for urban biodiversity in the global extinction crisis. *BioScience*. 2021; 71(3): 268-279. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa141>.
13. Breukel K, Cieraad E. Using Light as a Medium to Convey Its Dark Side - A Light Festival Case Study. *Sustainability*. 2024; 16(16): 6941. <https://doi.org/10.3390/su16166941>.
14. Li H, Nitanan K M. Local visitors’willingness to pay for conservation fee at kampung kuantan firefly park, Kuala Selangor, Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*. 2022; 34(2): 187-198. <https://doi.org/10.26525/jtfs2022.34.2.187>.
15. Schwienhorst-Stich E M, Wabnitz K, Geck E, Gepp S, Jung L, Mumm A, Schmid J, Simmenroth A, Simon J, Eichinger M. Initiatives promoting planetary health education in Germany: An overview. *GMS J Med Educ*. 2023; 40(3): Doc38 <https://doi.org/10.3205/zma001620>.