

LA CIENCIA

ECOLOGÍA URBANA

| ESTADÍSTICA O EL MANUAL DEL PERFECTO MENTIROSO | INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES | TALACHAS DE MECÁNICA... CUÁNTICA | DESALINIZACIÓN: SU IMPORTANCIA EN LA ESCASEZ DEL AGUA | ¿POR QUÉ ME DEBE INTERESAR EL OCÉANO?

| MÁS QUE HOJAS Y TRONCOS: ÁRBOLES URBANOS DE XALAPA | SENDEROS VERDES: ESPACIOS DE COEXISTENCIA ENTRE HUMANOS Y FAUNA EN LA CIUDAD | BOSQUES URBANOS: TERMORREGULADORES NATURALES | RESTAURACIÓN DE BOSQUES URBANOS: UN REFUGIO PARA ESPECIES NATIVAS | ÁREAS VERDES URBANAS: UN LEGADO PATRIMONIAL HACIA LA SUSTENTABILIDAD | CIUDADES TROPICALES: REFUGIOS POSIBLES PARA LAS AVES | MALEZA: VEGETACIÓN VITAL PARA AVES Y BIODIVERSIDAD URBANA | ¿A DÓNDE VAN LOS GATOS AL ANOCHECER? | DESAFÍOS DE LA URBANIZACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES | MURCI SOS: AL RESCATE DE LOS MURCIÉLAGOS XALAPEÑOS | TUBOS DE LAVA VERACRUZANOS, ESPACIOS RESERVORIOS PARA FAUNA NATIVA | LAS HORMIGAS ARRIERAS DE MÉXICO: INGENIERAS MINIATURA | LA GÉNESIS DE LOS ANIMALES Y SU FORMA | BRILLAN CON LUZ PROPIA... ORGANISMOS BIOLUMINISCENTES | CONSUMO RESPONSABLE Y SU IMPACTO EN LA SUSTENTABILIDAD | LO QUE TODOS QUEREMOS: CALIDAD | BREVES DE CIENCIA | DISTINTAS Y DISTANTES: MUJERES EN LA CIENCIA | CURIOSIDADES CIENTÍFICAS |

CONTENIDO

LAS SECCIONES
| BREVES DE CIENCIA 2 | **DISTINTAS Y
DISTANTES: MUJERES EN LA CIENCIA**
72 | CURIOSIDADES CIENTÍFICAS 78

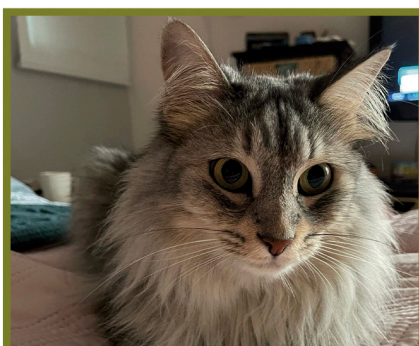


16

Más que hojas y troncos:
Árboles urbanos de Xalapa
El arbolado urbano aporta funciones
ecológicas importantes

40

**Maleza: Vegetación vital para
aves y biodiversidad urbana**
Es momento de mirar distinto lo que crece
en el camellón



44

¿A dónde van los gatos al anochecer?
Tiempos y adorables... o cazadores natos

- 6** Estadística o el manual del perfecto mentiroso
- 8** Inteligencia artificial aplicada a las energías renovables
- 10** Talachas de mecánica... cuántica
- 12** Desalinización: Su importancia en la escasez del agua
- 14** ¿Por qué me debe interesar el océano?
- 20** Senderos verdes: Espacios de coexistencia entre humanos y fauna en la ciudad
- 24** Bosques urbanos: Termorreguladores naturales
- 28** Restauración de bosques urbanos: Un refugio para especies nativas
- 32** Áreas verdes urbanas: Un legado patrimonial hacia la sustentabilidad
- 36** Ciudades tropicales: Refugios posibles para las aves
- 48** Desafíos de la urbanización para anfibios y reptiles
- 52** *Murci* sos: Al rescate de los murciélagos xalapeños
- 56** Tubos de lava veracruzanos, espacios reservorios para fauna nativa
- 60** Las hormigas arrieras de México: Ingenieras miniatura
- 64** La génesis de los animales y su forma
- 66** Brillan con luz propia... organismos bioluminiscentes
- 68** Consumo responsable y su impacto en la sustentabilidad
- 70** Lo que todos queremos: Calidad



ILUSTRACIÓN EN PORTADA: ALESSANDRA HERNÁNDEZ LÓPEZ

UN HOGAR PARA TODAS LAS ESPECIES

EDITORIAL

DIRECTORA

María del Socorro Aguilar Cucurachi

EDITORIA RESPONSABLE

Dulce Mariana Morales Murrieta

COMITÉ CONSULTIVO

Aleida Rueda

Ana María Sánchez Mora

Arturo Gómez Pompa

Carlos Contreras Pérez

Luis Javier Plata Rosas

Miguel Rubio Godoy

Pablo Pacheco Cabrera

COMITÉ EDITORIAL

Beatriz Torres Beristáin

Bernardino Cerda Cristerna

Christian Alejandro Delfín Alfonso

Daniel Illescas Zárate

Edith Escalón Portilla

Leticia Cano Asseleih

Luis Isauro García Hernández

Tamara Cibrián Llanderal

Virginia Arieta Baizabal

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Francisco Cobos Prior

REDES SOCIALES

Facebook: @RevistaLaCiencia

X: @rev_La_Ciencia

Instagram: @revista_Laciencia

Tik Tok: @Revista.La.Ciencia

Dicen que Xalapa es una ciudad surreal. Y lo es. Famosa por sus días nublados y el *chipi chipi* de la tarde... o al menos así era. Desde hace tiempo, la queja constante entre sus habitantes ha sido el calor extremo, que ha llegado a superar los 35°C en una ciudad donde la media es —o era— de 18°C. Es surreal porque a pesar de estar rodeada de ríos y manantiales, sus habitantes sólo tienen agua 12 días al mes o menos. La infraestructura urbana sigue creciendo: hay más plazas, nuevos fraccionamientos... ¿pero de dónde saldrá el agua para abastecerlos? A ellos, a nosotros, a los otros.

Al vivir inmersos en la ciudad, rodeados de edificios y asfalto, es fácil olvidar que el espacio es compartido con otras especies: aves, mamíferos, reptiles y anfibios que han tenido que adaptarse al ambiente alterado para sobrevivir —no todas lo consiguen—, enfrentando obstáculos como ruido, contaminación y depredadores que ponen en riesgo su supervivencia.

A pesar de todo, Xalapa aún conserva más de 300 áreas verdes para el disfrute de todas las especies. Sin embargo, se han priorizado los diseños urbanos insostenibles que las reducen y fragmentan, cambiando la vegetación por platas de cemento para que no invada lo que es "nuestro", como si su presencia fuera desagradable o peligrosa. Si erradicamos las áreas verdes, ¿a dónde irá la fauna que habita la ciudad?

En esta edición te contamos la importancia de restaurar los bosques urbanos y activar proyectos de conservación e investigación de áreas verdes que mejoran nuestro hábitat, embellecen el paisaje y refrescan nuestras calles y casas. Recuperarlos traería de vuelta la neblina, ayudaría a retener el agua para evitar inundaciones y compactaría el suelo previniendo más deslizamientos.

Reconocer las áreas verdes urbanas y a sus inquilinos como parte fundamental de nuestro bienestar es esencial para nuestra supervivencia. Depende de nosotros cuidarlas, ampliar nuestra conciencia ambiental, exigir políticas públicas que las protejan y que quienes toman decisiones apuesten por diseños urbanos sostenibles, donde haya hogar para todas las especies. ▀

LAS CIUDADES Y SUS DILEMAS ACTUALES Y FUTUROS

Las manchas urbanas crecen sin control, afectando servicios, ecosistemas y calidad de vida. ¿Pueden ser más justas y sostenibles?

Desde 2007, la mayoría de las personas en el mundo viven en ciudades, y se estima que para 2050 el 60% de la población mundial sea urbana. Este es uno de los desafíos que aborda el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 11 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que busca lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

En México, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la década de 1950, 43% de la población vivía en localidades urbanas, mientras que la mayoría se concentraba en áreas rurales. Para 2020 esta situación se invirtió: el 79% de la población total habitaba en ciudades, situando a nuestro país por arriba de la media mundial de concentración urbana.

El rápido crecimiento desordenado y la alta concentración de personas ha traído consigo falta de servicios básicos y desigualdades socioambientales como inequidad en los servicios de agua y saneamiento, menor acceso a espacios verdes, mayor riesgo a inundaciones, deslaves, exposición a contaminación



FOTO: RÍO DE LA HERRADURA, DE FRANCISCO COBOS PRIOR

por desechos sólidos urbanos, aguas contaminadas o mala calidad de aire.

Los servicios ambientales en los ecosistemas urbanos se han reducido dramáticamente debido al reemplazo y deterioro de los ecosistemas naturales y las áreas verdes. La salud física y mental y la recreación de los habitantes de las ciudades son altamente dependientes de los espacios verdes.

Otro de los elementos más olvidados son los ríos urbanos, a los cuales hemos alterado sus cauces naturales, desecado, contaminado y entubado. Les hemos dado la espalda y convertido en caños; no obstante, son elementos estructuradores y de conexión de los territorios. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2023). Ecosistemas urbanos. *Biodiversidad Mexicana*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/urbanos>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

ESTE RÍO ATRAVIESA XALAPA, DESDE LOS LAGOS, MURILLO VIDAL, PARQUE NATURA, HASTA LAS ÁNIMAS; SIN EMBARGO, SE CONSIDERA UN VERTEDERO.

ÁREAS VERDES EN XALAPA, CRECIMIENTO URBANO E INEQUIDAD

La falta de planificación urbana a lo largo de los años ha reducido los espacios verdes en la capital veracruzana.



Un estudio publicado en 2019 muestra el crecimiento urbano en Xalapa a través de seis décadas, de 1950 a 2010. La mancha urbana creció en dos etapas, la primera se dio entre los años 50 a los 80 y el crecimiento fue hacia el norte, a un ritmo de 4 km² por década, incorporando al municipio de Banderilla. La segunda etapa se considera a partir de los 90 y el crecimiento fue más acelerado, a un ritmo de 10 km² por década y ocurrió principalmente hacia el sur, extendiéndose hacia el municipio de Emiliano Zapata y ligeramente hacia el municipio de San Andrés Tlalnahuayocan.

El estudio utilizó información proporcionada por el Ayuntamiento donde, para 2019, se contabilizaban 397 áreas verdes públicas agrupadas en cinco categorías: áreas naturales protegidas, áreas verdes, parques, paseos y jardines, que juntas tenían una superficie de 929.85 hectáreas (ha).

La extensión de la ciudad de Xalapa en la década de los 50 era de 10 km²,

de los cuales cerca del 30% estaba cubierto por vegetación leñosa. Para el 2010, el tamaño de la mancha urbana alcanzó los 60 km² y las áreas verdes 19%. Este estudio muestra la necesidad de una planificación urbana que incluya estrategias para el mantenimiento y conectividad de las áreas verdes, en especial con el bosque de niebla sobre el cual ha estado creciendo la ciudad.

Además, vemos que las áreas verdes que existen dentro de Xalapa no se reparten de manera equitativa. Otra investigación de 2022 dice que existen 439 colonias y fraccionamientos, de los cuales sólo el 52.85% tienen algún área verde, mientras que el 47.15% no tienen ninguna. Únicamente tres colonias de la ciudad cuentan con más de 30 y 116 colonias sólo una.

Por otro lado, en cuatro colonias se concentran más de 50 ha de áreas verdes y seis colonias tienen entre 20 y 30.5 ha. También existe una relación entre la menor dotación y superficie cubierta por áreas verdes con altos índices de marginación. Esta desigual

distribución nos habla de una injusticia ambiental.

Mucho hay que hacer para reverdecer nuestras ciudades y gozar todos los ciudadanos sin distinción de los beneficios que nos darán lugares donde se pueda jugar a la pelota, sentarse en un parque, salir a hacer ejercicio y tomar el fresco bajo la sombra de los árboles. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Carmona-Ortega, M., Falfán, I., Lascrain-Rangel, M. y Benítez-Badillo, G. (2022). Distribución espacial de las áreas verdes urbanas en Xalapa, México: Un caso de inequidad. *Sociedad y Ambiente*, (25), 1-32.

Lemoine-Rodríguez, R., MacGregor-Fors, I. y Muñoz-Robles, C. (2019). Six decades of urban green change in a neotropical city: a case study of Xalapa, Veracruz, Mexico. *Urban Ecosyst.* 22, 609-618.

FOTO DE XALAPA, RECUPEADA DE: CORREOGSK - TRABAJO PROPIO, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32462999>

RÍOS URBANOS Y SU INTEGRACIÓN A LAS CIUDADES

Los ríos urbanos ofrecen importantes hábitats naturales para una gran diversidad de plantas y animales que habitan en ellos y en su cercanía, también nos suministran agua dulce y brindan humedad.



Estos afluentes ayudan a mitigar las inundaciones en las ciudades, especialmente si conservan su vegetación riparia, nos ofrecen muchas oportunidades de esparcimiento, recreación y son laboratorios vivos que sirven para la educación ambiental.

En las temporadas de calor nos ayudan a sobrellevar las altas temperaturas, brindando sombra y frescor. Los ríos urbanos están ligados a la historia de los territorios y son parte del patrimonio histórico e identidad de las ciudades. Sin embargo, los hemos convertido en caños donde tiramos nuestras aguas residuales.

Dada su importancia para el bienestar de los seres que habitamos las ciudades, se han realizado muchas restauraciones de ríos urbanos. Un ejemplo emblemático es el río Cheonggyecheon en Corea del Sur, el cual recorre 5.8 kilómetros del centro de Seúl. El río estaba fuertemente contaminado y en 1970 se construyó sobre él una autopista de 16 metros de ancho lo cual fue considerado una exitosa intervención de

modernización, pero esta autopista era fuente de contaminación del aire y fragmentaba la ciudad.

En 2003 se decidió levantar la autopista y restaurar el río que actualmente es un parque lineal de casi 400 hectáreas que ha mejorado el medio ambiente, la movilidad y el espacio público.

Otro ejemplo reciente es el saneamiento del río Sena, en París, cuya rehabilitación fue crucial para que ganara la sede los Juegos Olímpicos de 2024. El 17 de julio de ese año, la Alcaldesa de la ciudad y el jefe del Comité Organizador de los Juegos Olímpicos se bañaron en el Sena después de 100 años de prohibición por la fuerte contaminación.

El saneamiento del Sena costó 1500 millones de dólares. Este proyecto incluye espacios públicos de recreación que, ante las altas temperaturas de verano, proporcionan frescor, así como la recuperación de las funciones ecosistémicas del río, también se espera que vuelva a ser una vía fluvial para el transporte de mercancías.

La recuperación del río Sena ha generado esperanza para la restauración de muchos ríos urbanos del mundo. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

ONU-HABITAT, (23 de enero de 2018). De la autopista al espacio público. <https://onu-habitat.org/index.php/de-la-autopista-al-espacio-publico>

The Guardian. 2024. The Guardian View on Reclaiming the Seine: Hope for 21st Century Rivers (Editorial). <https://www.theguardian.com/commentisfree/article/2024/aug/02/the-guardian-view-on-reclaiming-the-seine-hope-for-21st-century-rivers>

United Nation Environment Programme. (27 de agosto de 2024). As Swimmers Return to the Seine, Experts See Hope for Other Long-polluted Rivers. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/swimmers-return-seine-experts-see-hope-other-long-polluted-rivers#:~:text=Swimming%20in%20the%20Seine%20had,to%20swim%20in%20the%20river.>

RESTAURACIÓN DE RÍOS EN CIUDADES MEXICANAS

En México también existen diversas experiencias de rehabilitación de afluentes con diferencias en sus enfoques y objetivos.



Una investigación en 2023 presentó la experiencia de rehabilitación de tres ríos urbanos en ciudades mexicanas: los ríos Magdalena y Eslava, en Ciudad de México; río Sedeño, en Xalapa, Veracruz; y el arroyo de Tierras, en Morelia, Michoacán, los tres casos eran ríos muy contaminados y con alto grado de deterioro.

El caso de los ríos Magdalena y Eslava es emblemático, ya que partió de una iniciativa gubernamental de rescate de dos ríos urbanos en una de las metrópolis más pobladas de América Latina. Se tuvieron logros como poner en la discusión y en las agendas social y política la importancia de un bien común como es un río urbano, se visibilizó la dependencia de la ciudad con la zona rural y la dimensión e importancia de la zona de conservación de la Ciudad de México.

En el caso del río Sedeño, en Xalapa resalta la participación ciudadana alrededor del río, que en 2025 se cumplen 29 años de actividad, con la cual se logró la gestión de una planta de tratamiento de aguas residuales y la declaratoria

de Área Natural Protegida (ANP) llamada "Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño" que es un corredor paralelo a un tramo del río.

El arroyo de Tierras se encuentra en la zona sur de la ciudad de Morelia. Es un río periurbano que conecta unas de las zonas con más alta densidad y crecimiento poblacional de la ciudad con las áreas boscosas al sur. Los vecinos han realizado acciones en los márgenes, transformando zonas deterioradas en jardines y parques. Una de las metas es proponer un plan para la rehabilitación integral y lograr que el río sea prioridad para los gobiernos locales, desde un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, la participación ciudadana y la seguridad hídrica.

Los principales procesos que buscan impulsar los actores en los tres casos analizados son mejorar la calidad del agua, que los ciudadanos tengan acceso y disfrute de los ríos y lograr que sean conectores de elementos naturales y sociales en la ciudad.

El reto es generar la capacidad en cada lugar para promover la participación ciudadana y el apoyo

de los gobiernos de las acciones que realiza la sociedad civil organizada.

En los tres casos se observa la ausencia de políticas públicas de carácter metropolitano generando la desconexión entre diversas zonas ecológicas y sociales en las ciudades. En este artículo se concluye que es imperante que los ríos urbanos se conviertan en la cara de las ciudades y no en el patio trasero. Los ríos urbanos deben ser libres y cristalinos, como eran antes. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Delgado L., T. S., Becerra. Z. M. D. L., Colin A. F., Tores B. B. Alveano A.P., y Moreno C. A. I. 2023. Rehabilitación de ríos urbanos en México. Participación ciudadana y políticas públicas en tres ciudades mexicanas. *Encrucijada Revista Electrónica del Centro de Estudios en Administración Pública*, (43), 77-112.

NOTAS BREVES ESCRITAS POR BEATRIZ TORRES

BERISTÁIN

CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES

CORREO: BETORRES@UV.MX

ESTADÍSTICA O EL MANUAL DEL PERFECTO MENTIROSO

JOSÉ MARTÍN BARREDA CASTILLO*

"Las estadísticas se utilizan de la misma manera que un borracho utiliza un poste de luz: para apoyo, no para iluminación"

ANDREW LANG

"Mentiritas, mentirotas y las estadísticas" es una frase atribuida a Mark Twain, en la cual nos deja ver la reputación que puede llegar a tener la estadística. También dentro de la cultura popular tenemos otra frase icónica, esta vez mencionada por Homero Simpson: "ah, ahora todo se puede demostrar con las estadísticas, el 40% de la gente lo sabe". Ante estos escenarios vale la pena que nos hagamos la pregunta: ¿la estadística es la mejor amiga de los mentirosos? En realidad yo creo que las estadísticas nunca mienten... pero los que las usan... bueno, ellos a veces sí.

Y es que en realidad la estadística es solamente una herramienta, la cual ha permitido el avance científico y tecnológico de las sociedades cuando ha sido bien empleada; pero también se puede llegar a utilizar para el beneficio de una sola persona o de agendas específicas, sin considerar las consecuencias negativas que puede traer consigo. En este sentido, hay una serie de elementos que se utilizan para sacar provecho o demostrar una idea, aun cuando no hay evidencia real que la sustente. Sin más preámbulo, muestro a continuación lo que he llamado "El manual del perfecto mentiroso", con la aclaración de que no es una invitación para mentir con la estadística, sino por el contrario, a ser más precavido y evitar ser víctima de la manipulación de los datos.

1. Una imagen vale más que mil mentiras

Nada mejor que un gráfico para representar la realidad... o lo que me conviene mostrar en realidad. Bien empleado, un gráfico nos permite fácilmente apreciar patrones de información, diferencias o similitudes entre los datos... repito, bien empleado. Es aquí donde empiezan los trucos, pues con pequeñas modificaciones, como no iniciar los ejes desde el cero, recortar los ejes o cambiar las proporciones y las escalas, podemos dar la impresión de diferencias más grandes o pequeñas de lo que

realmente son, y de esta forma plasmar ideas sumamente alejadas de la realidad.

Y no sólo el modificar los ejes es una mala práctica, pues también elegir mal un gráfico para representar la información es una de las trampas que se utilizan. Por ejemplo, ciertos gráficos pueden ser utilizados incorrectamente para hacer más confuso el mensaje, como las gráficas circulares en temas donde las comparaciones lineales son más claras. La mayoría de las veces un gráfico en 2D es más que suficiente, por lo que los gráficos 3D y otros efectos visuales pueden desviar la atención y hacer que ciertos datos parezcan más relevantes de lo que en realidad son.

2. El arte de confundir con promedios

El promedio es uno de los conceptos más básicos y comúnmente utilizados en estadística, pero también es una de las herramientas más fáciles de manipular para distorsionar la realidad. Veamos un ejemplo: en un país hay cinco personas, cuatro de ellas ganan \$10,000 al año, pero la quinta gana \$1,000,000. Si tomamos el promedio de estos ingresos, obtenemos un valor de \$208,000. Esto da la impresión de que la mayoría de las personas en este país son bastante ricas; sin embargo, la realidad es que cuatro de las cinco personas ganan mucho menos que eso, y sólo una persona tiene ingresos extremadamente altos.

Cuando se muestre un promedio, vale la pena preguntar por la distribución de los datos. En muchos casos, la mediana (el valor que divide al grupo en dos mitades) o el rango (la diferencia entre el valor más alto y el más bajo) pueden brindar más información de la cuestión a estudiar.

3. Correlación no es destino, pero ¿a quién le importa?

Suiza es conocida por dos cosas: ser el país que más chocolate consume y tener la mayor cantidad

de premios Nobel. Entonces, a mayor consumo de chocolate, mayor cantidad de premios Nobel. Tiene todo el sentido del mundo, ¿no? Estados Unidos es el país que más consume margarina y también uno con la tasa de divorcio más alta. Vaya, si quiero que mi relación funcione mejor consumo mantequilla en vez de margarina.

Estamos ante el clásico error (o manipulación) de confundir correlación con causalidad. Y es que se podrían construir modelos estadísticos con todo el rigor científico demostrando la "relación" entre el consumo de chocolate y los premios Nobel, por ejemplo, aun cuando la lógica nos dice que esto no tiene sentido. Muchas veces la manipulación está en sugerir que una cosa causa otra cuando, en realidad, podrían no estar relacionadas.

4. Tranquilos, no hay tiburones en la playa

Imagina que quieres comprobar que la playa está libre de tiburones. El mar es muy grande, sin embargo, agarraste un vaso pequeño, tomaste agua del mar y viste que dentro del vaso no hay ningún tiburón, entonces llegas a una brillante conclusión: ¡no hay tiburones en la playa, vamos todos a nadar! En la vida real nos enfrentamos a un mar de datos, y al ser tantos, debemos tomar estrategias para conocer parte de ellos (o llamémosle formalmente, tomar una muestra) y poder tomar decisiones. Por este motivo, el tener una muestra sumamente pequeña no permite conocer a detalle el caso de estudio. Así como una flor no indica primavera, a la hora de hacer un muestreo debemos obtener la mayor cantidad de datos posible, pues las muestras pequeñas o no representativas pueden dar lugar a conclusiones engañosas, o que a menudo no reflejan la verdadera variabilidad del fenómeno.

5. Elige las cerezas más dulces

En inglés existe una expresión llamada *cherry picking* (literalmente "recolectar cerezas"), la cual hace referencia a la mala práctica de escoger únicamente datos específicos para apoyar una narrativa y dejar de lado aquellos que contradicen a una idea en particular, es decir, se conservan sólo los datos que refuerzan una hipótesis, ignorando datos contradictorios o mostrando sólo una parte del panorama. Lamentablemente, el *cherry picking* es una de las malas prácticas más extendidas en todo el mundo. No es algo exclusivo de científicos



que buscan publicar sí o sí sus investigaciones, sino que es una práctica bastante común en publicidad y cuestiones políticas, pues, si lo vemos desde su perspectiva, ¿por qué anunciaría los defectos de mi producto o mi ideología, si lo que necesito es que compren mi mercancía o me den sus votos?

Algo que debemos tener bien en claro es que, tanto a la ciencia como a la realidad, poco le importan nuestras emociones o creencias, por lo cual debemos estar conscientes que en ocasiones nuestro pensar y la evidencia no irán por el mismo camino, y debemos aceptar la información que nos arrojan nuestros datos, aun cuando esta no nos favorezca.

Aunque las estadísticas son herramientas valiosas, pueden ser manipuladas para decir cualquier cosa que uno quiera; sin embargo, ahora ya conocemos algunos de los trucos que se pueden llegar a utilizar. Por lo tanto, la próxima vez que alguien te diga que las estadísticas prueban una idea, recuerda que la verdad puede ser tan maleable como los números. ■

MÁS INFORMACIÓN:

- Popovic, G., Mason, T. J., Drobnik, S. M., Marques, T. A., Potts, J., Joo, R., Altwegg, R., Burns, C. C. I., McCarthy, M. A., Johnston, A., Nakagawa, S., McMillan, L., Devarajan, K., Taggart, P. L., Wunderlich, A., Mair, M. M., Martínez-Lanfranco, J. A., Lagisz, M., & Pottier, P. (2024). Four Principles for Improved Statistical Ecology. In *Methods in Ecology and Evolution*. *British Ecological Society*. 266-281.
- Sassower, R. (2017). Causality and Correlation. In *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Social Theory*. Wiley. 1-4.

*RED DE ESTUDIOS MOLECULARES AVANZADOS, INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.

CORREO: jose.barreda@posgrado.ecologia.edu.mx

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

ROBERTO AGUSTÍN CONDE GUTIÉRREZ Y JAVIER DELGADO GONZAGA*

Más allá de su uso para crear imágenes divertidas o filtros de voz en videos, la inteligencia artificial también es una herramienta para impulsar el aprovechamiento de las energías renovables.

El consumo de energía es un desafío global. Por un lado, los países desarrollados buscan acelerar su economía mediante el aumento de la producción industrial y de bienes y servicios. Por otro, la presión para reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes se ha intensificado a través de acuerdos internacionales y leyes ambientales. Reemplazar infraestructuras que usan combustibles fósiles ayuda a mitigar los efectos negativos de los gases de combustión. El uso de las energías renovables se presenta como una alternativa responsable con el medio ambiente.

La IA como herramienta

La inteligencia artificial (IA) busca emular funciones humanas, destacando el aprendizaje basado en neuronas. Para ello, se programan algoritmos que permiten asimilar e imitar tareas específicas con la información disponible. Algunas aplicaciones destacadas de la IA incluyen el diagnóstico de enfermedades mediante imágenes médicas, el monitoreo de transacciones financieras para evaluar préstamos y la clasificación de productos agrícolas por su calidad.

El enfoque de aplicar IA solventa retos que anteriormente eran determinados por decisiones humanas, la cuales eran lentas y susceptibles a errores. El análisis de datos es un claro ejemplo de como la IA sirve como herramienta para detectar de manera eficaz una anomalía. El reconocimiento de voz, algoritmos de aprendizaje profundo son capaces de identificar los acentos y diferentes tipos de voces para ejecutar acciones remotas en equipos informáticos. Sin duda alguna, la IA puede apoyar tanto en tareas complejas, así como en la resolución de actividades rutinarias; por ejemplo, editar una fotografía tomada a través de un teléfono inteligente o crear imágenes desde cero a partir de una serie de instrucciones previas.

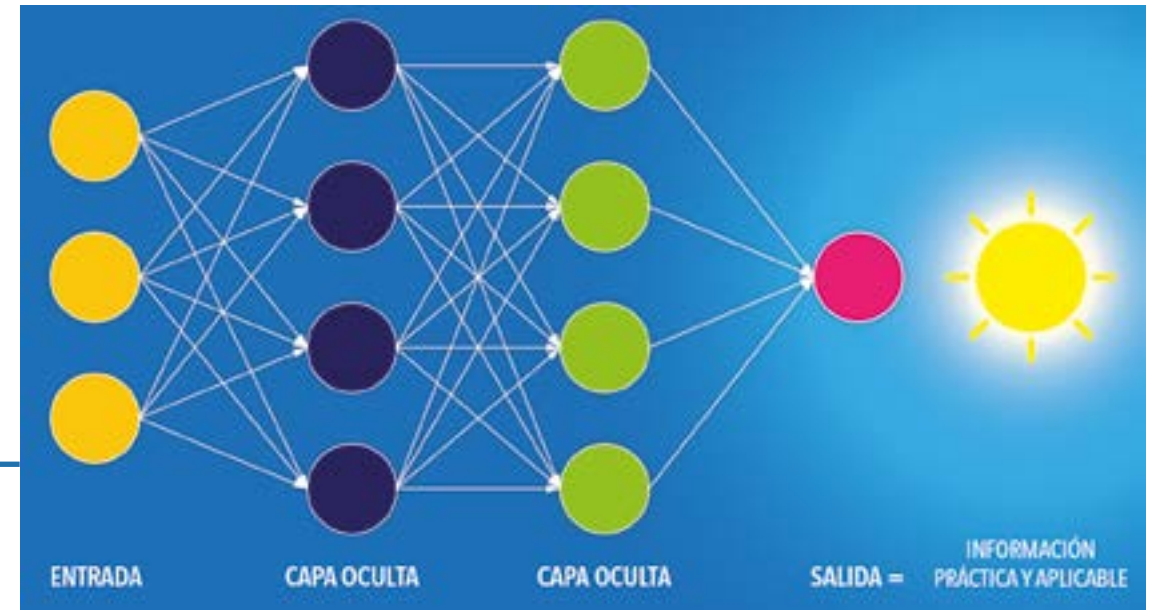
La mancuerna perfecta entre la IA y las energías del futuro

La integración de la IA en el desarrollo de las energías renovables puede complementar una estrategia para reducir los impactos ambientales y a su vez, tratar de cubrir la demanda energética requerida a nivel mundial. Entre las energías renovables más destacadas se encuentran: la eólica, solar e hidráulica. Estas energías pueden ser aprovechadas de manera más eficiente mediante el uso de la IA, optimizando recursos naturales y apoyando en la toma de decisiones.

Las nuevas tecnologías basadas en energía limpia, suprimen de manera positiva la contaminación causada por los combustibles fósiles. Sin embargo, emergen nuevos retos, como la seguridad y estabilidad al momento de proporcionar energía de manera continua a una red eléctrica. Para esto, la inteligencia artificial puede gestionar y mejorar la distribución en sistemas de almacenamiento (baterías), siendo clave para una transición energética y el surgimiento de ciudades inteligentes.

Energía solar y eólica con aplicaciones de IA

Dentro de las energías renovables, la energía solar es la que ha demostrado un mayor índice de crecimiento en los últimos años debido a su inmenso potencial. La Tierra recibe una enorme cantidad de energía solar, mucho más de lo que usamos globalmente. La irradiación solar sobre la superficie del planeta es tan grande que, si la aprovecháramos toda, superaría en miles de veces el consumo mundial de energía primaria. Sin embargo, existen limitantes para su aprovechamiento, como la variabilidad climática y la baja eficiencia por las tecnologías de captación. Ante estos retos, la IA es una herramienta que maximiza la producción de ener-



gía y minimiza costos de operación y mantenimiento. Entre la amplia gama de aplicaciones, la IA es capaz de predecir cambios en el espectro solar a través de algoritmos inteligentes o calcular la posición de sistemas de seguimiento solar. La IA permite también calendarizar trabajo de mantenimiento a través de predicciones meteorológicas.

En el caso de la energía eólica, la IA puede mejorar el rendimiento energético al predecir fallos en generadores o turbinas. El desarrollo de algoritmos inteligentes, por ejemplo, le ha permitido a Google en Silicon Valley predecir la producción de energía en su parque eólico hasta con 36 horas de anticipación, incrementando así el valor de la energía que produce. En otras fuentes, la implementación de la IA brinda la oportunidad de diagnosticar y predecir condiciones de operación para la optimización del proceso, como recientemente se reportó en la central geotérmica Domo de San Pedro, en Nayarit, México.

El camino que falta hacia la sustentabilidad

En regiones menos pobladas, donde la electricidad aún no se encuentra disponible, las tecnologías basadas en energías limpias pueden satisfacer dichas necesidades y cubrir la brecha energética usando recursos sustentables. La IA puede mejorar la gestión de la red eléctrica al predecir la producción de energía renovable, ajustando su distribución para asegurar un suministro eficiente. Esto garantiza que la electricidad sea más estable, reduciendo cortes de energía y costos de producción por la demanda requerida. Además, contribuye a la transición hacia energías más limpias, redu-

ciendo el impacto ambiental y ayudando a mitigar el cambio climático.

Finalmente, este artículo busca dar a conocer la importancia de usar cada vez más las energías renovables y a su vez, entender que la incorporación de la IA puede gestionar de mejor manera su aprovechamiento en la vida cotidiana. Un ejemplo de esto, el instalar paneles fotovoltaicos en un hogar y lograr, con ayuda de un teléfono inteligente, que giren en dirección del sol para maximizar la electricidad generada durante el día. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

- Ligdi González (27 de julio de 2021). Inteligencia artificial y las energías renovables | #34 Aprende sobre IA | aprendeIA. [video] YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=vZ0kRe6IE8U>.
- Conde Gutiérrez, R. A. y Colorado Garrido, D. (2022). El campo morelense listo para dar sus primeros pasos en inteligencia artificial. *Hypatia*, 71, 6-7.
- Zhao C., Dong K., Wang K., y Nepal R. (2024). How Does Artificial Intelligence Promote Renewable Energy Development? The Role of Climate Finance. *Energy Economics*, 133, 107493. DOI: 10.1016/j.eneco.2024.107493.

* CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ENERGÉTICOS Y SUSTENTABLES, UNIVERSIDAD VERACRUZANA, REGIÓN COATZACOALCOS-MINATITLÁN; INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, TEMIXCO, MORELOS
CORREO: roconde@uv.mx, javier.delgado@uam.mx

ESQUEMA SIMPLE DE UNA RED NEURONAL APLICADA PARA LA PREDICCIÓN DEL CLIMA. ILUSTRACIÓN DE FRANCISCO COBOS PRIOR

TALACHAS DE MECÁNICA... CUÁNTICA

J. SERGIO DURAND NICONOFF, MYRNA H. MATUS Y SERGIO F. JUÁREZ CERRILLO*

*"There's plenty of room at the bottom"*¹

RICHARD P. FEYNMAN

El 7 de junio de 2024, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2025 como el Año Internacional de la Ciencia y Tecnología Cuánticas, tomando en cuenta el centenario del nacimiento formal de la mecánica cuántica. Este es un pequeño homenaje a esa celebración.

En una reunión, la conversación condujo a un planteamiento, palabras más, palabras menos: "la mecánica cuántica... umh, ¿sirve para algo?, por ejemplo ¿quién de ustedes ha visto un cuanto?". Según esta opinión, pareciera que la mecánica cuántica se percibe como un tema extraño, sobre todo porque pareciera que no tiene importancia en nuestra vida diaria, que es tan sólo de interés para un reducido grupo de físicos y químicos interesados en observar objetos más y más pequeños, o examinar los detalles finos de átomos y moléculas.

La idea que resulta clara es que, para construir aparatos como lavadoras, anteojos, automóviles, etc., basta el conocimiento de la física clásica, la que estudia a la naturaleza como un sistema formado por materia y radiación. La materia está formada por pequeños bloques de construcción llamados partículas, cuyo comportamiento está descrito por las leyes de la mecánica de Isaac Newton; mientras que los fenómenos relacionados con la radiación los rigen las leyes del electromagnetismo formuladas por James C. Maxwell. Esencialmente, la radiación –con la luz visible como caso particular– es un fenómeno ondulatorio continuo.

Este modelo de la naturaleza, a finales del siglo XIX y principios del XX enfrentó una crisis cuando, con la finalidad de entender la naturaleza del mundo atómico y subatómico, se realizaron experimentos cuyos resultados mostraron un comportamiento de la materia y radiación a nivel microscópico que la física clásica no podía explicar:

i) Hasta ese entonces, se entendía que los átomos absorbían o emitían energía de manera continua; sin embargo, las nuevas observaciones dieron como resultado que la absorción o emisión de energía se lleva a cabo en pequeños

paquetes (llamados cuantos), en contra de la idea de las características continuas de la física clásica.

ii) En algunos casos, una partícula se comporta como una onda y en otros, la onda se comporta como una partícula; este aspecto dual de onda-partícula se observó tanto en el comportamiento de la radiación como en el de las partículas de materia que se conocían para ese entonces.

El resultado del esfuerzo para explicar estos hechos condujo a la formulación de la mecánica cuántica a principios del siglo XX.

Quien planteó la pregunta inicial podría añadir: "de acuerdo, la mecánica cuántica permite entender el mundo ordinario que nos rodea, pero ¿es útil como lo es, sin duda, la física clásica al proporcionar técnica práctica para fabricar autos, lavadoras, aviones, etc.? ¿Necesitamos la mecánica cuántica para diseñar aparatos o dispositivos que realicen una función útil para hacer la vida humana cómoda?"

La respuesta es sí, veamos algunos ejemplos.

Comunicaciones ópticas

Actualmente, toda la información que se envía a grandes distancias se distribuye a través de filamentos de vidrio que tienen un espesor igual al de un cabello humano y forman lo que se conoce como fibra óptica.

De manera esquemática: en un extremo de la fibra se producen destellos al encender y apagar una fuente de luz láser con los que se envían señales digitales de "unos" y "ceros" y se observa o captura este patrón en el otro extremo de la fibra. Para enviar y recibir estos destellos son necesarios dispositivos que transforman pulsos de luz en señales eléctricas y viceversa, los cuales son conocidos como dispositivos optoelectrónicos. Estos son de naturaleza mecanocuántica, ya que funcionan enviando y recibiendo partículas o cuantos de luz llamados fotones, su diseño y funcionamiento se



basa en la aplicación de uno de los primeros fenómenos que la física clásica no puede explicar: el efecto fotoeléctrico.

Almacenamiento de datos en una memoria magnética

Para entender el almacenamiento de datos en el disco duro de nuestra computadora, debemos saber cómo funciona el magnetismo de los materiales. Esta propiedad se explica con base en un concepto mecanocuántico que no tiene análogo en la física clásica: el espín (también conocido como *spin*), que hace que el electrón se comporte como un pequeño imán.

Estos dos ejemplos nos hacen ver que sin la mecánica cuántica, la ingeniería no sería capaz de diseñar los dispositivos que controlan nuestras computadoras y nuestras conexiones de internet.

Obtención de energía renovable

Una celda solar es un dispositivo que convierte luz solar en energía eléctrica aprovechando el citado efecto fotoeléctrico mediante el cual se genera una corriente útil de electrones a partir de fotones de luz solar.

El conocimiento que aportan la física y la química, a través de la mecánica cuántica como técnica práctica, para la fabricación de aparatos útiles en nuestra vida diaria ha sido tan vasto que derivó en el nacimiento de una nueva disciplina: la nanotecnología.

Esta área se dedica a manipular la materia a nivel atómico y molecular con el objetivo de fabricar dispositivos y productos a nanoescala. Sus usos van desde las energías renovables y la comunicación, hasta aplicaciones en la medicina, la industria textil y de la alimentación, entre otras.

Es necesario penetrar en la naturaleza de ese "espacio en el fondo", el mundo microscópico de los átomos y de las moléculas, así como su interacción con la radiación, en el que las talachas mecánicas se hacen con mecánica cuántica. Además de esta aportación, no se debe perder de vista que la mecánica cuántica es todo un logro intelectual de la humanidad. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Cassinello, A. y Sánchez Gómez, J. L. (2014). *La realidad cuántica*. Crítica.

M. Chester (2003). *Primer of Quantum Mechanics*. Dover Publications.

Feynman, R. P. (1959). *There's Plenty of Room at the Bottom* [Conferencia] reproducida en Lindsay, S. M. (2010). *Introduction to Nanoscience*, Oxford University Press.

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

INSTITUTO DE QUÍMICA APLICADA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA;

FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA

CORREO: sdurand@uv.mx, myhernandez@uv.mx, sejuarez@uv.mx

¹*There's plenty of room at the bottom* (Hay mucho espacio en el fondo) hace referencia a la conferencia de Richard P. Feynman de 1959, que sentaría las bases para el surgimiento de la nanotecnología.

DESALINIZACIÓN: SU IMPORTANCIA EN LA ESCASEZ DEL AGUA

ARLETT LETICIA IBARRA VILLARREAL Y GERMÁN EDUARDO DÉVORA ISIORDIA*

El crecimiento de la población y el desarrollo económico ocasionan una alta demanda de agua, y esta es cada día más escasa. Del total del agua del planeta sólo 3% es dulce, es decir, para consumo humano. Sin embargo, únicamente se tiene acceso al 1%, la demás está congelada. El 97% restante es agua salada, que no es apta para las personas.

A nivel mundial, la escasez de agua dulce se debe a la creciente demanda y contaminación por parte de la población, así como a los periodos deficientes de lluvia ocasionados por el cambio climático. Por otro lado, existen zonas áridas o semiáridas, que de manera natural carecen de agua debido a las altas temperaturas y bajas precipitaciones características de estas regiones. Todo esto pone en riesgo las actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la industria, afectando directamente la economía y la población.

La sequía se considera el fenómeno que más daños ha ocasionado a la población mundial, siendo uno de los desastres más costosos asociados a fenómenos naturales. A lo largo de la historia, ha ocasionado hambruna y sed, pero a la vez ha generado un área de oportunidad para el desarrollo de tecnología para mejorar la eficiencia en el uso del agua. Una tecnología que actualmente provee de agua dulce a poblaciones donde no se tiene acceso al agua potable es la desalinización, la cual consiste en la conversión del agua de mar en agua dulce mediante el uso de membranas. Este proceso se ha convertido en una importante herramienta para la administración sostenible del agua, especialmente en zonas costeras, donde el agua salada es común y la dulce es limitada.

La desalinización de agua es una estrategia clave para garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en muchas regiones del mundo. Como ejemplo, se puede mencionar que para la producción de un kilo de papas se requieren 1000 litros de agua, para un kilo de maíz 1400 litros y para un kilo de trigo 1450 litros. Como se puede observar, la cantidad de agua necesaria para la producción de los alimentos que consumimos a diario es alta.

Desalinización

El proceso de desalinización consiste en la eliminación de las sales, bacterias y sólidos suspendidos presentes en el agua de mar para convertirla en agua dulce y potable. Este proceso ayuda a reducir la limitación que se tiene sobre el agua dulce, ya que el agua de mar no es una fuente convencional utilizada por las personas.

La desalinización de agua presenta algunos desafíos, como los altos costos de construcción y operación de las plantas de desalinización, y el impacto ambiental de la eliminación de la salmuera residual (agua con alta concentración de sales) producida durante el proceso.

Este residuo es un problema ambiental importante, ya que su disposición directa al medio ambiente marino puede tener consecuencias graves para la flora y fauna. Por lo tanto, el manejo y la disposición adecuada de la salmuera es un importante desafío asociado a la desalinización.

Posibles usos de los desechos obtenidos de la desalinización

Para minimizar el impacto ambiental del desecho obtenido en el proceso de desalinización del agua de mar, se han desarrollado varias alternativas para su disposición y valorización. Algunas de las opciones más comunes incluyen:

1. La descarga controlada al mar, mediante la cual se diluye el desecho con grandes volúmenes de agua de mar para reducir su impacto.
2. La evaporación del desecho en estanques, donde se seca el residuo y se recolecta la sal que contiene litio y magnesio. El litio es utilizado en el área de salud, electrónica, automotriz, entre otros. El magnesio se emplea



en el área de transporte, salud, electrónica y elementos deportivos.

3. Producción de hipoclorito de sodio, este se usa como desinfectante en el tratamiento de aguas residuales, como blanqueador de ropa y en la limpieza de equipos, especialmente aquellos que estén en contacto con alimentos o líquidos contaminados, ya que es efectivo contra bacterias, virus y hongos.
4. Producción de hidróxido de sodio, el cual puede destinarse al sector industrial para la elaboración de plásticos, jabones y productos de limpieza.
5. Utilización de la salmuera como agua de riego en cultivos agrícolas tolerantes a salinidad.
6. La disposición adecuada dependerá de las características ambientales y geográficas de cada región, así como de las tecnologías y los requisitos regulatorios disponibles.

Salmuera y su uso en el cultivo de salicornia

Una de las aplicaciones de la salmuera obtenida del proceso de desalinización del agua mar es el uso agrícola, lo que permitiría el cultivo de plantas en áreas donde el agua es una limitante.

Existen plantas denominadas halófitas, que tienen alta tolerancia a salinidad en el agua de riego y pueden ser regadas con el agua de desecho (salmuera) procedente de la desalinizadora. Algunas de las plantas halófitas que pueden ser utilizadas en el área agrícola son mangle, cespitosas y salicornia.

Dentro de estas plantas, la salicornia es de las más tolerantes a salinidad. Salicornia es considerada mundialmente como la halófito más importante, ya que es capaz de crecer en ambientes extremos: suelos salinos, zonas áridas y semiáridas. Esta planta tiene un potencial agroindustrial y económico importante, ya que se usa en la producción de aceites, alimentos para consumo humano y animal, usos en cosmetología, biocombustibles, medicina y una de las más relevantes es la reutilización de suelos salinos, ya que puede ser producida en suelos agrícolas afectados por salinidad, lo cual beneficia a la economía de la región donde se siembra.

La desalinización de agua para uso agrícola puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible y al bienestar humano, al permitir la producción de alimentos en áreas donde la disponibilidad de agua dulce es limitada. Sin embargo, es importante desarrollar estrategias adecuadas para garantizar la sostenibilidad ambiental de estas prácticas. ▀

*POSDOCTORANTE ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA; DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA
CORREO: arlett.ibarra38906@potros.itson.edu.mx, german.devora@itson.edu.mx

EN ESTA PÁGINA, SALICORNIA: BY HUGUES TINGUY - <https://www.tela-botanica.org/eflore/consultation/POPUP.PHP?MODULE=POPUP-ILLUSTRATIONS&ACTION=FICHE&REFERENTIEL=B-DTFX&ID=44548>, CC BY-SA 2.0 FR, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=720284138>

¿POR QUÉ ME DEBE INTERESAR EL OCÉANO?

DAVID SALAS MONREAL Y ALEJANDRO GRANADOS BARBA*

Aunque vivas lejos del mar, en cada lluvia, en cada tormenta... el océano está más cerca de ti de lo que crees.

En México tenemos la fortuna de contar con inmensas playas tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico, pero ¿qué pasa si vivo al interior del país? Sin ver, sentir o escuchar el mar todos los días. ¿Me debería interesar el océano aún en ese caso? Si piensas que no, míralo de esta otra manera, ¿alguna vez has visto llover muy fuerte y te has empapado por no estar prevenido?, ¿te ha tocado sufrir por las inundaciones o por los huracanes? En todos esos casos hay algo relacionado con el océano y, por lo tanto, es imposible que en México existan lugares tan aislados como para que no exista un efecto, ya sea directo o indirecto del océano. Empecemos por algo muy conocido.

¿Por qué llueve?

Las lluvias en su gran mayoría vienen del agua que se evapora del océano, se acumula en la atmósfera (en el cielo), generando nubes que, cuando chocan con las montañas (al tratar de “subirlas”), o cuando baja el sol (al enfriarse el ambiente), genera precipitaciones. Por este motivo, casi siempre llueve en las noches, cuando la temperatura baja. Esto es algo muy fácil de ver en las ciudades que están en la zona de las montañas, donde, en algunos meses del año, llueve casi todas las tardes sin falta.

Si ponemos atención en un año típico, siempre llueve en primavera o verano, cuando el sol calienta el agua del mar frente a las costas de México, genera una gran cantidad de humedad en forma de nubes, generando precipitaciones. Pero en este caso, ¿por qué es más común ver esto en las ciudades montañosas que en las ciudades costeras si están junto al mar donde se evapora el agua? Esto varía dependiendo de dónde vivamos, pero las ciudades pegadas al Golfo de México o al Mar Caribe suelen estar en lugares relativamente planos, con montañas de menos de 500 m de altura, por lo que, al evaporarse el agua, el viento desplaza las nubes evitando que llueva en las ciudades costeras tan frecuentemente como en las ciudades montañosas. Aún si suponemos que no existe

viento que desplace las nubes, esta diferencia en cantidad de lluvia existiría debido a que en la costa la temperatura es muy similar en la mañana y en la noche, por lo que no se genera ese cambio de temperatura necesario para que llueva.

Todo este proceso genera lluvias moderadas, pero constantes en las zonas montañosas, mismas que son de gran utilidad tanto en la agricultura como en la ganadería y para rellenar las presas o los acuíferos subterráneos, de donde nos abastecemos de agua potable en muchas ciudades gracias a los pozos de agua. Sin embargo, en algunas ocasiones vas a sentir lluvias intensas e inundaciones que pueden durar varios días. Estas lluvias no se deben al vapor de agua que se generó frente a las costas mexicanas, como se mencionó anteriormente, sino que se debe a un fenómeno llamado huracanes.

Cómo se forman los huracanes

Los huracanes ocurren por una gran evaporación de agua generada en otros lados. Por ejemplo, los que pegan cada año en el Caribe mexicano y Golfo de México, tienen su origen en las costas de África, donde debido a las altas temperaturas, se evapora una gran cantidad de agua que después es desplazada por el viento desde África hasta América. Al “chocar” con el continente genera mucha lluvia, pero esta no sólo afecta a las ciudades costeras, esta humedad y nubes se desplazan hasta las montañas, y al interactuar con ellas, generan las condiciones ideales para que llueva más fuerte. Sin embargo, hay que recordar que no todos los efectos de los huracanes son malos, en muchas ocasiones estas fuertes lluvias llegan a zonas áridas que se ven favorecidas.

Los huracanes se desplazan por “las carreteras”, que son las corrientes de agua caliente en el océano. Esto hace que sea relativamente fácil seguir su trayectoria y ver cómo se intensifican cuando la temperatura del océano se incrementa o cómo disminuye su intensidad cuando la tempe-

ratura del océano baja. Si recordamos que el océano se calienta principalmente por la radiación solar, y mientras más pegue el sol más se calienta, entonces, ¿qué puede hacer que la temperatura del océano decrezca para mermar la intensidad de los huracanes?

Existe algo en el océano llamado surgencias, que es el término que se utiliza para nombrar el fenómeno de llevar agua fría del fondo del océano hacia la superficie. Hay varios procesos para que esto ocurra, uno es cuando el viento sopla paralelo a la costa y se genera un movimiento de agua del fondo hacia arriba (efecto de Coriolis); otro se debe al cambio de profundidades del fondo del mar, lo que hace que cuando el agua del fondo choca con lo equivalente a una montaña submarina, suba (como en el caso de las nubes) y otro es mediante los giros (remolinos), que pueden subir agua fría a la superficie.

Independientemente de cuál sea el proceso, existen mecanismos en el océano que se dedican a subir agua fría, lo que hace que las carreteras de

agua caliente que siguen los huracanes desde África hasta América sean interrumpidas en algunas ocasiones, “cortando” la carretera, lo que puede provocar que los huracanes se desvíen, se debiliten o incluso desaparezcan.

Entonces, de una u otra manera, sin importar en que parte de México vivas, tu vida ha estado relacionada con el mar. ▀

—
*INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: davsalas@uv.mx
—

FOTOGRAFÍA DE MAYRA RIVERÓN ENZÁSTIGA.



MÁS QUE HOJAS Y TRONCOS: ÁRBOLES URBANOS DE XALAPA

MARIA BERENICE JARQUIN PACHECO Y CÉSAR ISIDRO CARVAJAL HERNÁNDEZ*

Los árboles ayudan a mantener la estructura de las áreas verdes urbanas, volviendo más resilientes a las ciudades.

El arbolado urbano no sólo aporta estructura estética, sino también funciones ecológicas importantes.



La ciudad de Xalapa, Veracruz, denominada “ciudad verde”, conserva fragmentos importantes de su vegetación original, algunos protegidos oficialmente como áreas naturales. Estos espacios, conocidos como bosques urbanos, se distinguen por su dimensión y por estar inmersos en la ciudad. En ellos podemos encontrar especies de árboles que han logrado adaptarse y sobrevivir a las condiciones estresantes que impone la urbanización. Más que parte del paisaje, son componentes claves en la estructura y función de los ecosistemas urbanos.

Supervivientes verdes

En las áreas verdes de Xalapa persisten árboles nativos que forman remanentes del bosque mesófilo de montaña, la vegetación original del centro de Veracruz. Muchas especies han desarrollado rasgos que les permiten sobrevivir y adaptarse a las condiciones del entorno urbano.

Además, en los parques urbanos de Xalapa podemos encontrar dos tipos de árboles: los nativos y exóticos o introducidos. Estos últimos son cultivados como parte de actividades de reforestación y embellecimiento de la ciudad y son originarios de un lugar fuera del país, como por ejemplo las jacarandas, eucaliptos, araucarias y casuarinas.

Las especies nativas son aquellas que crecen de forma natural, cuyas semillas que les dieron origen provienen de áreas verdes vecinas. En este grupo observamos diferentes estrategias que les permiten prosperar donde no cualquiera podría hacerlo.

Algunas de estas especies son heliófilas, es decir, se desarrollan con exceso de luz solar, son de rápido crecimiento, lo que les da ventaja sobre otras especies de crecimiento más lento. También hay especies que se reproducen más rápida y exitosamente al tener una gran cantidad de frutos y semillas. Estas se conocen como especies secundarias, llamadas así porque sus condiciones les permiten establecerse después de un disturbio en los ecosistemas. En Xalapa es común encontrar jonotes (*Heliocarpus spp.*), ixpepes (*Trema micran-*

Los rasgos de los árboles, como su crecimiento, raíces o semillas son clave para su adaptación y supervivencia en zonas urbanas.



Desde arriba: especies presentes en las zonas urbanas de Xalapa. Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*). Encino (*Quercus sp.*). Página opuesta, Haya (*Platanus mexicana*).



Sobre estas líneas, A y B: Ixpepe (*Trema micranthus*) empleada para retener el suelo en algunas zonas. C Sangregado (*Croton sp.*). Muy común en terrenos talados, es de las primeras especies de árbol en establecerse en esos ambientes.

thum), sangregado (*Croton spp.*), etc., en camellones o terrenos abandonados.

Hay otro grupo de árboles nativos que podemos encontrar en la ciudad, estos se encuentran en sitios con vegetación en mayor estado de madurez, típicos del bosque mesófilo de montaña que originalmente había en Xalapa. Por ello, se les conoce como especies primarias. Son de lento crecimiento, con maderas duras y prefieren sitios con menor exposición solar.

Entre las especies típicas del bosque mesófilo destacan encinos (*Quercus spp.*), hayas (*Platanus mexicana*) o liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), presentes en áreas con vegetación densa, como algunos bosques urbanos que aún persisten en la ciudad y alrededores (Cerro de Macuiltépetl, Parque Clavijero o Molino de San Roque).

Entre raíces y semillas

Aunque solemos fijarnos en la forma o follaje de los árboles, lo que ocurre bajo el suelo es igual de importante. Las raíces, por ejemplo, no sólo anclan al árbol y absorben agua y nutrientes, también mejoran el suelo, favorecen la filtración del agua y previenen inundaciones, manteniendo el equilibrio hídrico. Un sistema radicular sano permite a los árboles florecer y fructificar, asegurando su permanencia en la zona.

Las especies secundarias suelen tener raíces superficiales y muy ramificadas. Aunque ofrecen poco anclaje, les permite captar eficientemente nutrientes en las capas superiores del suelo, donde se acumula la materia orgánica en la regeneración temprana. Por otro lado, las especies primarias tienen raíces profundas y poca adaptabilidad a suelos degradados. Además, las raíces de algunas especies se asocian con hongos, contribuyendo a mantener la complejidad y salud de la biodiversidad del suelo.

Por otro lado, las semillas son una estrategia adaptativa clave. En especies secundarias, son abundantes, se dispersan eficazmente por viento o animales, germinan rápido y requieren menos agua, sombra y nutrientes, aunque carecen de reservas nutricionales. Es decir, están diseñadas para sobrevivir con poco en un tiempo corto. Mientras que las primarias tienen más reservas, germinan en condiciones de alta humedad y sombra, lo que favorece su crecimiento a largo plazo.

¿Qué estrategia es mejor?

Más allá de sus estrategias adaptativas, el arbolado urbano aporta servicios ecosistémicos clave: mejora la calidad del aire, reduce el ruido ambiental y atenúa la fuerza del viento. Sus copas crean microclimas que mitigan el efecto de las altas temperaturas, retienen agua de lluvia y estabilizan el suelo, previniendo la erosión. Además, brindan refugio a flora y fauna, favoreciendo la conservación de la biodiversidad urbana.

Tanto las especies secundarias como primarias aportan al funcionamiento y dinámica de los ecosistemas urbanos. En ciudades como Xalapa, su coexistencia garantiza la continuidad de los servicios eco-



sistémicos y la belleza escénica, lo que impacta positivamente en el bienestar emocional de quienes conviven cotidianamente con estos espacios verdes.

Hoy, las ciudades actúan como filtros ecológicos, favoreciendo sólo a especies resistentes. Esto puede llevar a la pérdida de biodiversidad y a la homogenización de los bosques urbanos. Para evitarlo, es crucial conservar áreas verdes, mantener su conectividad, enriquecer los espacios con especies nativas y evitar su extracción. También es vital informar a la población y tomadores de decisiones para impulsar estrategias de conservación y manejo. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Jara-Toto E., Armenta-Montero S., Aquino-Zapata A.M., Carvajal-Hernández C.I. (2023). Diversidad y estructura de la vegetación leñosa en cuatro bosques urbanos de la zona conurbada Xalapa-Banderilla, Veracruz, México. *Acta botánica mexicana*. 130.

Pennington T.D., Sarukhán J. (2005). *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Vázquez-Torres M., Campos J.J., Juárez M.F. (2017). *Árboles Tropicales de Veracruz*. Universidad Veracruzana.

*INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS,
UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: mjarquin@uv.mx,
ccarvajal@uv.mx

Arriba: zona con arbolado en el Campus CAD de la Universidad Veracruzana. A la izquierda, ANP Molinos de San Roque.



Arriba: Vista del dosel de algunos árboles de la ciudad.

SENDEROS VERDES: ESPACIOS DE COEXISTENCIA ENTRE HUMANOS Y FAUNA EN LA CIUDAD

SONIA ÁVALOS SUÁREZ, BEATRIZ BOLIVAR CIMÉ Y RENE MURRIETA GALINDO*

Las áreas verdes urbanas son pequeñas porciones de naturaleza que han logrado mantenerse a través del tiempo en la creciente mancha gris que ocupa la ciudad.

Cuidar un árbol,
respetar los
espacios verdes y
promover su
cuidado es una
forma de acción
social responsable.

Si bien a veces pasan desapercibidas entre calles y edificios, las áreas verdes se han vuelto más valiosas en un mundo cada vez más urbanizado. Es más, las podríamos ver como puentes vivos que forman una red silenciosa pero esencial, que sostiene tanto nuestro bienestar socioambiental como la posibilidad de coexistir con otros seres vivos.

La conexión entre fragmentos de áreas verdes potencia el bienestar y supervivencia de las especies que los habitan, incluidos los seres humanos.

ÁREA VERDE TEJAR-GARNICA, FRANCISCO COBOS PRIOR

Según estudios japoneses, los baños de bosque bajan la presión arterial, fortalecen el sistema inmune y reducen el estrés.

Muchos de nosotros utilizamos estos espacios para darnos un respiro del ritmo tan acelerado de la vida urbana. ¡Y es cierto! Ahí se puede caminar sin prisa, respirar aire más limpio o simplemente descansar bajo la sombra de algún árbol, favoreciendo una conexión con la naturaleza. Basta con observar a quienes salen a correr, a pasear a su perro o disfrutar de la naturaleza para comprender lo necesarios que se han vuelto estos sitios en nuestras rutinas diarias.

Existe una práctica originaria de Japón conocida como *shin-rin-yoku*, que en español significa “baños de bosque”. Consiste en sumergirse sensorialmente en un entorno natural, sin prisas ni distracciones, simplemente caminando, respirando y observando. Es una herramienta terapéutica para tratar trastornos como la depresión, la ansiedad o el agotamiento laboral.

Estos beneficios no son sólo individuales, las áreas verdes fomentan la conexión social al ser puntos de encuentro donde las personas conversan, se ejercitan juntas, participan en actividades comunitarias o simplemente comparten un momento al aire libre. Estos encuentros, aunque parecen simples, fortalecen los lazos entre vecinos, amigos y familiares que construyen un sentido de pertenencia que muchas veces se pierde en la vida urbana.

Pero más allá de lo que las áreas verdes nos brindan, también son esenciales para otras especies. Si observamos con más detenimiento, descubriremos que son hogar y vía de paso para una gran variedad de animales que han encontrado en la ciudad una nueva forma de vida. Para estas especies, cada árbol y cada fragmento de vegetación urbana es una oportunidad para sobrevivir y coexistir con nosotros.

Autopistas verdes para la vida silvestre

Es común pensar que los senderos que cruzan áreas verdes están hechos únicamente para nosotros. Aunque a simple vista parezcan diseñados para caminar, correr o pasear, si prestamos más atención, notaremos que también son rutas utilizadas por muchas otras especies que viven con sigilo en la ciudad. Cada árbol, arbusto o rincón de vegetación que acompaña a un sendero, autopista o avenida puede formar parte de una red más amplia, corredores verdes, que permiten a los animales desplazarse, refugiarse o conectar con otros puntos de la ciudad.

Estos corredores verdes son clave para la supervivencia de la vida silvestre en entornos urbanos. ¿Cómo es posible esto? La acelerada expansión de las ciudades rompe la conexión de los hábitats naturales que antes se encontraban ahí, dejando aisladas a muchas especies de fauna. Sin embargo, cuando existen conexiones entre estos fragmentos, las posibilidades de que la fauna sobreviva, se reproduzca y mantenga poblaciones saludables aumentan considerablemente. Aunque muchas veces no los veamos, hay que respetar estos senderos verdes ya que son recorridos diariamente por una gran variedad de animales que han aprendido a moverse entre nosotros, adaptarse a los cambios y aprovechar lo que el entorno urbano les ofrece.



Otro beneficio de las áreas verdes para la fauna silvestre es el alimento que pueden encontrar en parques, jardines y patios. Sabemos que donde hay árboles o arbustos podemos encontrar aves buscando néctar, frutos e insectos; mamíferos pequeños como tlacuaches o ardillas recolectando frutos o semillas; lagartijas cazando insectos o incluso, pequeños anfibios cazando entre la hojarasca, invisibles a nuestros ojos. Además, tengamos en cuenta que estos espacios les ofrecen refugios seguros (árboles frondosos, árboles muertos o incluso la acumulación de hojarasca) que pueden significar la diferencia entre la vida y la muerte para ellos. A diferencia del agresivo concreto y asfalto, los suelos con vegetación les permiten excavar madrigueras, conservar comida y mantener temperaturas estables, especialmente para anfibios y reptiles.

Caminos hacia una convivencia más viva

Saber que estos espacios son tan importantes para la fauna como para nosotros implica una responsabilidad compartida. Cuidar un árbol, respetar los espacios verdes, evitar dejar basura y hablar con otros sobre el valor de estos sitios ya es una forma de acción social responsable. No se trata de hacer grandes sacrificios, sino de adoptar pequeñas decisiones conscientes que hagan posible la convivencia con nuestros vecinos silvestres. En muchas partes del mundo (incluyendo a México) existen proyectos comunitarios que restauran corredores verdes, reforestan espacios públicos o promueven la observación responsable de fauna. Estas iniciativas demuestran que es posible tener una relación amigable con la naturaleza urbana.

Al final de nuestra vida, caminar entre árboles y senderos no sólo será una experiencia placentera, será una forma de recordar cómo reconectar con el entorno, la fauna y reconocer que con empatía se conformará una sociedad más sana. Porque vivir en una ciudad no significa vivir separados de la naturaleza, sino tener la oportunidad de encontrarnos con ella cada día, en el mismo camino. ■

MÁS INFORMACIÓN:

Hartig, T. et al., (2014). Nature and Health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-228.

Soulsbury, C. D., & White, P. C. L. (2015). Human-wildlife Interactions in Urban Areas: A Review of Conflicts, Benefits and Opportunities. *Wildlife Research*, 42(7), 541-553.

Magle, S. B. et al., (2021). Why Do Animals Live in Cities? *Frontiers for Young Minds*, 9, 566272.

*INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES;
EL COLEGIO DE VERACRUZ
CORREO: soniha.s@gmail.com, bbolivar@uv.mx, murrieta13@gmail.com

—
RÍO SEDENO, RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.UV.MX/OPC/COLABORACIONES/PATRIMONIO-NATURAL-DIAGNOSTICO-DEL-PARQUE-LINEAL-QUETZALAPAN-SEDENO/](https://www.uv.mx/opc/colaboraciones/patrimonio-natural-diagnostico-del-parque-lineal-quetzalapan-sedeno/)

BOSQUES URBANOS: TERMORREGULADORES NATURALES

JAZMÍN CONTRERAS LÓPEZ, SAMARIA ARMENTA MONTERO Y CÉSAR I. CARVAJAL HERNÁNDEZ*

Xalapa se caracteriza por albergar múltiples áreas verdes que, además de embellecer los paisajes, los bosques urbanos ayudan a regular la temperatura, ahorran energía y cuidan la biodiversidad. Son aliadas frente al calor que generan las ciudades.

La isla de calor urbana es la manifestación más evidente del impacto de la urbanización sobre el clima.

Las ciudades constituyen la forma de cambio más profunda y definitiva del paisaje natural, en ellas convergen factores sociales, físicos y ambientales que influyen en su día a día. Un fenómeno que ocurre en las urbes debido a la sustitución de las áreas verdes por calles y edificios es la isla de calor urbana. Este efecto se produce porque materiales como el concreto y estructuras metálicas retienen más calor durante el día, liberándolo lentamente durante la noche, lo que eleva las temperaturas en comparación con las áreas rurales o naturales de la periferia.

La isla de calor urbana puede afectar a la biodiversidad que habita en las ciudades a través de la alteración de los ciclos naturales de la vegetación y la fauna. También contribuye a generar estrés hídrico, lo cual impacta tanto a la diversidad como a la sociedad humana. Además, incrementa el consumo de energía y puede representar un riesgo para la salud humana, especialmente en grupos vulnerables, como personas de la tercera edad y niños.

Los problemas provocados por las islas de calor pueden mitigarse mediante la presencia de espacios con vegetación. Se ha demostrado que estas áreas son más eficaces cuando tienen mayor extensión y una estructura vegetal compleja. A pesar de las transformaciones en el uso de suelo, en las ciudades aún podemos encontrar relictos de vegetación de distintas extensiones y con diversas denominaciones que quedaron rodeados de asfalto.

Existen parques, jardines, camellones arbolados, terrenos abandonados y superficies de mayor tamaño en donde se establecen remanentes de vegetación con diferentes grados de impacto humano, como los bosques urbanos. Al respecto, estos bosques se pueden definir como conjuntos de vegetación que se agrupan de manera heterogénea, presentan un dosel arbóreo formado por árboles de gran tamaño, cuyo follaje y ramas sirven de soporte para el desarrollo de otras plantas como los helechos, bromelias y orquídeas; además, presentan en su interior un estrato compuesto por arbustos,



hierbas, plántulas jóvenes y diferentes capas de suelo. A diferencia de jardines, parques y camellones, en estos bosques el manejo humano es mínimo, lo que favorece su autoregeneración cuando las condiciones ambientales son favorables. Esta dinámica ecológica contribuye a mantener esa complejidad en su estructura vegetal, la cual en conjunto con toda la biodiversidad retenida convierte a estos espacios en ambientes más similares a los bosques en mayor estado de conservación.

¿Cómo se relacionan los árboles y la temperatura?

Típicamente asociamos a los bosques con sensaciones de frescura y sombra. Ciertamente, la temperatura dentro de estas áreas verdes suele ser más baja que en zonas sin cobertura vegetal, ya que los bosques crean un microclima que contribuye a regular la temperatura del ambiente. Este fenómeno se debe precisamente a esa complejidad estructural de los bosques urbanos mencionada anteriormente.

Uno de los principales componentes de estos bosques son los árboles; a medida que crecen, cambian su forma y estructura, las copas se hacen más anchas y las ramas se engrosan. El aumento de tamaño modifica la cantidad de luz que llega al suelo, las copas de los árboles interceptan la radiación solar, reduciendo la evaporación de agua del suelo y manteniendo condiciones más frescas y húmedas. Además, este sombreado permite mantener la humedad en el suelo, aumentando el potencial para reducir las temperaturas. Esta es la principal razón que convierte a los bosques urbanos en aliados importantes para la mitigación del calor en las ciudades, que pueden llegar a disminuir la temperatura dos o hasta cuatro veces más que los espacios sin árboles.

Los bosques urbanos de Xalapa y su impacto en el clima local

Como ejemplo mencionaremos a la ciudad de Xalapa, Veracruz, en el sureste de México, a casi 80 km en línea recta de la costa del Golfo de México. Por su ubicación en las montañas, el clima de Xalapa originalmente se caracterizaba por una gran humedad y una permanencia de varios días con neblina, sobre todo en invierno. El creci-

En esta vista panorámica de Xalapa se puede observar que aún conserva zonas verdes.

EN ESTA PÁGINA: PANORÁMICA DE XALAPA, DE KATYA ZAMORA

CUEVAS



—
Arriba: vegetación de bosque urbano.
Derecha arriba: Xalapa se caracteriza
por albergar áreas verdes con
múltiples extensiones y categorías.
Derecha abajo: el follaje de los árboles
bloquea la radiación solar.

miento urbano desproporcionado, la pérdida de áreas verdes y la sobreproducción de gases de efecto invernadero, han alterado la temperatura local, volviéndose una ciudad más cálida y seca, desencadenando problemáticas que afectan directamente nuestro bienestar.

En consecuencia, investigadores han centrado su interés en estudiar estos cambios, buscando comprender las causas y efectos para proponer soluciones y anticiparnos a los efectos del cambio de temperaturas en la ciudad. Para entender mejor este fenómeno, se han realizado investigaciones utilizando imágenes de satélite, sensores que miden la temperatura y la humedad, además del registro de las especies de árboles presentes en los bosques urbanos. En general, los resultados indican que dentro de los bosques urbanos de Xalapa la temperatura se reduce hasta 1.5°C en comparación con zonas de la ciudad sin vegetación, principalmente los árboles con copas densas como los encinos o liquidámbares funcionan como un "amortiguador térmico", manteniendo una temperatura más baja y evitando el calentamiento excesivo del suelo.

Además de regular la temperatura, los bosques urbanos brindan servicios ecosistémicos que benefician a la población de manera directa o indirecta, como el control de plagas y enfermedades, la captura de contaminantes, el suministro de agua y áreas de esparcimiento que nos permiten reconectar con la naturaleza.

Hoy en día atravesamos una época en donde nos enfrentamos al cambio climático, en este contexto, los bosques urbanos y las áreas verdes se convierten en aliados naturales para mitigar los efectos del aumento de las temperaturas, ofreciendo sombra, frescor y un respiro a la isla de calor urbana. Sin embargo, para conservar y potenciar estos beneficios, no basta con medir la extensión de estas áreas; es crucial también entender la diversidad y composición de las especies arbóreas que las conforman. Proteger y expandir la vegetación en las ciudades no es sólo una cuestión ambiental, sino una necesidad urgente para construir entornos urbanos más resilientes y habitables frente a los desafíos climáticos que enfrentamos. ▀



*INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS,
UNIVERSIDAD VERACRUZANA; CENTRO DE
INVESTIGACIONES TROPICALES, UNIVERSIDAD
VERACRUZANA
CORREO: jazmin.contreras1967@gmail.
com; saarmenta@uv.mx; ccarvajal@uv.mx

El follaje de los árboles bloquea la radiación solar y libera vapor de agua mediante la evapotranspiración, contribuyendo a reducir los efectos de isla de calor.

MÁS INFORMACIÓN:

Manzanilla-Quñones U. (2022). Islas de calor urbanas: un fenómeno poco estudiado en México. *Desde El Herbario CICY*, 14, 178-186. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/2022

Ullah, N.; Siddique, M.A.; Ding, M.; Grigoryan, S.; Khan, I.A.; Kang, Z.; Tsou, S.; Zhang, T.; Hu, Y.; Zhang, Y. (2023). The Impact of Urbanization on Urban Heat Island: Predictive Approach Using Google Earth Engine and CA-Markov Modelling (2005-2050) of Tianjin City, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20, 2642. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032642>

Schwaab, J., Meier, R., Mussetti, G., Seneviratne, S., Bürgi, C., & Davin, E. L. (2021). The Role of Urban Trees in Reducing Land Surface Temperatures in European Cities. *Nature Communications* 12(1), 6763. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>

RESTAURACIÓN DE BOSQUES URBANOS: UN REFUGIO PARA ESPECIES NATIVAS

MARÍA TOLEDO GARIBALDI Y TARIN TOLEDO ACEVES*

Restaurar los bosques urbanos con especies nativas puede ser clave para conservar la biodiversidad, ayudar a mitigar el cambio climático y mejorar la vida en las ciudades.

Los árboles maduros desempeñan un papel fundamental en la prevención de inundaciones y desastres naturales al regular el flujo de agua.

Actualmente, la mayor parte de la población humana vive en las ciudades, y se espera que para el año 2050 cerca del 70% viva en zonas urbanas. Este fenómeno provoca desafíos en términos de infraestructura, recursos naturales y sostenibilidad ambiental. El crecimiento continuo de las ciudades a nivel mundial ocasiona degradación ambiental y pérdida de hábitats para diversas especies de plantas, hongos y animales.

En paisajes tropicales diversos como en el que se encuentra la ciudad de Xalapa, Veracruz, los bosques urbanos pueden desempeñar un papel clave en la mejora de las condiciones ambientales urbanas y en la conservación de la biodiversidad. Los árboles y bosques urbanos brindan una amplia gama de servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la regulación climática y albergue para una importante diversidad de especies. Además, aportan numerosos beneficios sociales, económicos, culturales y estéticos a la población. Por su capacidad para mitigar el cambio climático, los bosques urbanos son considerados "soluciones basadas en la naturaleza" que contribuyen al bienestar ambiental y social de las ciudades.

Para comprender los procesos ecológicos y planificar el manejo de los árboles en las áreas urbanas existen dos disciplinas estrechamente vinculadas, la ecología urbana y la silvicultura urbana. La ecología urbana se enfoca en estudiar la relación entre los patrones de urbanización y los procesos ecológicos, mientras que la silvicultura urbana se centra en la planificación espacial, la siembra y el manejo de los árboles urbanos. En ambas disciplinas, los componentes biológicos y socioeconómicos son igualmente relevantes, lo que permite un enfoque interdisciplinario. Esta perspectiva es necesaria para mejorar las prácticas de restauración ecológica urbana, promoviendo la biodiversidad y mejorando las condiciones ambientales en las ciudades.



Uno de los principales retos para promover la biodiversidad urbana es la dominancia de especies exóticas. Esta aumenta el riesgo de homogeneización biótica, en la que las especies nativas son desplazadas, lo que pone en peligro la salud del ecosistema. Además, las condiciones ambientales de las ciudades, caracterizadas por altas temperaturas, islas de calor, radiación intensa, contaminación del aire y del suelo, entre otros, son factores de estrés que pueden dificultar la presencia de especies nativas.

Si bien es deseable la dominancia de especies nativas, dentro de estas también es importante el tipo de especies presentes. En los bosques urbanos de Xalapa, en un estudio reciente encontramos que la mayoría de las especies que se regeneran de forma natural son especies pioneras y muy pocas son especies de sucesión intermedia a tardía. La regeneración natural es el proceso mediante el cual los bosques son repoblados por árboles que se desarrollan a partir de semillas que caen y germinan en el lugar donde caen, o bien, a partir de rebrotes; así las plantas jóvenes se establecen y podrán reemplazar a las que mueran. Las especies pioneras son las que colonizan sitios abiertos y perturbados y su ciclo de vida es relativamente corto. Las especies de sucesión intermedia o tardía se encuentran en bosques maduros y tienen ciclos de vida más largos.

Las especies tardías desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas forestales; son tolerantes a la sombra (es decir que sus plántulas se pueden establecer bajo el dosel del bosque), tienen una dispersión de semillas limitada porque producen semillas grandes que comúnmente requieren ser dispersadas por animales, lo que dificulta su llegada a áreas urbanas. Por ello, las especies conocidas como sucesionales tardías, como los encinos (*Quercus spp.*), deben ser prioritarias en los esfuerzos de restauración de bosques urbanos. Sin embargo, existe muy poca información sobre el éxito en el establecimiento de especies de árboles de estos grupos en ambientes urbanos.

En Xalapa, de manera natural crecen más especies pioneras de vida corta y pocas con ciclos de vida más largos, habituales en los bosques maduros.

¿Qué árboles sobreviven mejor en la ciudad?

Para contribuir a la restauración de la diversidad plantamos ocho especies de árboles nativas amenazadas y de sucesión intermedia a tardía del bosque de niebla en seis bosques urbanos de Xalapa. Después de 20 meses, la sobrevivencia de los árboles sembrados fue del 54%, relativamente baja en comparación con otros estudios de restauración que evaluaron especies similares en ambientes perturbados.

El cacao de monte, como se le conoce localmente (*Tapirira mexicana*), fue la especie con mayor sobrevivencia y crecimiento, seguido por el palo blanco (*Meliosma alba*) que tuvo buena supervivencia y crecimiento, mientras que la vara negra (*Ocotea disjuncta*) y el chinine (*Persea schiedeana*) mostraron alta sobrevivencia, pero bajo crecimiento. El nogal (*Juglans pyriformis*) tuvo valores intermedios tanto en sobrevivencia como en crecimiento. Por último, las tres especies de encinos presentaron los valores más bajos de sobrevivencia, mientras que el crecimiento varió entre ellas: *Quercus sapotifolia* tuvo mayor crecimiento, seguida de *Q. xalapensis* y *Q. delgadoana*.

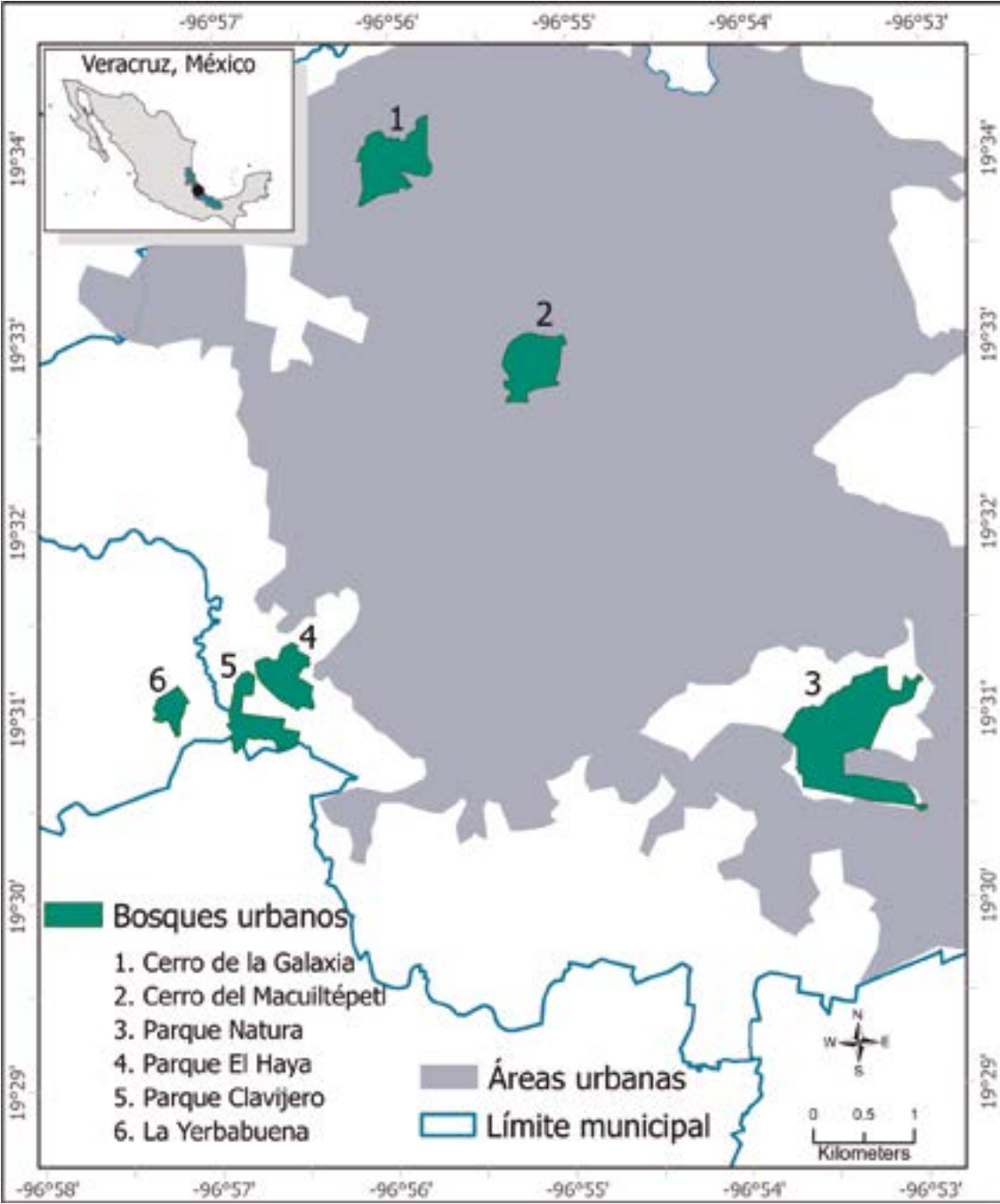
Encontramos que los sitios que reciben más lluvia y con temperatura más baja presentaron la mayor sobrevivencia. Estos resultados son relevantes en el contexto del cambio climático, ya que existe una creciente evidencia de desplazamientos de especies arbóreas del bosque de niebla hacia elevaciones más altas (sitios más fríos). Especialmente en los bosques de niebla las especies arbóreas enfrentan un creciente riesgo local de extinción, que podría mitigarse mediante la migración asistida de estas especies en sitios a mayor elevación, con temperaturas más bajas y en sitios con mayor humedad.

Comprender las interacciones entre los factores ambientales y las respuestas específicas de las especies puede mejorar las iniciativas de restauración y conservación, especialmente en regiones urbanizadas y afectadas por cambios en el clima. Estos resultados destacan el potencial de la restauración de bosques urbanos con especies de árboles nativas, de sucesión intermedia y tardía como estrategia para recuperar la biodiversidad y mejorar las funciones ecológicas en las ciudades. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Chevez, E. y Toledo Aceves, T. (2024). *Plan de acción para la conservación, manejo y restauración de encinos en la parte alta de la Cuenca La Antigua, Veracruz*. Instituto de Ecología A.C, Franklinia y The Morton Arboretum. 56 p. Disponible en: <https://libros.inecol.mx/index.php/libros/catalog/book/625>

Toledo-Garibaldi, M., Gallardo-Hernández, C., Ulián T, Toledo-Aceves, T., (2023). Urban Forests Support Natural Regeneration of Cloud Forest Trees and Shrubs, Albeit with Limited Occurrence of Late-successional Species. *For. Ecol. Manage.* 546, 121327. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121327>



El Archipiélago de Bosques y Selvas de Xalapa son áreas naturales protegidas que comprende varias zonas de bosque mesófilo de montaña, cafetales de sombra y otros ecosistemas ricos en biodiversidad, ubicados en los alrededores de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México.

*INSTITUTO DE ECOLOGÍA A. C.
CORREO: maria.toledo@inecol.mx,
tarin.toledo@inecol.mx

Carreiro, M.M., Yong-Chang, S., Wu, J., (2007). *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests International Perspectives*. Springer, 478 p. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71425-7_2.

IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LAS AUTORAS

Especies de árboles del bosque de niebla se han desplazado a zonas más elevadas en busca de lugares más fríos.

ÁREAS VERDES URBANAS: UN LEGADO PATRIMONIAL HACIA LA SUSTENTABILIDAD

XOCHITL DEL A. LEÓN ESTRADA Y RENÉ MURRIETA GALINDO*

Estos espacios son esenciales para mejorar nuestra salud, fomentan la convivencia y protegen nuestro patrimonio natural y cultural. Conocer su valor es clave para construir espacios más sostenibles, justos y habitables para todas las personas.

Las áreas verdes urbanas son también patrimonio cultural, natural e histórico de las ciudades.

Las ciudades son espacios dinámicos en constante transformación, muchos de estos cambios se deben a procesos antrópicos, es decir, son producto de las relaciones que establece la población con y en los espacios que ocupa. Esta evolución es continua y se observa tanto en actividades económicas, productivas y de abastecimiento, como en la interacción entre la sociedad, personas como tú o como nosotros y la naturaleza. Dentro de este entorno urbano, las áreas verdes juegan un papel fundamental, pero ¿porque estos espacios (como parques, jardines, bosques urbanos, glorietas o camellones) que están cubiertos por vegetación natural o inducida, ya sea nativa o exótica, son tan importantes para las ciudades? Vamos a descubrirlo.

El carácter multifuncional de las áreas verdes las convierte en componentes clave de los paisajes urbanos sostenibles, pues además de su valor ecológico, nos ofrecen la posibilidad de hacer, crear y repensar puentes que equilibren nuestras conductas en relación con la naturaleza. Para tener una idea, pensemos en la necesidad e interés que los seres humanos tenemos en fomentar una convivencia armónica con nuestra familia, nuestros vecinos, nuestra comunidad, es por ello que generar entornos adecuados nos ayuda a desarrollar una mejor calidad de vida, pues recordemos que las áreas verdes están estrechamente vinculadas a las políticas de uso de suelo y ordenamiento territorial, por lo que su adecuada gestión es esencial para el bienestar colectivo.

La importancia de las áreas verdes no es un tema nuevo. Algunos historiadores destacan la utilidad y estética de jardines en ciudades emblemáticas, como los jardines colgantes de Babilonia, una de las siete maravillas del mundo antiguo. En la antigua Tenochtitlán, parte de la infraestructura urbana consistía en jardines botánicos, ornamen-

La presencia de árboles puede enfriar el aire entre 2 y 8 grados centígrados.

Los xalapeños aún pueden disfrutar de 39m² de áreas verdes por habitante, su protección y cuidado es una labor conjunta entre la ciudadanía y el gobierno.

tales y de recreo que sorprendieron a los conquistadores españoles, tanto por su belleza como por las funciones de placer que ofrecían a los habitantes, por ser espacios de convivencia y por la variedad de plantas que los integraban.

Estos ejemplos muestran una larga tradición de integrar la naturaleza en el diseño urbano para el disfrute colectivo, además de resaltar el valor de las áreas verdes urbanas como parte del patrimonio cultural, natural e histórico de las ciudades.

Derecho a un medio ambiente sano

Hoy en día reconocemos que el acceso a espacios verdes es, además, una cuestión de derecho humano y calidad de vida. En este sentido entendemos que el concepto de “derecho a la ciudad” incluye el derecho a un medio ambiente sano, lo que implica contar con áreas verdes accesibles y sanas para todas las personas en los entornos donde vivimos.

De acuerdo con la recomendación del Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), vivir cerca de estos espacios y poder disfrutarlos mejora notablemente la salud física y mental, ayudando a reducir los niveles de estrés y la presión arterial alta entre muchos otros padecimientos. Además, si hablamos de cifras, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que cada habitante urbano tenga acceso a entre 12 y 16 metros cuadrados de áreas verdes. Y hay que agregar que, siguiendo las agendas mundiales de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, estas premisas se alinean al número 11 de la Agenda 2030, que promueve ciudades y comunidades sostenibles. En particular, la meta 11.7 que busca garantizar el acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, sobre todo para mujeres, niños, personas mayores y personas con discapacidad.

Estas agencias internacionales, dictan las agendas de gobierno en todos los niveles, promueven e invitan a los tomadores de decisiones y la sociedad civil a sumar esfuerzos y contribuir desde lo local al desarrollo sustentable de las ciudades fortaleciendo la salvaguarda de los patrimonios naturales, culturales y paisajísticos que son parte de nuestra identidad e historia.

Quienes vivimos en ciudades con árboles, parques y vegetación circundante somos personas privilegiadas. Disfrutamos de los beneficios que muchas veces pasan desapercibidos, como el regulado microclima urbano. ¿Sabías que la ubicación estratégica de árboles puede enfriar el aire entre 2 y 8 grados centígrados? Además, colocarlos adecuadamente alrededor de los edificios puede reducir el uso de aire acondicionado hasta en un 30% y disminuir los costos de calefacción en invierno entre un 20 y un 50%. Estos son datos que nos hacen pensar en la relevancia de las áreas verdes urbanas como un legado patrimonial para la anhelada sustentabilidad y el desarrollo de ciudades verdes.

Y hablando de ciudades verdes ¿cómo está la situación en Xalapa? Tenemos datos alentadores: actualmente cuenta con al menos 373 áreas verdes (según lo mencionado por René Murrieta en 2023)



como parques y/o jardines, lo que se traduce en aproximadamente 39 metros cuadrados de área verde por habitante, muy por encima de lo recomendado por la OMS. Pero eso no es todo, pues además dentro del municipio de Xalapa se encuentran ocho áreas naturales protegidas de competencia del Gobierno de Veracruz, incluyendo el Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz, reconocida como una de las áreas naturales más importantes del estado en zonas urbanas debido a su complejidad social y ambiental.

Las áreas verdes urbanas son fundamentales para la configuración y desarrollo de ciudades resilientes y más habitables. Al ser espacios con beneficios sociales, culturales y ecológicos, su reconocimiento como un legado patrimonial para una ciudad sustentable es un primer paso hacia su protección y cuidado, porque al proteger la naturaleza en la ciudad, también estamos cuidando nuestra salud, nuestra historia y el bienestar de las generaciones por venir. ■

MÁS INFORMACIÓN:

Aguilera, f. (2023). *Los espacios verdes como ambientes de aprendizaje y fomento de la sostenibilidad*. Círculo Rojo.

Hermida, C. (07 de enero de 2023). Áreas verdes urbanas fortalecen identidad comunitaria: Rene Murrieta-Galindo. *Universo* - Sistema de noticias de la UV. <https://www.uv.mx/prensa/general/areas-verdes-urbanas-fortalecen-identidad-comunitaria-rene-murrieta/>

Larrucea, A., Jiménez, E., y Meza, M. (2020). *Espacios verdes públicos: Estudios culturales, sociales y ambientales*. Universidad Nacional Autónoma de México.

*EL COLEGIO DE VERACRUZ

CORREO: xaleone@colver.edu.mx, rmurrietag@colver.edu.mx

Las áreas verdes propician los encuentros sociales y son beneficiosas para la salud física y mental.

PÁGINA 33, LA TORRE JB DESDE EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

TEJAR-GARNICA-LA HERRADURA. EN ESTA PÁGINA, PARQUE DE LA

SEÑORÍA, EN LAS ÁNIMAS. FOTOS DE FRANCISCO J COBOS PRIOR.

CIUDADES TROPICALES: REFUGIOS POSIBLES PARA LAS AVES

ANGELINA RUIZ SÁNCHEZ, VALERIA ROMERO MARTÍNEZ Y JOSHUA ALEXANDER SAAVEDRA GARCÍA*



Una alta diversidad de vegetación permite una alta diversidad de aves, tanto nativas como migratorias.

¿Qué aves vienen a tu mente cuando piensas en la ciudad? Tal vez el canto insistente de las primavera, los roncacos llamados de los zanates, los colibríes entre flores o las palomas que esquivan edificios a toda velocidad. ¿Podrías nombrar cinco o diez especies, quizá más, que forman parte del paisaje urbano? Pero, y antes de que hubiera calles y casas, ¿vivirían las mismas aves en el bosque que alguna vez cubrió Xalapa? ¿O eran otras, más especializadas, más raras, una comunidad más diversa?

Las ciudades tropicales han crecido rápidamente, transformando ecosistemas y alterando o eliminando la vegetación original. Esto impacta directamente en las aves, que dependen de la vegetación para alimentarse, reproducirse, refugiarse y hasta para desplazarse (algunas únicamente vuelan dentro de la vegetación). La urbanización no sólo reduce la cantidad de aves, también cambia qué especies están presentes. Algunas desaparecen al no poder adaptarse, otras, más tolerantes o incluso beneficiadas por las condiciones urbanas, se vuelven dominantes (sinantrópicas). En este contexto, las áreas verdes urbanas y periurbanas se convierten en refugios clave de biodiversidad.

La comunidad de aves cambia de acuerdo a la vegetación, en las áreas verdes la presencia de árboles, arbustos, herbáceas y cuerpos de agua genera variedad de hábitats que permiten la coexistencia de aves con diferentes necesidades ecológicas, que no encuentran en las áreas cubiertas de cemento, asfalto y edificios ni en los jardines en donde solamente hay pasto. Las aves realizan funciones clave como polinización, dispersión de semillas, control de insectos y limpieza ambiental, pero estas sólo ocurren si conservamos su diversidad, lo que requiere áreas verdes con vegetación estructuralmente compleja.

En Xalapa, los parques con vegetación más heterogénea albergan mayor diversidad de aves que los dominados por pocas especies de plantas. Cada planta ofrece algo distinto, frutos, semillas, flores, ramas... y no todas las aves los aprovechan igual. Por ejemplo, no todas las aves frugívoras comen todos los frutos. Algunas tienen picos grandes para frutos grandes; otras, picos pequeños para frutos como moras. Lo mismo ocurre con las granívoras, algunas rompen semillas



duras, otras las prefieren blandas. Así, una alta diversidad de plantas permite una alta diversidad de aves. Nuestros registros muestran que 13% de las especies en estas áreas verdes son frugívoras, destacando la importancia de contar con vegetación que produzca frutos nativos de distintos tamaños y en diferentes épocas. Asimismo, sabemos que 46% de las aves de estas áreas verdes consumen artrópodos como insectos, coincidiendo con la alta diversidad de estos en los trópicos. Estas aves se encargan de mantener controlados a grupos de especies como los mosquitos.

Se busca hogar entre el follaje

La simplificación de la vegetación, menos especies de plantas y menos estratos, lleva a una simplificación en la comunidad de aves y de otros seres vivos. En las áreas verdes urbanas dominan las aves sinantrópicas, como zanates (*Quiscalus mexicanus*), papanes (*Cyanocorax morio*) y especies introducidas como la paloma (*Columba livia*) o el gorrión doméstico (*Passer domesticus*). Estas, por ser generalistas (comen de todo, incluso basura) compiten eficazmente por alimento, nidos y refugios, desplazando a las aves más especializadas.

Por ello observamos diferencias claras entre comunidades de aves urbanas y periurbanas. Algunas especies, como el zumbador mexicano (*Selasphorus heloisa*), el tucancillo verde (*Aulacorhynchus prasinus*) o la oropéndola cabeza castaña (*Psarocolius wagleri*), se encuentran casi exclusivamente en áreas periurbanas conectadas con fragmentos de bosque mesófilo. Estas aves requieren condiciones particulares de vegetación y son muy sensibles a las perturbaciones urbanas.

Las aves especialistas tienen requerimientos alimenticios, de anidación y refugio muy específicos para completar su ciclo de vida y son a las que más afectan las ciudades. Además, enfrentan estresores urbanos como el ruido, que interfiere con su comunicación, para ellas es como tratar de hablar en medio del tráfico o junto a una bocina en una fiesta. Algunas se adaptan, cantan más agudo, más fuerte o en horarios más tranquilos, pero no todas pueden hacerlo. Si su canto no es escuchado, no consiguen pareja o no detectan alertas de peligro. Para muchas aves, el ruido urbano funciona como un silenciador.



PAGINAS 36 Y 37 DE IZQ. A DERECHA : CARDELLINA PUSILLA,

RAMPHASTOS SULFURATUS, AULACORHYNCHUS PRASINUS, MOMO-

TUS COERULICEPS. DE JOSÉ MAURICIO HERNÁNDEZ REYES

*FACULTAD DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD
VERACRUZANA
CORREO: angruiz@uv.mx,
valromero_13@outlook.com,
alexander_saavedra.garcia@outlook.com



La luz artificial, el ruido, la depredación por perros y gatos y la contaminación ponen en riesgo la vida de las aves.

La luz artificial también es un riesgo. Muchas aves dependen de la luz natural para regular sus actividades, cantar, migrar, reproducirse o descansar. Pero la iluminación nocturna de faroles, anuncios o vehículos altera estos ciclos. Algunas aves cantan antes del amanecer o se mantienen activas durante la noche, lo que las fatiga, desorienta y las expone a depredadores. La luz artificial desorganiza sus ritmos naturales, afectando su comportamiento, salud y supervivencia. La vegetación de las áreas verdes funciona como un filtro parcial de ruido y luz que le permite a las aves la comunicación y el descanso que requieren.

Estos y otros factores como depredación por perros y gatos, contaminación del aire y del agua afectan a las aves, de modo que no usan las áreas verdes de manera uniforme. Su uso varía en un ciclo anual. De acuerdo a nuestros y otros estudios, las aves residentes son más abundantes en el verano en las áreas verdes periurbanas, que son más tranquilas y con vegetación compleja, estas son refugios en época de cría. Igual que las personas buscan un buen lugar para criar a sus hijos, un vecindario tranquilo y que cuente con todos los servicios, las aves buscan sitios seguros con suficientes recursos para sus crías.

En cambio, las aves migratorias que se reproducen en el norte del continente y pasan el invierno en el trópico, entre México y Sudamérica, recorren o llegan a las áreas urbanas y se concentran dentro de la ciudad, sobre todo en otoño. Para entender la importancia de esto, imagina como si tú hicieras un viaje anual por carretera desde Canadá hasta Veracruz en otoño y regresaras en primavera. Necesitarías hacer paradas estratégicas en sitios con buena comida, descanso seguro y sin riesgos. Las áreas verdes urbanas de Xalapa funcionan

como esas “gasolineras ecológicas” donde reponen energía para continuar su viaje. Por eso, conservar y mejorar estos espacios es crucial no sólo para las aves locales, sino también para millones de aves migratorias que dependen de ellos.

Las ciudades tropicales pueden ser refugios de biodiversidad si priorizamos áreas verdes funcionales y mitigamos impactos humanos. Conservar aves no sólo implica proteger especies, sino mantener servicios ecológicos como polinización y control de insectos esenciales para nuestra propia calidad de vida. Una planificación adecuada de las áreas verdes puede favorecer comunidades diversas y funcionales. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

De Camargo-Barbosa, K. V., Rodewald, A. D., Ribeiro, M. C., & Jahn, A. E. (2020). Noiselevel and Water Distance Drive Resident and Migratory Bird Species Richness within a Neotropical Megacity. *Landscape and Urban Planning*, 197, 103769.

Pacheco-Muñoz, R., Aguilar-Gómez, M. Á., & Schondube, J. E. (2022). Overwintering in a Megacity: Urban Green Areas and Migratory Birds in Mexico City. *Urban Forestry & Urban Greening*, 73, 127614.

Zúñiga-Vega, J. J., Solano-Zavaleta, I., Sáenz-Escobar, M. F., & Ramírez-Cruz, G. A. (2019). Habitat Traits that Increase the Probability of Occupancy of Migratory Birds in an Urban Ecological Reserve. *Acta Oecologica*, 101, 103480.

13% de las aves en Xalapa se alimentan de frutos, mientras que 46% consumen insectos y otros artrópodos.

PÁGINAS 38 Y 39 DE IZQ. A DERECHA: BASILEUTERUS
CULICIVORUS DE ALAN MONROY OJEDA. SALTATOR ATRICEPS,
SETOPHAGA VIRENS, SETOPHAGA CORONATA, DE VÍCTOR JESÚS
CERVANTES ARRIETA

MALEZA: VEGETACIÓN VITAL PARA AVES Y BIODIVERSIDAD URBANA

ANGELINA RUIZ SÁNCHEZ Y JESÚS BASURTO MORENO*



Maleza... muchas de estas plantas “indeseables” no sólo son útiles, sino necesarias, especialmente para las aves y la biodiversidad urbana.

A simple vista, las plantas que crecen de forma espontánea en espacios rurales y urbanos parecen un desorden que debe corregirse. La palabra “maleza”, derivada del latín *malitia* (“maldad” o “malicia”), ya lleva una connotación negativa. En agricultura, este rechazo tiene sentido por la competencia con los cultivos, pero en el contexto urbano responde más a criterios estéticos. Sin embargo, esta visión puede y debe replantearse.

El crecimiento espontáneo de vegetación en las ciudades ha sido estudiado por su sorprendente diversidad y funciones ecológicas. En la Ciudad de México, por ejemplo, se han identificado más de 250 especies consideradas maleza, en Roma, Italia se han identificado más de 900 especies. Muchas son introducidas y como en todo sistema biológico, algunas pueden desplazar a las nativas o alterar procesos ecológicos. No obstante, más allá de su origen, estas plantas ofrecen alimento, refugio y estructura a las aves y otros animales que, en conjunto, forman microecosistemas que se sostienen incluso en entornos profundamente transformados.

En muchas ciudades, las áreas verdes siguen una fórmula simple, árboles alineados, pasto corto y flores ornamentales. Este modelo prioriza la estética y la recreación humana, pero limita considerablemente la biodiversidad. Así, la maleza es vista como falta de mantenimiento que debe eliminarse. Pero los espacios verdes, ya sean parques, camellones, jardines o terrenos baldíos, brindan servicios ecosistémicos cruciales: oxigenación, captura de contaminantes, regulación térmica, infiltración del agua e incluso bienestar mental. Estos servicios no dependen sólo de árboles grandes o pasto podado, sino de una combinación de elementos, incluido el estrato bajo compuesto por hierbas o maleza.

La vida entre la maleza

Esta vegetación favorece hábitats diversos e impulsa interacciones ecológicas complejas, esenciales para mantener un ecosistema urbano funcional. En este contexto, las aves, uno de los grupos más



visibles y carismáticos, son excelentes indicadores del estado de salud ecológica. Muchas especies se han adaptado a la vida en la ciudad, pero dependen de la vegetación disponible para sobrevivir. Y ahí entra la maleza, que ofrece alimento (semillas, frutos, insectos, néctar), refugio, sitios para descansar y materiales para construir nidos.

El zacatonero rojizo (*Aimophila rufescens*), presente en el sur de México, anida en el suelo o en arbustos bajos, usando hierba y fibras. Se sabe que consume insectos, semillas, frutas y posiblemente néctar. Esta ave depende del sotobosque (vegetación de baja altura bajo los árboles) para proteger sus nidos.

El chipe cejas negras (*Basileuterus culicivorus*), también de Veracruz, hace nidos en forma de cúpula en el suelo, ocultos entre hierbas, piedras o troncos. Su dieta insectívora incluye pequeñas frutas y semillas del sotobosque. Sin cobertura vegetal adecuada como la que proporciona la maleza, su reproducción estaría en riesgo.

El semillero de collar (*Sporophila morelleti*), una especie granívora común en el Golfo de México y Centroamérica, se alimenta directamente de semillas en los tallos de las hierbas, sin recogerlas del suelo, y también consume insectos tras las lluvias. Durante su época reproductiva construye un nido bajo usando fibras, raíces y telarañas.

Otros ejemplos son el rascador gorra castaña (*Arremon brunnei-nucha*), residente de bosques húmedos, y el mulato azul (*Melanotis caerulescens*), que habita desde selvas espinosas hasta bosques montanos. Ambas especies requieren vegetación densa del estrato bajo para alimentarse y anidar.

También hay migratorias, como el chipe suelero (*Seiurus aurocapilla*) y el chipe patilludo (*Geothlypis formosa*), que buscan alimento entre la maleza y el follaje espeso del suelo.

Todas estas aves tienen en común su dependencia de la vegetación baja, densa y herbácea. En zonas urbanas, esta vegetación es la que determina su presencia, brinda el microclima favorable, mayor humedad relativa, temperatura más estable y menor exposición al

La maleza ofrece alimento y refugio a las aves y otros animales, eliminarla puede traer consecuencias ecológicas severas.

PÁGINAS 40 Y 41 DE IZQ. A DERECHA: AIMOPHILA RUFESCENS, ARREMON BRUNEINUCHA, DE JOSÉ ALBERTO LOBATO GARCÍA

viento y al sol directo. Estas condiciones aumentan el alimento, ofrecen sitios seguros para la reproducción y la protección ante depredadores y perturbaciones humanas.

¿Y si hablamos de “bienesza”?

Permitir el crecimiento de maleza es conservar las aves y las funciones vitales que cumplen, como dispersar semillas, controlar insectos y polinizar, contribuyendo a la salud de los ecosistemas urbanos. Eliminar sistemáticamente la maleza trae consecuencias ecológicas severas, rompe interacciones entre las especies. Un entorno dominado por pasto podado pierde diversidad vegetal, resultando en menos insectos, anfibios, reptiles, aves, etc. Promoviendo una cascada negativa de menos polinización, dispersión de semillas, control biológico de plagas y una ciudad ecológicamente más empobrecida. Además, las áreas verdes centradas exclusivamente en césped pueden favorecer plagas como las garrapatas, vectores de enfermedades como Lyme o encefalitis, lo que representa también un riesgo para la salud humana.

Aunque en un mundo ideal podríamos imaginar ciudades donde la vegetación crece libremente, en la realidad urbana se requiere un manejo consciente. No se trata de tener espacios descuidados, sino de establecer una planificación con base ecológica. En Europa, por ejemplo, se recomienda evitar la poda entre marzo y agosto para no afectar la reproducción de aves ni destruir a la fauna que se encuentran en esta vegetación. También se sugiere cortar sólo sectores estratégicos, conservando otros como refugios ecológicos. Es decir, diseñar áreas verdes con fines sociales y otras con funciones ecológicas claras.

Esto no implica dejar crecer cualquier planta. Parte importante de la maleza son especies introducidas, algunas de las cuales pueden volverse invasoras. Por ello, el manejo adecuado debe priorizar especies nativas, mejor adaptadas a las condiciones locales, menos demandantes en mantenimiento y más valiosas para la fauna silvestre.

Este enfoque permite ciudades más resilientes, biodiversas y saludables, y también reconcilia la función ecológica con criterios estéticos y sociales. Se trata, en última instancia, de repensar el concepto de “maleza” y entender su valor. El cambio comienza por el lenguaje. “Maleza” nos lleva a pensar en algo malo, pero ¿y si hablamos de “bienesza” o “buenezza”? Palabras que reconozcan su importancia en el ecosistema.

Lo bello no siempre es simétrico, y en lo aparentemente desordenado puede haber equilibrio. La vegetación espontánea urbana no es un problema: es parte de la solución. Conecta ecosistemas, sostiene a las aves y mejora la salud ambiental de nuestras ciudades. Es momento de mirar distinto lo que crece en el camellón. Ahí, en lo pequeño y desordenado, hay biodiversidad urbana que sí podemos proteger. ▀



MÁS INFORMACIÓN:

Archibald, C. L., McKinney, M., Mustin, K., Shanahan, D. F., & Possingham, H. P. (2017). Assessing the Impact of Revegetation and Weed Control on Urban Sensitive Bird Species. *Ecology and Evolution*, 7(12), 4200-4208.

Sánchez-Sotomayor, D., Martín-Higuera, A., Gil-Delgado, J. A., Gálvez, Á., & Bernat-Ponce, E. (2023). Artificial Grass in Parks as a Potential New Threat for Urban Bird Communities. *Bird Conservation International*, 33, e16.

Warren, K. A., & Anderson, J. T. (2005). Grassland Songbird Nest-site Selection and Response to Mowing in West Virginia. *Wildlife Society Bulletin*, 33(1), 285-292.

*FACULTAD DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: angruiz@uv.mx,
jesusbasurtoromero23@gmail.com

PÁGINAS 42 Y 43 DE IZQ. A DERECHA: BASILEUTERUS CULICIVORUS, MELANOTIS CAERULESCENS, SEIURUS AUROCAPILLUS, DE JOSÉ ALBERTO LOBATO GARCÍA

¿A DÓNDE VAN LOS GATOS AL ANOCHECER?

ISAC MELLA MÉNDEZ, RAFAEL FLORES PEREDO Y CHRISTIAN A. DELFÍN ALFONSO*

Se estima que los gatos depredan alrededor de 2084 especies de animales a nivel mundial.

Suaves, adorables y... cazadores profesionales. Aunque parezcan inofensivos, los gatos son también una amenaza para la fauna silvestre de la ciudad, mantenerlos en casa es un acto de amor... también hacia la naturaleza.

Los gatos domésticos son uno de los animales de compañía más populares del mundo. Sin embargo, cuando salen de casa y exploran su entorno pueden convertirse en una seria y silenciosa amenaza para la fauna silvestre, especialmente en regiones ricas en biodiversidad como las áreas urbanas neotropicales. ¿Has pensado en qué tan lejos salen de casa? ¿Qué factores influyen en su comportamiento? ¿Representan realmente un riesgo para otras especies? ¡Aquí te lo contamos!

Instinto cazador

Aunque los gatos son animales juguetones, autónomos, independientes y muy flojos durante el día, al anochecer su instinto los convierte en eficaces cazadores de animales silvestres, siendo las aves sus principales presas (47%), seguidas de reptiles (22%), pequeños mamíferos (20%) e insectos (5%), asociados a importantes funciones ecológicas como la dispersión de semillas y polinización.

Dependiendo de dónde viven, algunos de ellos cazan animales cerca de sus casas o en jardines. Otros más, suelen desplazarse durante la noche en búsqueda de presas, dirigiéndose hacia áreas naturales que son refugio de diversas especies nativas. Este comportamiento ha contribuido a las extinciones masivas de especies como la codorniz y el cucarachero de Lyall, en Nueva Zelanda (*Coturnix novaezelandiae* y *Traversia lyalli*), o el paño de Guadalupe, en México (*Oceanodroma macrodactyla*), así como de alteraciones ecosistémicas en varias regiones del mundo como Australia, Reino Unido, Nueva Zelanda, Polonia, Estados Unidos y Latinoamérica.

Mundialmente, se estima que los gatos depredan alrededor de 2084 especies de vertebrados e invertebrados, siendo por ello considerados de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Lamentablemente, ciudades como Xalapa, Veracruz no están exentas de su impacto sobre la fauna silvestre local, hecho que es de gran relevancia ecológica y científica, esto si consideramos que por su ubicación geográfica Xalapa se encuentra dentro de una región altamente biodiversa, pero también con una gran abundancia de perros y gatos domésticos en situación de calle. Por ello, es crucial



conocer cuál es el comportamiento espacio-temporal de gatos y aquellas variables que determinan su desplazamiento al exterior.

Gatos de casa, exploradores del barrio

Interesados en conocer las zonas donde se desplazan los gatos, el tamaño del área, sus horarios de más actividad y el efecto de variables como la edad, sexo, temperatura y humedad ambiental, monitoreamos 40 gatos xalapeños de octubre de 2021 a julio de 2022. Cada minino fue equipado con un GPS que registró sus movimientos durante 480 horas en primavera, verano, otoño e invierno.

Gran sorpresa obtuvimos al registrar que pueden desplazarse desde 1.18 hasta 5 hectáreas, llegando más lejos los machos que las hembras, ¿por qué?, pues porque estos marcan su territorio ante la presencia de otros machos, defendiéndolo mediante peleas con otros gatos, algo común de escuchar en la madrugada en varias colonias de Xalapa. Durante la noche, los gatos se dieron "vuelo" en áreas verdes urbanas y durante el día fueron más activos cerca de sus hogares. Así que, si tienes un gato y te lleva un animalito silvestre como regalo, seguramente fue capturado en un área verde.

Curiosamente, no existe una relación entre el tamaño del área recorrida por un gato con su edad, tamaño corporal o cantidad de alimento que reciben en casa. Moraleja: ni los michis más grandes ni los más hambrientos necesariamente se desplazan más. Aunque la temperatura ambiental y la estación del año sí influyen de manera importante en su conducta. Durante primavera y verano en condiciones climáticas favorables, los gatos amplían su territorio, pero en invierno cuando hace frío, reducen sus excursiones o salidas a deambular como sucede también en días extremadamente calurosos.

Implicaciones para la fauna en Xalapa

Aunque en esta investigación encontramos que la mayoría de los gatos se desplaza sólo alrededor de su hogar, durante primavera y verano incrementa el riesgo para la fauna silvestre ante el posible encuentro con un gato, al moverse más y cazar más presas. Este hallazgo es preocupante en ciudades como Xalapa, al destacar en la

Por su propia seguridad y la de la fauna nativa, mantén a los michis en casa.

*FACULTAD DE BIOLOGÍA, REGIÓN XALAPA,
UNIVERSIDAD VERACRUZANA; INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES FORESTALES, UNIVERSIDAD
VERACRUZANA; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: isac.mella@gmail.com,
peredofr@gmail.com,
cada7305@gmail.com

república mexicana por sus más de 300 áreas verdes urbanas que refugian un gran número de vertebrados silvestres. Mantener a tu michi dentro de casa durante estos periodos evitaría la muerte por depredación de especies silvestres; además, estaría más seguro en su hogar, sin riesgo de ser atropellado, envenenado o atacado por perros u otros animales.

Aunque los gatos parezcan adorables animalitos, son también excelentes depredadores, independientemente de que estén bien alimentados, al matar por instinto. Estudiarlos es crucial para diseñar estrategias integrales de manejo y control, pues año con año incrementan sus poblaciones en ecosistemas naturales, urbanos y periurbanos.

¿Cómo sumarte para evitar más daño?

¿Tienes un gato? ¿Lo dejas salir durante el día o la noche? ¿Tu gato te lleva animales silvestres muertos o mutilados como “trofeos”? Te damos cinco tips para reducir estos comportamientos.

- 1) Mantén a tu o tus gatos dentro de casa o en patios cerrados, especialmente en épocas cálidas.
- 2) Evita liberarlo o dejarlo salir si vives cerca de áreas naturales protegidas, parques o áreas verdes urbanas, al preferirlos como sitios de caza.
- 3) Esteriliza a tu gato o gata y no lo abandones.
- 4) Enriquece su comportamiento en casa jugando e interactuando con él.
- 5) Considera su seguimiento veterinario, ya que puede ser un vector para la dispersión de diversas enfermedades transmisibles a animales silvestres. Saber a dónde van nuestros mininos cuando salen de casa puede ayudarnos no sólo a protegerlos de algún riesgo latente en la ciudad, sino también a conservar la fauna silvestre que comparte el espacio urbano con nosotros y que desempeña importantes funciones ecológicas. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Kays, R., Dunn, R. R., Parsons, A. W., McDonald, B., Perkins, T., Powers, S. A., Shell, L., McDonald, J. L., Cole, H., Kikillus, H., Woods, L., Tindle, H., & Roetman, P. (2020). The Small Home Ranges and Large Local Ecological Impacts of Pet Cats. *Animal Conservation*, 23(5), 516-523. <https://doi.org/10.1111/acv.12563>

Mella-Méndez, I., Flores-Peredo, R., Amaya-Espinel, J. D., Bolívar-Cimé, B., Mac Swiney G, M. C., & Martínez, A. J. (2022). Predation of Wildlife by Domestic Cats in a Neotropical City: A Multi-factor Issue. *Biological Invasions*, 24(5), 1539-1551. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02734-5>

Orduña-Villaseñor, M., Valenzuela-Galván, D., & Schondube, J. E. (2023). Tus mejores amigos pueden ser tus peores enemigos: impactos de los gatos y perros domésticos en países megadiversos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94, e944850. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.4850>

GRÁFICA EN LA SIGUIENTE PÁGINA, PROPORCIONADA POR LAS
PERSONAS AUTORAS.



DESAFÍOS DE LA URBANIZACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES

EDGAR AHMED BELLO SÁNCHEZ, ERICK RODRIGO OCAÑA DÍAZ Y AARON ARIAS HERNÁNDEZ*

Antes de que los primeros habitantes humanos construyeran sus refugios, muchos animales ya habitaban estas tierras. Hoy, la mayoría de estos seres ya se han ido, no obstante, otros aún siguen aquí, adaptados y casi imperceptibles ante los drásticos cambios del entorno que los rodea.

El crecimiento acelerado de las ciudades compromete el bienestar de especies vulnerables como anfibios y reptiles.

Si agudizas tus sentidos, seguramente escucharás al caer la noche los llamados de ranas entre las grietas de concreto. Al observar en un jardín húmedo y olvidado, quizás te encuentres frente a frente con los brillantes ojos de una salamandra o de una pequeña serpiente. O si eres de aquellos que disfrutan la experiencia bajo el sol, podrás observar los bellos colores de lagartos sobre las bardas olvidadas.

Panorama a nivel global

La urbanización es una de las principales causas de la pérdida y fragmentación del hábitat de muchas especies. La Organización de las Naciones Unidas (ONU), actualmente estima que más del 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, y pronostica que para el año 2050 esta cifra aumente hasta un 68%. El rápido crecimiento de los entornos urbanos impone para la fauna silvestre alteraciones ambientales que pueden comprometer su bienestar y/o supervivencia. Entre los vertebrados, los anfibios y reptiles son particularmente sensibles al crecimiento urbano, y en la mayoría de los casos sus efectos rebasan su capacidad de adaptarse.

Efectos de la urbanización

Variables ambientales. Entre las primeras alteraciones que percibimos en los entornos urbanos, destaca el incremento de la temperatura y la disminución de la humedad, la modificación de estas variables altera los ciclos biológicos de muchas especies o desestabiliza las condiciones de microambientes esenciales para su supervivencia; asimismo, cambios en la permeabilidad del suelo ocasiona la pérdida de charcas y otros ambientes indispensables para la reproducción de algunas ranas y sapos (anuros).



La contaminación. La urbanización genera formas de contaminación que impactan directa o indirectamente sobre los anfibios y reptiles. Contaminantes químicos como los metales pesados se acumulan en el cuerpo de los animales y pueden ocasionar enfermedades crónicas y neurodegenerativas; algunos compuestos orgánicos de origen industrial son irritantes y afectan la piel permeable de los anfibios, provocando también un efecto tóxico sobre artrópodos que son la base alimenticia de muchos animales.

Adicionalmente, la contaminación sensorial puede alterar severamente algunos procesos ecológicos y conductuales. La contaminación acústica producida por el tránsito vehicular interfiere con los llamados de cortejo de los anuros, reduciendo su éxito reproductivo. De manera similar, la luz artificial nocturna (ALAN, por sus siglas en inglés *artificial light at night*) propicia la desorientación de los animales, incrementando el riesgo de muerte por atropellamiento en carreteras; asimismo, altera ciclos biológicos como el patrón de actividad y provoca desajustes metabólicos y hormonales; la luz artificial nocturna también modifica los patrones de forrajeo, la actividad de depredadores, así como la competencia con otras especies.

Trampas ecológicas. La urbanización puede crear trampas ecológicas a través estructuras artificiales que imitan características del hábitat y que potencialmente cubre ciertas necesidades de los individuos, pero con consecuencias letales. Por ejemplo, cuerpos de agua artificiales como fuentes y piscinas, se convierten en prisiones acuáticas atrapando serpientes, ranas y salamandras, agotándolas hasta la muerte. Otras trampas son los tubos de drenaje y alcantarillado que aparentan cuevas y refugios, pavimento caliente que semeja sitios de termorregulación y pueden ocasionar estrés térmico y quemaduras.

—
Rana de árbol de orejas chicas (*Rheohyla miotympanum*) en el interior de una bromelia. Fotografía de Edgar Ahmed Bello Sánchez.

Las fuentes, piscinas y estructuras urbanas como el drenaje y alcantarillado pueden convertirse en trampas mortales para la fauna silvestre.



—
Juvenil de rana de árbol mexicana (*Smilisca baudinii*) refugiándose en un tubo de agua. Fotografía de Orlando R. Vivanco Montané.

Especies invasoras. El crecimiento de las zonas urbanas además de desplazar a anfibios y reptiles nativos, también promueve el establecimiento de especies invasoras, entre las que se incluyen a los animales bajo cuidado humano, los cuales ejercen presiones como depredadores; de manera similar, la introducción de peces como mojarra y truchas en cuerpos de agua propicia la depredación de huevos y larvas de anuros; algunas especies invasoras también compiten con especies autóctonas monopolizando recursos, como la tortuga japonesa (*Trachemys elegans*) o los geos (*Hemidactylus frenatus*). Las especies invasoras además pueden transmitir enfermedades a anfibios y reptiles nativos, por ejemplo, algunos anuros como la rana de uñas africana puede ser vector del hongo quitridio, el cual fue introducido a nivel global a través del comercio de mascotas y es causante de una de las enfermedades responsable del declive de muchos anfibios.

Efectos locales de la urbanización

En conjunto, los cambios ambientales que produce la urbanización dan como resultado la desaparición de numerosas especies de anfibios y reptiles, principalmente de aquellas con requerimientos ecológicos más especializados. Aunque todos estos impactos parecieran tan alejados de nuestra realidad sólo debemos hacer memoria, incluso, te invitamos a dar un paseo y trata de reconocer algunos de estos eventos.

Desde nuestro hogar, en la ciudad de Xalapa, Veracruz, una pequeña y caótica zona urbana repleta de estudiantes, tras una breve caminata al atardecer, podemos percibir el ensordecer ruido de las bocinas de los vehículos, obligándonos a alzar la voz para continuar



—
Juvenil de tortuga pinta (*Trachemys elegans*) entre lirios acuáticos en un parque urbano. Fotografía de Edgar Ahmed Bello Sánchez.

nuestra conversación; perros cruzan nuestro camino marcando cada árbol a su paso, mientras curiosos gatos vigilan desde las alturas; al caer la noche, el alumbrado público ilumina cada rincón atrayendo miles de insectos que son devorados ávidamente por los geos.

Como puedes apreciar, basta un breve momento para evidenciar algunos de los efectos de la urbanización. Pero te preguntarás ¿cómo esto afecta a los anfibios y reptiles de nuestra ciudad capital? El ruido que se genera a través del tráfico vehicular se traslapa con la actividad vocal de ranas y sapos nativos, obligándolas a desplazarse en busca de sitios menos ruidosos o cambiando su horario de actividad; gatos en sus paseos nocturnos, pueden capturar lagartijas y pequeñas serpientes inofensivas; de manera similar, la luz de las luminarias cambia los horarios de actividad y desorienta a las ranas y sapos, y los vuelve más vulnerables; por último, el geco alimentándose de insectos sólo es una ventana de las diferentes especies invasoras que se encuentran en nuestra ciudad y que compiten directamente con nuestros anfibios y reptiles nativos. ■

MÁS INFORMACIÓN:

French, S. S., Webb, A. C., Hudson, S. B., & Virgin, E. E. (2018). Town and country reptiles: A Review of Reptilian Responses to Urbanization. *Integrative and Comparative Biology*, 58(5), 948-966. <https://doi.org/10.1093/icb/icy052>

Hamer, A. J., & McDonnell, M. J. (2008). Amphibian Ecology and Conservation in the Urbanising World: A review. *Biological Conservation*, 141(10), 2432-2449. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.020>

Scheffers, B. R., & Paszkowski, C. A. (2012). The Effects of Urbanization on North American Amphibian Species: Identifying New Directions for Urban Conservation. *Urban Ecosystems*, 15(1), 133-147. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0199-y>

—
*LABORATORIO DE BIOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO, INSTITUTO DE NEUROETOLOGÍA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; POSGRADO EN NEUROETOLOGÍA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; POSGRADO EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: ebello@uv.mx

MURCI SOS: AL RESCATE DE LOS MURCIÉLAGOS XALAPEÑOS

PEDRO ADRIÁN AGUILAR RODRÍGUEZ, MARTÍN ALARCÓN MONTANO Y BEATRIZ BOLÍVAR CIMÉ*

Muchos animales silvestres, como los murciélagos se han adaptado a la ciudad, y aunque pocas veces entran en contacto con nosotros, cuando lo hacen, el miedo y el desconocimiento les juegan en contra. Pero, con el apoyo de la ciudadanía, estos encuentros pueden resultar mejores para nuestros vecinos nocturnos.

Murciélagos citadinos conviviendo con personas

Algunas especies ayudan a combatir la propagación de insectos plaga, ayudando a prevenir enfermedades que afectan la salud pública.

Los murciélagos son los únicos mamíferos voladores, pues sus manos han evolucionado a manera de alas. Entre las casi 1500 especies que existen en el mundo encontramos las dietas más diversas: más de la mitad come insectos y otros artrópodos, una cuarta parte come frutas o el néctar de las flores, otros pocos consumen animales más pequeños que ellos y sólo tres especies se alimentan de sangre. El volar y tener una dieta variada les permite adaptarse al entorno urbano, usando los edificios y árboles como refugios, comiendo las frutas y flores que encuentran en los jardines y parques o consumiendo los insectos que se ven atraídos a las lámparas.

Pero esto no aplica a todos los murciélagos; por ejemplo, los murciélagos cola de ratón y los nariz de hoja suelen ser bastante citadinos, pero algunas otras especies son menos tolerantes a las condiciones de ruido, luz y a depredadores (como los gatos) que encuentran en la ciudad, como aquellas que cazan insectos en los bosques.

Algunas de estas especies pueden crear colonias con muchos individuos, lo que puede generar conflictos con las personas. Los ruidos, el mal olor y la presencia de heces de los murciélagos (el guano) en pisos y paredes, son causas frecuentes de conflicto humano-murciélago. Las personas también los agreden, pues creen que pueden contagiarles enfermedades como la rabia o COVID-19 (enfermedad que ellos no transmiten ni padecen).

Queremos recordarles a nuestros lectores que los murciélagos no atacan sin razón aparente. Los accidentes ocurren cuando una persona toca a un murciélago o cuando una mascota los atrapa. Además, el guano del murciélago no es tóxico por sí mismo, pero hay que



evitar el contacto con él. Los murciélagos son fauna silvestre y como tal están protegidos por la ley.

Murciélagos xalapeños en el cine y en la zapatería

Desde 2019, hemos apoyado –junto con un gran número de colaboradores y amigos– en el rescate y recolocación de los murciélagos que las personas reportan en Xalapa. Las frecuentes actividades de divulgación de la ciencia y el apoyo de redes sociales han abierto un medio para que la población xalapeña nos comunique sus encuentros con murciélagos.

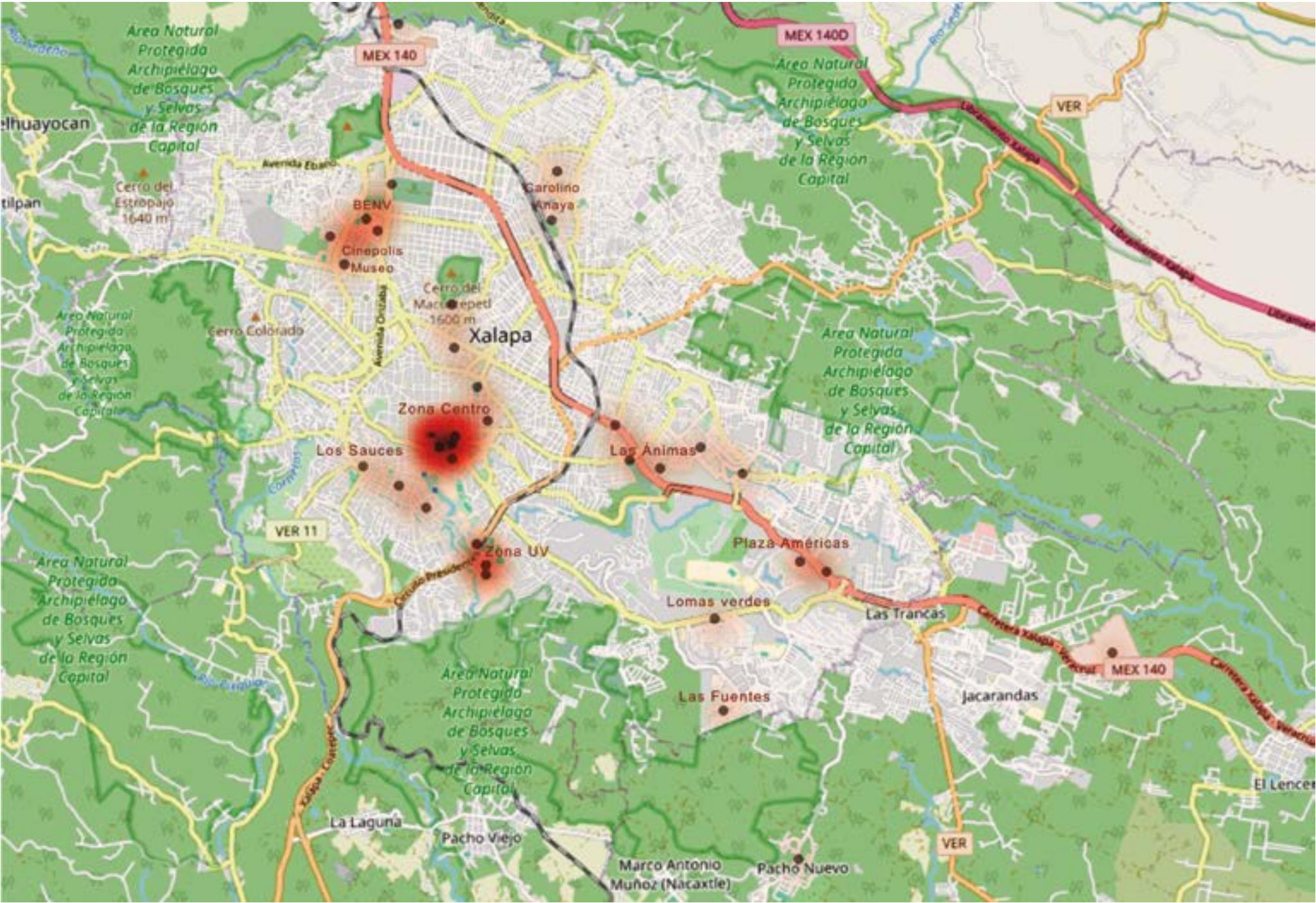
Hemos atendido más de 70 reportes ciudadanos de murciélagos, que incluyeron a más de 150 individuos de 16 especies. Entre ellos encontramos especies que se alimentan de insectos como al murciélago mastín negro (que constituye el 75% de los reportes), al murciélago cola suelta ancha y a los murciélagos frugívoros gigantes y de Jamaica.

Aparte de los ya mencionados, están los murciélagos orejas de ratón y especies que típicamente vuelan muy alto, como el murciélago con bonete y los murciélagos cola peluda, todos ellos comen insectos. Además, descubrimos que especies típicas de sitios naturales muy bien conservados también ocupan las áreas verdes, como el murciélago cara arrugada y el murciélago frutero menor.

Aunque casi todos los reportes involucran individuos que no pueden alzar vuelo desde el suelo, algunos vienen de lugares muy curiosos. Por ejemplo, detrás de un cartel de una cadena de cines existía una colonia de murciélagos que año tras año, al inicio de la época de lluvias nos reportaban individuos que se caían. En la sección de Damas de una zapatería, en una tienda departamental en el centro de la ciudad, una hembra de murciélago moreno norteamericano decidió que la caja de unas zapatillas era un buen lugar donde pasar el día. Afortunadamente, el encargado de piso de la tienda había

Algunos rescates: A) frugívoro gigante; B) cara arrugada; C) frutero menor; D) murciélago rojo, descansando en un jardín; E) murciélago canoso; F) murciélago mastín negro. Fotografías de Martín Alarcón.

Gracias a los murciélagos polinizadores disfrutamos de alimentos como mangos, plátanos y del agave azul, de donde se obtiene el tequila.



*INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES
CORREO: pedroaguilarr@gmail.com,
alarconmom18@gmail.com,
bbolivar@uv.mx

—
Sitios donde ciudadanos han reportado murciélagos en Xalapa. En rojo, las zonas con más avistamientos.

asistido a un evento de divulgación que organizamos y se puso en contacto con nosotros, por lo que pudimos reubicar a nuestra amiga.

¿Cómo puedo ayudar?

Desafortunadamente, no todos los reportes ciudadanos son sencillos de atender. Muchos también requieren llevar a los animales con un médico veterinario para atender sus heridas. Cuando estas son muy graves o cuando se encuentran en un estado muy agudo de deshidratación e inanición, se ha tenido que dormir a estos individuos con ayuda veterinaria. Afortunadamente, estos casos han sido

la minoría (menos del 15%), y por eso invitamos a que los reportes de la ciudadanía sean tan rápidos como sea posible.

Siempre recomendamos que no los toquen directamente. Ante un murciélago en el piso, sugerimos tomar una toalla o un trapo grueso y ponerla sobre el murciélago, luego colocarlo en una caja hasta que uno de nosotros pueda ir por él y liberarlo en un área verde cercana.

Los murciélagos cumplen diferentes roles en el medio ambiente y nos proveen de servicios únicos (controlar insectos plaga y vectores de enfermedades, polinizar y dispersar plantas) que se perderían si desaparecieran de nuestras ciudades. Nuestros

jardines y áreas verdes pueden enriquecerse con plantas que atraigan insectos nocturnos o que sirvan de alimento a los murciélagos, promoviendo su presencia. Estos animales forman parte de nuestra fauna local y con su ayuda, podemos seguir aprendiendo de ellos y ayudándolos cuando lo necesiten.

En el Instagram de @rescate_murcisxalapa1 pueden reportarnos murciélagos. ▀

MÁS INFORMACIÓN:
Horváth, A., Preciado Benítez, O., López Argoytia, L. (2012). *Murciélagos. Los aliados de la noche*. El Colegio de la Frontera Sur. 45 p.

Koch, F. (2020). *Cómics de ciencia. Murciélagos: Aprendiendo a volar*. Océano Historias Gráficas. 128 p.
Hernández Huerta, A. (2015). *Murciélagos. Sombras voladoras nocturnas*. Secretaría de Educación de Veracruz. 80 p.

TUBOS DE LAVA VERACRUZANOS, ESPACIOS RESERVORIOS PARA FAUNA NATIVA

ALBERTO HERNÁNDEZ LOZANO, DIANA GISSELL JUANZ AGUIRRE Y ARTURO GONZÁLEZ ZAMORA*

El suelo que pisamos puede ocultar un complejo ecosistema. En las profundidades, en subterráneo se resguardan seres que se adaptaron a la vida lejos de la superficie, en bóvedas talladas por antiguos flujos de lava volcánica.

Las cuevas volcánicas se formaron a través de ríos de lava al rojo vivo, en donde la cubierta exterior del flujo de magma se enfrió y solidificó al contacto con la temperatura ambiente. Mientras que en el interior, la lava fluyó bajo tierra, dejando la forma de un tubo de lava! Estos flujos se formaron desde hace millones de años hasta milenios recientes. En Veracruz, México, la región del volcán Cofre de Perote ha generado variedad de subterráneos de este tipo, algunos de formación reciente, como es el caso de los tubos presentes en los municipios de Naolinco, Las Vigas, Acajete, Jilotepec, Banderrilla, Xalapa y Actopan, emitidos hace aproximadamente 870 años.

Desde la localidad de Toxtlacoaya, en el sitio nombrado Volcancillo, se expulsó lava en dirección sureste a lo largo de 12 km y en dirección noroeste, otros flujos recorrieron más de 50 km, siendo reconocidos entre los más largos del país. Esta corriente de lava consumió paisajes desde una altitud que va de los 2400 hasta los 135 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), donde distintas especies veracruzanas superficiales se distribuyen actualmente. De este modo, muchos tubos de lava se han localizado en territorio veracruzano.

No obstante, la vegetación que colonizó estos espacios careció de la materia orgánica propia del suelo en vez de ello, se enraizó sobre la roca fundida, y en los interiores de la tierra, una red de fisuras favoreció la estancia de fauna adaptada completamente a la vida subterránea.

El ambiente crepuscular como refugio

Cada entrada a los tubos de lava presenta una interface entre la fauna de la superficie y la de pro-

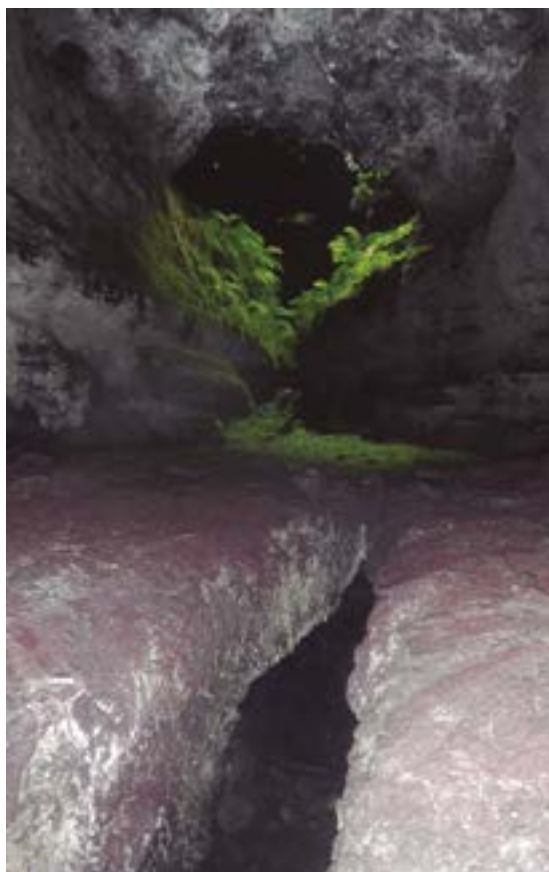
fundidad, en el gradiente altitudinal esta fauna se ha adaptado a las condiciones geográficas, y se logran diferenciar algunas especies utilizando las entradas de tubos en las zonas altas y en las zonas bajas. La cercanía con distintos tipos de vegetación en las entradas favorece la presencia de esta fauna. De este modo los “trogloxenos” (del griego *troglos*: hoyo y *xeno*: ajeno) son animales que ocasional o accidentalmente, ingresaron a los subterráneos, pero dependen totalmente de los recursos externos, por lo tanto, viven cerca de la entrada de las cuevas, también llamada zona crepuscular. Así, invertebrados y vertebrados como mamíferos, aves, reptiles y anfibios utilizan esporádicamente estos espacios.

A mayor altitud, cercano a las entradas de los tubos de la Escalera y el Volcancillo, el tecolote oyamelero norteño vocaliza y se mantiene al acecho, los colibríes de orejas blancas y de garganta azul se perchan en la penumbra. También hay rastros de un mamífero muy cauteloso: el cacomixtle norteño. Entre las fisuras de la entrada a las cuevas, reptiles como las lagartijas espinosas de grieta y esmeralda norteña, salen a tomar el sol durante la mañana.

Por el contrario, a menor altitud, en los tubos de lava de Tenampa y la Garganta, el tecolote bajeño y el búho café se hallan en las entradas, el colibrí berilo y el momoto corona azul, descansan en la penumbra, las lagartijas espinosas vientre rosado y los tilcampos se desplazan constantemente entre las grietas.

Diversidad de artrópodos como arácnidos e insectos, se encuentran en zonas crepusculares, en su mayoría relacionados al ecosistema superficial, sin embargo en las tierras bajas son más diversos.





Actualmente sabemos que para proteger ambientes subterráneos se debe incluir la vegetación superficial nativa y ampliar los perímetros de conservación de la biodiversidad a un radio de varios kilómetros a partir de la(s) entrada(s).

Amigos de las profundidades

Hacia el interior del subsuelo predomina una oscuridad total y una humedad muy elevada, tanto que el vapor de agua se condensa y forma gotas de rocío. La temperatura dentro de las cuevas refleja los valores más bajos del clima del exterior.

La vegetación se torna casi inexistente, ya que sólo en algunos sectores de los tubos de lava se llegan a notar raíces provenientes del exterior.

Eventualmente, producto de lluvias, residuos animales o vegetales son acarreados desde la superficie y constituyen nutrientes para la fauna que habita en el interior, pero el mayor aporte depende de un grupo de animales denominados “troglófilos” (del griego *troglos*: hoyo y *philos*: amigo), que se internan sólo por temporadas para resguardarse, reproducirse o hibernar lejos de la superficie.

En los tubos de lava de mayor altitud, este tipo de fauna incluye a las ratas cambalacheras que eventualmente se observan transitando; en profundo letargo, los murciélagos pipistrela del este

americano y el mula mexicano con sus notorias orejas encuentran en las alturas las condiciones favorables para el descanso.

A su vez, en los tubos de menor altitud, colonias de murciélagos vampiros y vampiros pata peluda, son más comunes aislados del exterior durante horarios diurnos. Anfibios y reptiles, parecen hallar en estos sitios condiciones de humedad favorables.

Otro tipo de fauna nace, crece, se reproduce y muere ¡totalmente en subterráneo!, por lo que están adaptados a las condiciones de vida bajo tierra, estos se denominan “troglóbios” (del griego *troglos*: hoyo y *bios*: vida) e incluyen a grillos de cuevas, el sorprendente alacrán de cueva veracruzano, así como opiliones y cochinillas subterráneas sin pigmentación. También existen microorganismos que dependen de los aportes estacionales del guano, algunos aún son desconocidos para la ciencia.

De esta manera, notamos que estos tubos de lava tienen en sus accesos fauna muy particular, y en los interiores, otra tanta biodiversidad sorprendente que requiere de estos espacios para su refugio o en algunos casos, es el único sitio que tienen para existir.

Las perturbaciones ambientales pueden alterar sus interacciones, amenazando a poblaciones enteras. Muchos artrópodos cavernícolas tienen tasas



de crecimiento y reproducción lentas. Por lo tanto, las condiciones estables de las cuevas son vitales para mantener las poblaciones durante períodos prolongados. Urgen desarrollar acciones para conservar estos tubos de lava y así, permitir la permanencia de la fauna nativa o incluso endémica que habita bajo tierra. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

- Gassós, G. y Espinasa-Pereña, R. (2006). Lava Tubes of the Naolinco Lava Flow, El Volcancillo, Veracruz, México. *AMCS Bulletin*, 19 (7), 171-176.
- Hernández-Lozano, A., González-Zamora, A., Bæna, M. L., Perroni-Ventura, Y., Juanz-Aguirre, D. G. y Huesca-Domínguez, I. (2024). Mountain Caves of the Central Region of Veracruz: A Vertebrate Biodiversity Reservoir in a Neotropical hotspot. *PLoS ONE*, 19 (8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306105>
- Mammola, S., Chiappetta, N., Giachino, P. M., Antić, D., Zapparoli, M., e Isaia, M. (2020). Exploring the Homogeneity of Terrestrial Subterranean Communities at a Local Spatial Scale. *Ecological Entomology*, 45(5), 1053-1062. <https://doi.org/10.1111/een.12883>

—

*POSGRADO EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA; UNIDAD DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE LA CORUJA, ALBERTO CALDERÓN; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA

CORREO: umalacoruja@gmail.com

—

Figura 1 (página 57). La bióloga Diana, transporta hacia el exterior el material de colecta proveniente del tubo de lava de Tenampa. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano (2021).

—

De izquierda a derecha:

Figura 2. Vista del exterior desde el interior del tubo de la escalera. Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre (2021)

Figura 3. Murciélago mula mexicano *Corynorhinus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) un troglófilo en tubo de la escalera. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano (2021)

Figura 4. Amblipigio troglófilo (*Amblypygi: Phrynidæ*) del tubo de lava en Tenampa. Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre (2021)

Figura 5. Colonia de murciélagos orejas de ratón *Myotis sp.* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el tubo del volcancillo. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano (2021)

Figura 6. Alacrán de cueva Veracruzano *Væjovis gracilis*. (Scorpiones: Væjovidae) en el tubo de la escalera. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano (2021)

LAS HORMIGAS ARRIERAS DE MÉXICO: INGENIERAS MINIATURA

MIGUEL A. GARCÍA MARTÍNEZ, MOISÉS PONCE MÉNDEZ Y CÉSAR PÉREZ PÉREZ*

Conocer los beneficios y perjuicios que proporcionan las hormigas arrieras no es habitual, aun cuando las observamos en casi cualquier medio. Las llamadas “ingenieras miniatura” modifican los ecosistemas proporcionando diversos beneficios al ser humano al enriquecer los suelos en zonas urbanas y agrícolas.

Las hormigas arrieras son un grupo de insectos que forman parte de la Familia Formicidae, se encuentran ampliamente distribuidas en el continente americano, por lo que podrán encontrarse con facilidad desde Argentina hasta el sur de Estados Unidos.

Las hormigas arrieras (género *Atta*) se caracterizan por ser cortadoras de hojas que suelen utilizar para cultivar un hongo llamado *Leucocoprinus gongylophorus* (Agaricales: *Agaricaceae*), alimento esencial para su supervivencia. A pesar de ser consideradas omnívoras son muy selectivas, prefiriendo hojas más nutritivas, fáciles de cortar y triturar. De modo que esta peculiar actividad selectiva les ha provocado la fama de ser consideradas plaga en cultivos agrícolas, parques, jardines y en las construcciones donde habita el humano, ocasionando pérdidas económicas incalculables.

La sociedad de las hormigas

En la actualidad, gran parte de las áreas naturales son reemplazadas por actividades de explotación agrícola o construcciones urbanas, lo que disminuye la presencia de depredadores naturales de las hormigas arrieras como pequeños mamíferos, algunas aves e insectos, ocasionando el crecimiento de sus poblaciones y aumentando el ataque a plantas valiosas. Esto puede notarse claramente en aquellos ecosistemas alterados, donde los insectos aprovechan la actividad humana para favorecer el crecimiento de sus colonias, incrementando así el daño que causan.

Es bien sabido que, tras muchos años de evolución, las hormigas arrieras han desarrollado características singulares, mismas que les han permitido tener éxito como sociedad, llegando a colonizar diversos hábitats alterados. Una de las característi-

cas que les ha mantenido con vida en estos espacios es la capacidad que tienen para formar una sociedad conformada por castas. Estas castas desempeñan un papel específico de actividades dentro de la colonia, se trata de un elemento que a simple vista puede notarse, en cuanto a su desarrollo y condición física.

Pueden distinguirse en hormigas cortadoras y cargadoras, cuyo papel es el de buscar y conseguir alimentos; las hormigas soldados, que patrullan los alrededores de la colonia y con frecuencia son mucho más grandes que las cargadoras; las jardineras, que desempeñan múltiples funciones desde la limpieza de las cámaras, preparación del material vegetal para el cultivo del hongo, alimentación de larvas, protección de huevos, larvas y pupas, así como el cuidado y protección de la reina. Hasta la casta reproductora (hormigas aladas o chicatanas), las cuales se encargarán de perpetuar la especie fundando nuevas colonias.

Hormigas comestibles

En México existen tres especies de hormigas arrieras (*Atta cephalotes*, *Atta mexicana* y *Atta texana*) cuyas chicatanas se recolectan con fines alimenticios. El consumo de estos insectos forma parte de los hábitos de alimentación tradicional desde tiempos prehispánicos.

La recolección de chicatanas se realiza durante el vuelo nupcial, el cual acontece con las primeras lluvias del mes de junio. Algunas personas acostumbran a colocar en la entrada del nido escobillas de ramitas secas, bolsas o costales para que cuando salgan queden atrapadas. Otras las colectan manualmente y van tomando una a una en cuanto salen del nido. Pero quienes no saben encontrar los nidos, las atrapan cuando están





volando, es toda una fiesta por el gran bullicio que se arma al querer atraparlas.

Es común que las personas colecten las chicatanas cuando sus alas quedan atrapadas por las gotas de agua justo después de la primera lluvia. En general, el consumo de chicatanas ha sido una actividad cultural que actualmente ha adquirido gran importancia por el valor comercial y nutritivo que aportan al ser humano, ya que contienen 67% de proteína por cada 100 gramos de chicatanas secas.

Ingenieras ecológicas

Las hormigas arrieras son de gran valor para el medio ambiente debido a las funciones vitales que realizan en las áreas urbanas, agrícolas y de selvas y bosques. Al construir sus nidos remueven capas inferiores del suelo, las cuales son ricas en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, así como calcio, manganeso y zinc. Estos minerales son vitales para muchas plantas.

La remoción de suelo por estas ingenieras también favorece su porosidad, una característica que sirve para retener agua y circular el aire. Además, facilitan el movimiento de microbios del suelo los

cuales participan en el reciclaje y descomposición de la materia orgánica. La actividad forrajera de estas hormigas ha sido resaltada por crear “basureros” de sus desechos que se convierten en “islas de nutrientes” para las plantas.

En la actualidad aún se está estudiando la importancia de las funciones que desarrollan las especies de hormigas arrieras (*A. cephalotes*, *A. mexicana* y *A. texana*) en las diferentes áreas de distribución en México y otros países. Esto es posible en gran medida gracias a la recopilación de los conocimientos sobre el uso y aprovechamiento de estas hormigas por grupos originarios y a la percepción actual de la población dedicada a la ganadería y agricultura.

También es de suma importancia reconocer y catalogar la percepción tanto de la población urbana y alrededores, así como de los tomadores de decisiones o con funciones públicas encargados manejar plagas en los municipios. Para lograr esto, es necesario continuar en la realización de estudios de campo y laboratorio.

Por lo tanto, identificar el costo-beneficio que implican las hormigas cortadoras de hojas para la sociedad es de gran valía para la conservación en



áreas naturales, su aprovechamiento y uso en ciertas regiones y, probablemente, su manejo sostenible en ambientes urbanos y agropecuarios. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Bæna, M. L., Avendaño-Yáñez, M. L., González-Zamora, A., Delfín-Alfonso, C. A., Perroni, Y. (2024). *Atta mexicana* Waste Dumps are Hot Spots of Soil Nutrients in an Urban Neotropical Cloud Forest Environment. *Ecological Entomology*, 49(1), 1-4.

Presa-Parra, E., Garcia-Martinez, M. A., Hernández-Rosas, F., & Núñez-Pastrana, R. (2024). Soil Fungal Pathogens From Different Land Uses/Covers and their Virulence to Leaf-cutter Ant, *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera: Formicidæ). *Southwestern Entomologist*, 49(1), 1-12.

Murguía-González, J., Presa-Parra, E., Serna-Lagunes, R., Andrés-Meza, P., Rosas-Mejía, M., & García-Martínez, M. A. (2022). Low Concentration of Azadirachtin Has the Same Toxic Effect as Imidacloprid + Ilambda-cyhalothrin in Workers of Two Species of Leaf-cutter Ants. *Southwestern Entomologist*, 47(2), 313-323.

Presa-Parra, E., Llerena-Hernández, C., Serna-Lagunes, R., Briones-Ruiz, G., Herrera-Solano, A., Núñez-Pas-



trana, R., & Garcia-Martinez, M. A. (2021). Effects of Concentrations of Azadirachtin Oil on Mortality and Post-exposure time of *Atta mexicana* Leaf-cutter Worker Ants. *Southwestern Entomologist*, 46(1), 83-94.



—
*FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS, REGIÓN ORIZABA-CÓRDOBA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: miguelgarcia05@uv.mx
—
PÁGINA 61: UNA CHICATANA DE ATTA MEXICANA DE © JOSÉ ALFREDO ZAMBRANO PANTOJA, RECUPERADA DE: <https://mexico.inaturalist.org/photos/38609146> <https://mexico.inaturalist.org/photos/38609146>
RESTO DE LAS FOTOS, PORPORCIONADAS POR LOS AUTORES

LA GÉNESIS DE LOS ANIMALES Y SU FORMA

RODRIGO CUERVO GONZÁLEZ, ROSA IDALIA HERNÁNDEZ HERRERA Y VICENCIO DE LA CRUZ FRANCISCO*

Cuando somos niños nos maravillamos con los animales y sus formas. Vamos al zoológico para ver la trompa y corpulencia del elefante, el cuello y altura de la jirafa o el pico del tucán. Si profundizamos en el estudio de los seres vivos, la perspectiva cambia un poco.

Podríamos decir que, para el ojo experto, los zoológicos son “aburridos”: casi todos los animales allí son vertebrados y como tales el diseño fundamental es el mismo: simetría bilateral, órganos de los sentidos en la región anterior, sistema nervioso en el dorso, dos pares de extremidades y cola. Los vertebrados terrestres somos –literalmente– poco más que peces con patas.

Hay otros diseños corporales más complejos y hasta divertidos, por ejemplo, el de los artrópodos, como moscas y milpiés, con su exoesqueleto y múltiples patas articuladas, alas y demás apéndices especializados en las más diversas funciones, como el aguijón del escorpión o el “casco” de los fantásticos membrácidos, que puede recrear la forma de insectos venenosos como hormigas y avispas. O el diseño de los moluscos, como pulpos y calamares, cuyos cuerpos blandos y elásticos pueden tener brazos con ventosas para sujetar y saborear ¡y qué decir de su extraordinaria inteligencia y capacidad de mimetismo!

Las formas fundamentales

Junto con los artrópodos y los moluscos hay en total 35 diseños fundamentales. A estas diferentes formas de organización corporal se les llama *Phylum* (o *Phyla*, en plural), palabra en latín que significa estirpe o raza. Algunos de estos son los platelmintos o planarias; el de los anélidos, como la lombriz de tierra; o el de los equinodermos, como las estrellas de mar. Otro muy conocido es el de los cnidarios, que agrupa a las anemonas, medusas y corales. Sin embargo, la gran mayoría de los *Phyla* son poco conocidos, sobre todo por su hábitat marino y tamaño pequeño. Es necesario al menos una lupa para verlos mejor, aunque ahora hay celulares con cámara-microscopio con una capacidad de aumento mayor al de una lupa. No hubo futuro biólogo que no hubiera traído su lupa de niño y quemado hormigas con ella. Quizás no

los habrá sin una cámara-microscopio, para alivio de las hormigas.

Urmetazoa, el primer animal

Todos los *Phyla*, con sus muy particulares formas y diseños corporales, tuvieron un ancestro común muy simple llamado Urmetazoa que vivió en el periodo Criogénico, alrededor de 720 millones de años atrás.

Urmetazoa fue un pequeño animal con forma esférica constituido por células ciliadas, es decir, que tenían un bastoncito llamado cilio que agitaban para moverse. Posiblemente se pasaba una parte del tiempo nadando en el mar con su forma esférica y, en otro momento, adquiría una forma plana y vivía en el fondo adherido a superficies. Urmetazoa nos recuerda la etapa inicial del desarrollo embrionario llamada Blástula, por la que todos los *Phyla* pasan.

La gastrulación es el proceso del desarrollo embrionario y evolutivo más trascendental. Animales ancestrales y sus descendientes actuales: cuatro *Phyla* basales diblásticos (dos capas germinales) y 31 *Phyla* Bilaterales triblásticos (tres capas germinales).

Gastræa, el animal ancestral

El naturalista Ernst Hæckel acuñó el término gástrula para referirse a una etapa del desarrollo donde los embriones tienen una figura característica cuando están formando el sistema gástrico: una esfera con una depresión en la superficie que origina un tubo hacia el interior; imaginemos un globo con agua al que le presionamos con un dedo uno de sus lados. Por ello, Hæckel le llamó Gastræa al animal ancestral con dicha forma.

La pequeña Gastræa tenía una ventaja fundamental: un orificio a manera de boca que le permitía ingresar el alimento y digerirlo. Debido a sus dos capas celulares, interna y externa, pudo diver-

sificarse en los mares del periodo Ediacarano, hace más de 635 millones de años; sus descendientes habrían dado origen a los *Phyla* actuales.

Se dice que los cnidarios, los ctenóforos y los placozoarios son “gástrulas adultas”. Esto significa que, durante su desarrollo embrionario, poco después de formar su sistema gástrico, su forma y simetría ya no se complejiza más. Únicamente aumentan su tamaño y desarrollan algunos caracteres específicos de su propio *Phylum*.

Por ejemplo, los cnidarios tienen forma de pólipo, una especie de gástrula alargada con tentáculos alrededor de la boca. En este sentido, los ctenóforos serían gástrulas con una serie de cilios agrupados en hileras longitudinales para nadar y los placozoarios gástrulas aplanadas reptantes.

¿Qué hay de los *Phyla* restantes? Todos ellos están reunidos en un solo grupo llamado Bilateria, que incluye a la gran mayoría de los animales que conocemos, muchos de los cuales están en los zoológicos. Su cuerpo tiene dos lados simétricos, uno izquierdo y otro derecho, también un eje corporal anterior-posterior y otro dorsal-ventral.

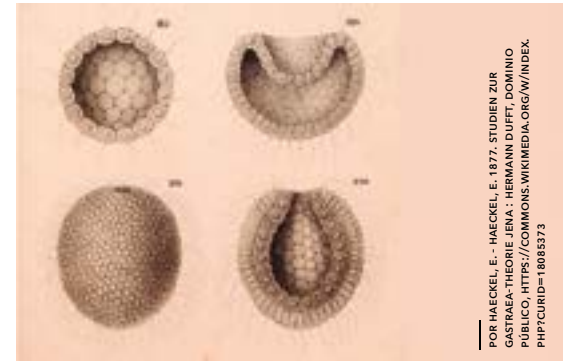
Digamos que la tercera de las formas fundamentales es Bilateral, razón por la cual al ancestro común de todos ellos se le nombró Urbilateria. Podemos decir que Urmetazoa dio origen a Gastræa y Gastræa a Urbilateria.

El Big Bang de los animales

Resumiendo, Urmetazoa estaba constituida por una capa celular externa llamada ectodermo, mientras que Gastræa tenía una capa adicional interna o endodermo. En la actualidad, los animales clasificados en el grupo Bilateria tienen un cuerpo mucho más complejo al presentar una tercera capa llamada mesodermo y, como su nombre lo indica, es la capa celular que se encuentra en medio del endodermo y ectodermo. Así, surge la pregunta ¿Urbilateria tenía mesodermo?

Sabemos que la respuesta sería más certera si se interroga a los cnidarios, considerado el grupo hermano de Bilateria. Esta relación de hermandad significa que ambos comparten un ancestro común. Este ancestro común pudo ser Urbilateria.

Recientemente el profesor Ulrich Technau y su equipo de científicos encontraron la respuesta al descubrir que el tubo digestivo de la anemona *Nematostella vectensis* está dividido en dos regiones funcionales distintas. Comparando la expresión de genes específicos hallaron que la faringe tiene



células con funciones de endodermo. Pero la región más interna tiene células con funciones propias del mesodermo. Por lo tanto, ahora sabemos que los cnidarios tienen endodermo y mesodermo en un mismo y continuo tubo digestivo; anatómicamente hablando son animales bilaterales de dos capas germinales, pero celular y molecularmente hablando, de tres capas germinales. Diremos entonces que Urbilateria sí tenía mesodermo, pero aún no estaba separado del endodermo.

La segregación del mesodermo como una capa germinal separada, condujo a una extraordinaria complejización en poco tiempo. Esto ocurrió en el periodo Cámbrico, 540 millones de años atrás, cuando aparecieron los ancestros directos de los *Phyla* bilaterales actuales y de muchos otros ya extintos. A esta diversificación de las formas se le conoce como “explosión del Cámbrico”.

Un buen zoológico debería tener animales de los 35 *Phyla* y no tantos vertebrados, en particular mamíferos y aves. Conocer desde la infancia esos otros animalitos nos daría una mejor perspectiva del tiempo y la evolución, del océano y del extraordinario planeta que habitamos. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Main, D. (marzo de 2019). Inside the World of Treehoppers, Mini-marvels of the Rainforest. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/treehoppers-could-be-worlds-weirdest-insects>

Wikipedia. Ernst Hæckel. https://es.wikipedia.org/wiki/Ernst_Hæckel

Steinmetz, P. R. H., Aman A, Kraus, J. E. M., Technau, U. (2027). Gut-like Ectodermal Tissue in a Sea Anemone Challenges Germ Layer Homology. *Nat Ecol Evol*. 1(10):1535-1542. doi: 10.1038/s41559-017-0285-5.

*FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS, REGIÓN POZARICA-TUXPAN, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: rodcuervo@uv.mx, idhernandez@uv.mx, viccruz@uv.mx

BRILLAN CON LUZ PROPIA... ORGANISMOS BIOLUMINISCENTES

AMÉRICA ALEJANDRA MIRANDA CUIEL, JULIO CÉSAR CASTAÑEDA ORTEGA Y ELIEZER COCOLETZI VÁSQUEZ*

Desde las profundidades del océano donde criaturas abisales utilizan destellos luminosos para comunicarse y cazar, hasta los bosques donde luciérnagas y hongos brillan en la oscuridad, la bioluminiscencia está presente en una diversidad de formas y funciones en los organismos vivos.

Este fenómeno es el resultado de complejas reacciones químicas dentro de las células, que ha inspirado innovaciones en campos tan variados como la medicina, la tecnología y la biología ambiental. En este artículo, exploraremos los mecanismos detrás de la bioluminiscencia, sus aplicaciones prácticas y el papel crucial que desempeña en los ecosistemas de nuestro planeta.

¿Qué es la bioluminiscencia?

La bioluminiscencia es la habilidad que tienen algunos seres vivos para crear su propia luz. Este fenómeno natural parece sacado de un cuento de hadas y es científicamente fascinante. Muchos animales marinos, alrededor del 76%, presentan bioluminiscencia, así como algunas especies terrestres. Por ejemplo, las luciérnagas (*Lampyridae*) usan esta luz para atraer parejas y comunicarse, mientras que algunos hongos, como el *Panellus stipticus*, la usan para atraer dispersores de esporas.

En el océano, peces como el rape (*Lophius piscatorius*) usan la bioluminiscencia para cazar en la oscuridad, atrayendo a sus presas con una luz brillante. Otro ejemplo es el pez linterna (*Symbolophorus barnardi*), que usa su luz para comunicarse con sus congéneres, ya sea para atraer una pareja o formar un cardumen en caso de peligro.

¿Cómo se produce?

Para producir bioluminiscencia, estos organismos llevan a cabo una reacción química que libera energía en forma de luz. Esta reacción involucra enzimas y proteínas específicas, principalmente luciferina y luciferasa.

Existen tres tipos principales de bioluminiscencia: intracelular, como el fitoplancton y otros microorganismos unicelulares que forman parte de la marea roja bioluminiscente; extracelular, como

en las luciérnagas y calamares; y por simbiosis con bacterias, como las medusas.

Aunque los componentes pueden variar entre especies, el proceso siempre incluye oxígeno, adenosín trifosfato o ATP, un compuesto químico que le da energía a las células, y otros elementos, que juntos desencadenan la emisión de luz.

¿Para qué sirve?

La bioluminiscencia tiene múltiples usos. Camuflaje: algunos organismos la utilizan para ocultarse mediante la contra iluminación, haciéndose menos visibles desde abajo. Apareamiento: ciertos peces y calamares la usan como señales atractivas. Además, un brillo azul verdoso puede proteger contra los daños de los rayos UV.

La bioluminiscencia ha evolucionado en numerosas especies a lo largo del tiempo, especialmente en los peces actinopterygios como el salmón, el atún o la trucha, que representan la mitad de las especies vertebradas vivas hoy en día.

Más allá de su belleza, la bioluminiscencia es una herramienta valiosa para la ciencia. En 2008, el Premio Nobel de Química fue otorgado a Martin Chalfie, Osamu Shimomura y Roger Tsien por el desarrollo de la proteína verde fluorescente (GFP) que emite luz verde-azul mediante una proteína bioluminiscente llamada *aequorina*, aislada de la medusa (*Aequorea victoria*).

La proteína GFP está formada por 238 aminoácidos, unidades básicas que forman proteínas. En su zona central, los aminoácidos serina, tirosina y glicina conforman un cromatóforo, una estructura que absorbe la luz ultravioleta y azul, activándolo y liberando la energía almacenada en forma de luz verde.

Este avance ha permitido a los científicos marcar neuronas con fluorescencia. Al iluminar la actividad

Algunos dinoflagelados como *Pyrocystis fusiformis* (esta imagen) son capaces de producir bioluminiscencia (debajo) mediante la oxidación de la luciferina por acción de la enzima luciferasa en presencia de oxígeno y ATP.



Durante el día, las algas capturan la luz solar y la convierten en energía química a través de la fotosíntesis, produciendo y almacenando compuestos como el ATP (arriba). Por la noche, las algas utilizan parte de esta energía almacenada en la emisión de fluorescencia (abajo), que puede servir para regular sus procesos internos o para comunicarse con otros organismos.



neuronal se puede comprender mejor el funcionamiento del cerebro y generar nuevos fármacos para el tratamiento de diversos trastornos neurológicos, así como la detección de cáncer cerebral, entre otros, revolucionando el estudio del cerebro. De este modo, la bioluminiscencia no sólo ilumina el océano y los bosques, sino también los caminos de la investigación científica. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

Duarte, C. M., Agustí, S., & Peters, F. (2001). Effects of Temperature on the Performance of Marine

Phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 222, 39-48.

Haddock, S. H. D., & Case, J. F. (2010). Bioluminescence in the sea. *Annual Review of Marine Science*, 2, 443-493.

Nobel Prize. (2008). The Nobel Prize in Chemistry 2008. NobelPrize.org. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2008/summary/> (<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2008/summary/>).

*FACULTAD DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA

IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LAS AUTORAS

CONSUMO RESPONSABLE Y SU IMPACTO EN LA SUSTENTABILIDAD

ANGÉLICA PATRICIA FIGUEROA*

Se tiene pronosticado que en los siguientes años haya un mayor crecimiento poblacional en el mundo. Sin embargo, los recursos con los que cuenta el planeta son escasos. Lo que tú y cada uno de nosotros consume, tiende a modificar y a dejar huella. No sólo en la región donde vives, sino que escala a otras regiones del mundo.

Desde hace algunas décadas, el consumo masivo y la demanda de la sociedad por productos y servicios ha ido en aumento en relación con los años anteriores. Lo que trae consecuencias negativas sobre el medio ambiente. Al realizar un consumo y uso indiscriminado de bienes y servicios, no solamente se generan residuos sólidos que impactan a la naturaleza, sino que también afectan la calidad de vida de las personas.

El consumo intensivo de productos origina residuos o desechos que pueden o no reutilizarse. Sin embargo, los residuos que no son tratados ni se les da una segunda vida generan contaminantes que tienden a causar problemas para la sociedad y el medioambiente. La Organización de las Naciones Unidas (ONU), refiere que los países con mayores ingresos tienen una huella ambiental 10 veces mayor que aquellos países con ingresos bajos.

Países como China, Estados Unidos y naciones europeas, encabezan el listado con el mayor índice de consumo que genera residuos, haciendo necesaria una correcta disposición y gestión para minimizar o reducir el impacto ambiental y evitar contaminar. La gestión integral de residuos, junto a una disposición adecuada, reduce las afectaciones socio-ambientales.

Desde hace unas décadas, la sociedad civil, gobiernos e instituciones no gubernamentales se han unido en pro del cuidado del medio ambiente. Esto, ante la preocupación por los daños que causa la contaminación en la salud de la humanidad, lo que representa un reto para la sociedad en todo el mundo. Gestionar adecuadamente el ciclo de vida de los productos, se hace necesario para disminuir la contaminación, los residuos, el impacto al medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las personas.

Agenda 2030-“Producción y consumo responsables”

La agenda 2030 o también conocida como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) creada por la ONU, plantea 17 objetivos con metas específicas. Esta agenda tiene como finalidad lograr la sustentabilidad a través de la integración de tres ejes (ambiental, social y económico). Pretende generar equidad, fortalecimiento y cooperación entre los diversos países en pro de la humanidad.

El objetivo número 12 de la Agenda 2030 es “Producción y consumo responsables”. A través de este se quiere concientizar a la sociedad del impacto que tiene lo que se compra. El consumir produce residuos. Las empresas deben establecer un modelo de economía circular, a través del cual se incorpore una cooperación entre los que conforman la cadena de valor y los consumidores.

El consumo responsable implica analizar el impacto que genera lo que se consume sobre el medio ambiente, tener conocimiento sobre las repercusiones que los productos o servicios causan al final de su vida útil y reconocer que es necesario adquirir hábitos y acciones que reduzcan la contaminación o su impacto en la naturaleza.

La sustentabilidad exige considerar dos caminos por los que se puede transitar. Uno es siguiendo un modelo de economía lineal en el que se compra, se usa y se tira. Y el otro es a través de una economía circular, mediante la cual se le puede dar una segunda o tercera vida a ese producto usado. Esto depende de la participación en conjunto entre las instituciones gubernamentales y la sociedad civil para separar los residuos, así como tener el compromiso y la responsabilidad para proporcionar una correcta gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Transitar hacia la sustentabilidad a través del consumo responsable requiere reducir, reutilizar y reciclar. No solamente el planeta lo va agradecer, sino también las futuras generaciones.

Se deben empezar a realizar cambios y acciones que generen resultados positivos. Estas acciones inician desde:

- El uso de bolsas de tela y dejar de usar plásticos de un solo uso
- Caminar, usar bicicleta o el transporte público y reducir el uso del automóvil
- Consumir frutas, verduras y reducir el consumo de carne
- Realizar huertos en casa
- Usar de manera responsable el agua y contar con captadores pluviales

Huella ecológica en el mundo

Imagina la cantidad de personas que están haciendo uso de bolsas de plástico en el mundo. Si lo analizas mejor, ¡no es solamente un envase, un celular o un pantalón! Cada compra, cada desecho que se genera sea orgánico o inorgánico, de alguna manera impacta en el planeta. Las decisiones de compra afectan al medio ambiente. Y ese nivel de alteración de la naturaleza por parte de la humanidad, es lo que se conoce como huella ecológica.

¿Alguna vez te has preguntado cómo el consumo de productos y servicios impacta al planeta? El Fondo Mundial para la Naturaleza o World Wildlife Fund (WWF, por sus siglas en inglés), afirma que estamos llegando a un límite insostenible. Las dos actividades humanas que generan mayor impacto en la huella ecológica son la vivienda y la alimentación. Es decir, la demanda de la población sobre el territorio para satisfacer necesidades básicas.

El reto que tiene la humanidad es generar un consumo responsable, con miras a reducir el impacto de las actividades a largo plazo.

Recomendaciones para un consumo responsable

La sustentabilidad requiere de un esfuerzo coordinado y la participación de todos. Transitar desde un modelo lineal a una economía circular debería de iniciar con un consumo responsable. Las empresas deben proponer un consumo basado en generar alternativas biodegradables que ayuden al planeta y a la sociedad, de tal forma que se pueda lograr un desarrollo sostenible.



El cambio en los hábitos de las compras de los consumidores es fundamental para minimizar los problemas socio-ambientales.

Adoptar un estilo de vida que contribuya al cuidado del planeta y que sea sustentable, son acciones que la sociedad en general puede adoptar. A través de pequeños cambios, se puede hacer una gran diferencia.

Es importante recordar que tanto la voluntad social y política tienen que ver en el logro de la sustentabilidad. El futuro de la humanidad depende de las acciones que se emprendan hoy. Los cambios en el consumo pueden generar grandes resultados. Las siguientes generaciones requieren de acciones concretas, específicas y objetivas. Solamente así se logrará tener un planeta sustentable. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Publicación de las Naciones Unidas. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- World Wildlife Fund. (2024). *¿Qué es la huella ecológica? WWF*. https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo_ipv/huella_ecologica/

*EL COLEGIO DE VERACRUZ

CORREO: angelica.figueroa@colver.info

LO QUE TODOS QUEREMOS: CALIDAD

FRIXIA GALÁN MÉNDEZ*

Aunque solemos asociar la palabra calidad con la satisfacción del consumidor, su definición y alcance son más complejos. A menudo, damos por hecho que algo de "calidad" es lo mejor, pero este concepto involucra el control de numerosas variables y parámetros.

La ciencia y la tecnología desempeñan un papel clave en la búsqueda de la calidad. La optimización de materiales, procesos y diseños permite cumplir con las expectativas del consumidor. Innovaciones como biomateriales, nanorecubrimientos antimicrobianos y la digitalización de la gestión de calidad han transformado la forma en que las empresas garantizan productos consistentes y confiables. Así, la calidad no es sólo una percepción subjetiva, sino el resultado de conocimiento técnico y científico que posibilita su estandarización, mejora y control.

Expectativas y realidad: ¿Por qué la calidad importa?

Imagina que compras tu bebida favorita. Te encanta su sabor y presentación, pero en una ocasión el sabor es distinto, el envase luce frágil y no cumple con tus expectativas. Esa sensación de decepción ocurre cuando la calidad no es constante.

Cuando esto sucede, los clientes pueden dejar de comprar el producto y compartir su experiencia negativa, lo que afecta la reputación de la marca. Esto conlleva costos ocultos para las empresas, como la pérdida de clientes y la disminución en la rentabilidad.

La diversidad en los productos del mercado

Al recorrer los pasillos de un supermercado, es evidente la gran variedad de productos disponibles dentro de una misma categoría. Un ejemplo claro es la leche, que se presenta en múltiples versiones: entera, semidescremada, deslactosada, *light*, con calcio, con proteína, orgánica y muchas más. Además, existen opciones saborizadas, como chocolate, vainilla, fresa, almendra y coco. Esta diversificación no es casualidad, sino una respuesta a las diferentes necesidades y preferencias de los consumidores influenciadas por factores como

hábitos alimenticios, restricciones dietéticas y estilos de vida.

Los avances en la tecnología alimentaria han permitido el desarrollo de productos cada vez más especializados, diseñados para atender necesidades nutricionales específicas. Hoy en día, es posible encontrar alimentos adaptados a distintas condiciones de salud y elecciones personales, como productos sin lactosa, sin gluten, veganos, orgánicos o fortificados con vitaminas y minerales. Esta variedad amplía las opciones disponibles para los consumidores y fomenta una alimentación más accesible e inclusiva, en la que cada persona puede encontrar productos acordes a sus requerimientos y valores.

La calidad en los servicios

En el ámbito de los servicios, la calidad se asocia con inmediatez, costos bajos, practicidad, comodidad, usabilidad y muchos otros aspectos importantes para el cliente. Imaginemos que necesitamos hospedarnos en un hotel: lo que consideramos calidad sería una habitación cómoda, limpia y amplia, con servicios disponibles en todo momento, incluyendo acceso a Wi-Fi, a un costo razonable y con un proceso de reservación práctico, inmediato y sin contratiempos.

¿Cómo asegurar la calidad en los servicios y productos?

Las organizaciones garantizan la calidad mediante sistemas de gestión que incluyen estandarización de procesos, capacitación del personal y tecnología avanzada. Estos sistemas permiten monitorear y controlar cada etapa del servicio, garantizando que se cumplan los estándares establecidos y que cualquier inconveniente sea detectado y solucionado de manera proactiva.

La retroalimentación del cliente también es crucial. Las empresas que fomentan una cultura de mejora continua utilizan las opiniones y sugerencias

de los usuarios para ajustar y perfeccionar sus servicios. Plataformas digitales se han convertido en herramientas esenciales para captar la percepción del cliente en tiempo real y realizar los ajustes necesarios para mantener altos niveles de satisfacción.

Innovación y eficiencia en la mejora continua

La innovación es clave en la calidad. Las empresas que invierten en nuevas tecnologías y procesos pueden ofrecer servicios más eficientes y personalizados, mejorando la experiencia del cliente sin incurrir en altos costos. Por ejemplo, la inteligencia artificial para gestionar reservas y solicitudes de servicio puede reducir los tiempos de respuesta y aumentar la precisión, mientras que la automatización de tareas rutinarias libera recursos que pueden destinarse a mejorar otros aspectos del servicio.

Colaboración y sostenibilidad

La colaboración con proveedores y socios estratégicos es crucial para mantener la calidad sin comprometer la rentabilidad. Al establecer relaciones sólidas y acuerdos de cooperación, las empresas pueden acceder a recursos y conocimientos adicionales, optimizando su cadena de suministro y reduciendo costos operativos. Así, es posible ofrecer un servicio de calidad que cumpla con las expectativas del cliente y, al mismo tiempo, garantizar la sostenibilidad y el éxito financiero del negocio.

En resumen, el compromiso con la calidad es un proceso continuo de mejora que involucra a todos los niveles de la organización. Esto se logra mediante herramientas administrativas y de ingeniería de calidad que permiten documentar y monitorear los procesos, mejorándolos constantemente y asegurando una propuesta de valor sólida y sostenible para el consumidor.

Conclusión

La próxima vez que pienses "esto sí tiene calidad", recuerda que detrás de esa experiencia hay una serie de esfuerzos planificados y evaluados que permiten disfrutar de un producto o servicio que cumple con tus expectativas y necesidades. La calidad no es un accidente, sino el resultado de decisiones estratégicas, inversiones en tecnología, formación continua del personal y una constante



adaptación a las demandas del mercado. Es un compromiso constante de las organizaciones con la excelencia, la mejora continua y la satisfacción del cliente. Por lo tanto, cada vez que experimentes calidad, estás siendo testigo del resultado de un trabajo arduo, diseñado para ofrecerte lo mejor. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

- Goldratt, E. M. (2010). *La meta*. Ediciones Granica SA.
- Rother, M. (2017). *Toyota Kata: El método que ayudó a miles de empresas a optimizar la gestión de sus negocios*. Profit Editorial.
- Sun Tzu. (2016). *El arte de la guerra*. Aegitas.

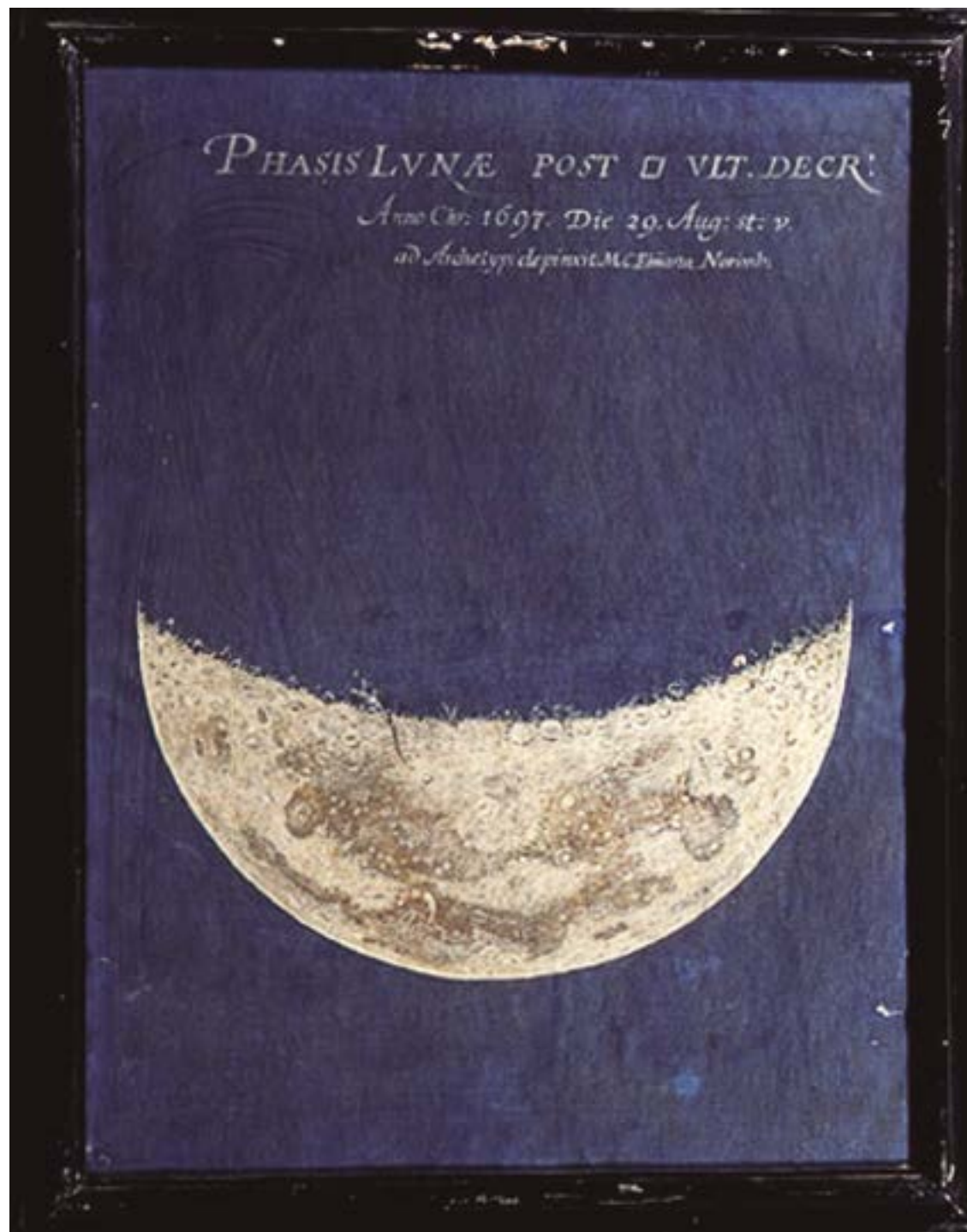
*FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CORREO: fgalan@uv.mx

MARÍA CLARA EIMMART: LA DAMA DE LA LUNA

MARÍA ANGÉLICA SALMERÓN

La astronomía moderna no se puede concebir sin el trabajo realizado por todas aquellas mujeres que con su dedicación y amor a la ciencia nos han dejado su legado.

JOSEFA MASEGOSA



Entre los siglos XVI y XVIII el mundo se transformó. La filosofía, la ciencia, el arte, la política, la historia, la sociedad, la educación y, en general la vida cotidiana sufrió la arremetida de nuevos descubrimientos y novedosas invenciones que alterarían profundamente las concepciones de la realidad en que se habitaba. Nació con ello la “modernidad” y se habilitaban nuevas estrategias para conocer este mundo nuevo e inaugurar así, las diferentes rutas que hicieran posible transitar en él.

bajo el lema “El universo para que lo descubras”. La conmemoración del uso del telescopio para indagar en el cielo tiene como eje central la contribución de la astronomía a la sociedad y a la cultura general, y un objetivo prioritario: promover el interés de la sociedad por la ciencia [...] Dichas acciones pretenden mostrar que la astronomía es una actividad que unifica al mundo; que los astrónomos forman una gran familia internacional y multicul-

DISTINTAS Y DISTANTES: MUJERES EN LA CIENCIA

No fue una tarea sencilla. La modernización no sólo reconfiguró el universo y el modo de pensarlo, sino que nació también un modo inédito de situarnos en él y, como bien sabemos todos, fue la ciencia la protagonista principal de los nuevos acontecimientos.

En este novedoso ámbito de la ciencia no podemos olvidar el guion escrito por la astronomía, pues fue justo a partir de ella que la realidad se expandió de tal modo que el mundo ya no volvería a ser el mismo. Desde ese ya lejano entonces, nuestro mundo cotidiano no se entiende sin su vínculo con el inmenso universo, cuya insignia sigue reescribiéndose de una forma constante y sostenida.

El saber astronómico de los cielos descubrió la inmensa extensión del universo tras alzar los ojos y observar sus distintos fenómenos, pero vale señalar que tal acercamiento no fue un privilegio de los modernos, pues desde la más lejana antigüedad, los cielos fueron explorados de distintas maneras y con diferentes objetivos. Lo que, en cambio, sí fue un privilegio de la modernidad es el hecho de haberse acercado a ellos con instrumentos técnicos expresamente inventados para el caso. Así, por ejemplo, el invento del telescopio fue un aporte indiscutible para firmar el acta fundacional de la astronomía como ciencia.

No resulta una cuestión baladí recordar ahora que el año 2009 fue proclamado el Año Internacional de la Astronomía, acontecimiento del que Encarnación Castro señala:

El IYA2009 marca los 400 años de la primera observación astronómica a través de un telescopio realizada por Galileo Galilei. La resolución fue presentada por Italia, patria de Galileo,

tural que colabora para dar respuesta a las preguntas fundamentales que se ha planteado la humanidad.

Valga pues, esta larga cita para señalar que los diferentes senderos de la astronomía, desde la remota antigüedad hasta nuestros días, han sido fieles tanto al lema como a las acciones; aunque ciertamente desde la modernidad el modo y la forma de hacerlo constituyó una verdadera revolución científica en la que muchas mujeres se involucraron, entre las cuales encontramos a María Clara Eimmart, cuya obra titulada *Micrographia stellarum fases lunae ultra 300¹*, afortunadamente conservada, nos permite mostrar el modo en que su actividad científica aporta al saber de la astronomía moderna.

Ciertamente, desde distintos ángulos, numerosas historiadoras, científicas y estudiosas han detallado la relevancia y permanencia de las mujeres en la ciencia, lo que ha hecho posible su recuperación e inclusión en la historia, pues como ha dicho Eulalia Pérez Sedeño, “las mujeres siguieron en la ciencia como amateurs y divulgadoras, pero también como auténticas y genuinas investigadoras e innovadoras y, de manera muy especial, en la disciplina de la astronomía”.

En tal sentido afirma Josefa Mesagosa: “Durante los siglos XVII y XVIII, la consideración de la astronomía como una actividad artesanal llevó a la implicación de las mujeres en esta actividad familiar”, lo que no desvalora en modo alguno el sentido científico de la disciplina, pues como bien lo reseña Encarnación Castro, tanto el espectro artesanal y familiar obedece a las transformaciones de ejercer dicha actividad. Es decir, 1) “cambió la forma

vigente de relacionarse con la ciencia”, 2) “la enseñanza de materias científicas” se hicieron de forma privada, 3) aparecieron las sociedades no oficiales, 4) los hombres “se volvieron científicos aficionados y abrieron nuevas perspectivas para hacer descubrimientos. Sus esposas y hermanas se transformaron en damas de ciencia”. Por ende, afirma la citada autora, todo ello propició que innumerables mujeres, en su mayoría provenientes de familias “contempladoras de estrellas”, se dedicaran a la astronomía en los siglos de la Revolución Científica. Tal apreciación queda redondeada con el siguiente comentario de Pérez Sedeño:

Las mujeres que participaban en los talleres familiares lo hacían como hijas, aprendizas, como esposas que ayudaban a sus maridos (en muchas ocasiones sin percibir remuneración alguna), como viudas que quedaban al cargo del negocio familiar y a veces hasta como artesanas independientes. Y aunque no había un gremio de “artesanos astrónomos”, las tradiciones artesanales eran muy importantes en el desarrollo de esta ciencia.

Pues bien, a esta constelación de damas de ciencia pertenece María Clara Eimmart, una olvidada astrónoma alemana que vivió en la misma época en que Galileo innovaba las observaciones astronómicas con su telescopio y que, siguiendo sus pasos, ilustraría las cosas que vería a través de su aparato.

Desconocida hasta hace poco, la obra científica de María Clara consistió fundamentalmente en investigar, observar, ilustrar y grabar los cuerpos celestes. Debe decirse que en tal obra destacan sus dibujos sobre las fases de la Luna. La belleza y precisión de su invaluable legado la colocan de suyo como una de las primeras astrónomas modernas. Pero su actividad científica fue más allá de la astronomía, en donde gracias a sus dotes especiales representó no sólo manchas solares, satélites, eclipses, planetas o las montañas de la Luna. Además, como apunta Marisa Avigliano, “María era también una grabadora, una ilustradora botánica, una retratista (especialmente retratos de mujeres)”, obras todas ellas que al parecer no lograron sobrevivir.

Partamos pues de estos contextos y tratemos de bosquejar el perfil científico de esta astrónoma alemana del siglo xvii.

María Clara Eimmart nació el 27 de mayo de 1676 en Núremberg y fue hija de Georg Christoph Eimmart, llamado “El Joven” (1638-1705), un astrónomo aficionado que había construido un observatorio privado bien equipado con instrumentos astronómicos en las murallas de la ciudad, cuyos intereses científicos y artísticos alcanzaron la botánica, la pintura y el grabado, de los cuales dejó constancia. De su madre o de sus hermanos, en caso de haberlos tenido, nada sabemos². En cambio, se registra el nombre de su abuelo paterno: Georg Christoph Eimmart, “El Viejo”, del que varios reportes afirman que era “grabador y pintor de retratos, bodegones, paisajes y temas históricos”.

En fin, parece evidente que María Clara creció en un ambiente impregnado de arte y ciencia y en el que el padre fue el *mæstro* de su hija. En efecto, en una época en que las mujeres no tenían ninguna instrucción formal, la educación recibida por el padre había compensado con creces cualquier estudio académico, porque no sólo gracias a él aprendió latín, francés, matemáticas, astronomía, botánica, dibujo y grabado; es decir, ciencias y artes que a la larga la convertirían, como dice Noëlia Freire, en “una figura clave en la intersección entre astronomía y arte”. Por todo ello, continúa la misma autora, hay que reconocer “[que] el carácter y la sabiduría de su padre [fueron cruciales] en la formación de María Clara, quien absorbió un amplio conocimiento tanto en las bellas artes como en las ciencias”.

En la medida en que su padre no era un simple aficionado de la astronomía, sino que, siendo también el director de la Academia de Bellas Artes de Núremberg, según se nos dice, se dedicó en cuerpo y alma a ella, al grado de invertir todos sus ingresos para equipar su observatorio privado. No habría de llamar a sorpresa que su hija terminara convirtiéndose en su aprendiz y, seguramente en la mejor que tuvo, porque en términos generales ahora lo recordamos asimismo a él a través del trabajo realizado por su dotada hija. Y es que María Clara aprendió tan bien el oficio que sus ilustraciones botánicas y astronómicas destacaron inmediatamente por su minuciosidad y exactitud, habilidad que le permitió crear “numerosas ilustraciones del Sol y la Luna, además de flores, pájaros, estatuas antiguas y retratos de mujeres, aunque lamentablemente la gran mayoría de sus obras se ha perdido”³.

Es lamentable que una obra tan extensa y variada no se haya conservado a cabalidad, pero afortunadamente la serie de sus pinturas sobre la Luna que ha sobrevivido son la palpable muestra de las destrezas científicas y artísticas por las cuales ha encontrado un lugar en la historia de la astronomía, que es también la historia de la ciencia porque, como afirman muchos estudiosos, María Clara Eimmart fue una de las más destacadas pioneras de la ilustración astronómica cuya obra, al igual que la de Galileo, se refleja en la excelencia de sus dibujos.

Aunque durante mucho tiempo su obra fue prácticamente desconocida, hoy en día, aun mermada podemos apreciarla y reconocerle el valor de una obra astronómica del siglo xvii, realizada por una mujer alemana dedicada a la ciencia y al arte. Sigamos pues este trayecto y pensemos en esta brillante ayudante de su padre, cuyas horas transcurren observando los cielos a través de su telescopio mientras apunta, mide y dibuja lo que mira.

Estamos entre los años de 1693 y 1698 y la joven María Clara comienza a elaborar su obra astronómica. La podemos ver dibujar las fases de la Luna sobre un papel azul hasta alcanzar las numerosas pinturas que contienen y de las que se dice que sirvieron de base para desarrollar los nuevos mapas lunares. Cinco años después permanece María trabajando con ahínco observando las distintas manifestaciones de la luna para captar sus especificidades y plasmarlas en su papel color celeste.

Esta colección de dibujos titulado *Micrographia stellarum phases lunæ ultra 300* se considera que contiene los más precisos detalles de la Luna que es por lo mismo una de las más destacadas contribuciones a astronomía moderna, obra que además de ser científica es también una obra de arte que, según se afirma, superó cualquier otra representación astronómica de su época, las que ayudaron a otros astrónomos a entender mejor las condiciones de nuestro satélite, a la vez que proporcionaba su cartografía de un modo más exacto. Por todo ello, podemos concluir con Noëlia Freire: “Así, su obra no era sólo estéticamente bella y atractiva a la vista, sino que también proporcionaba un registro científico invaluable de la Luna”.

Sin embargo, como hemos dicho líneas antes, de dicha obra sólo ha sobrevivido una parte, que se conserva en el Museo Specola de Bolonia, Italia.

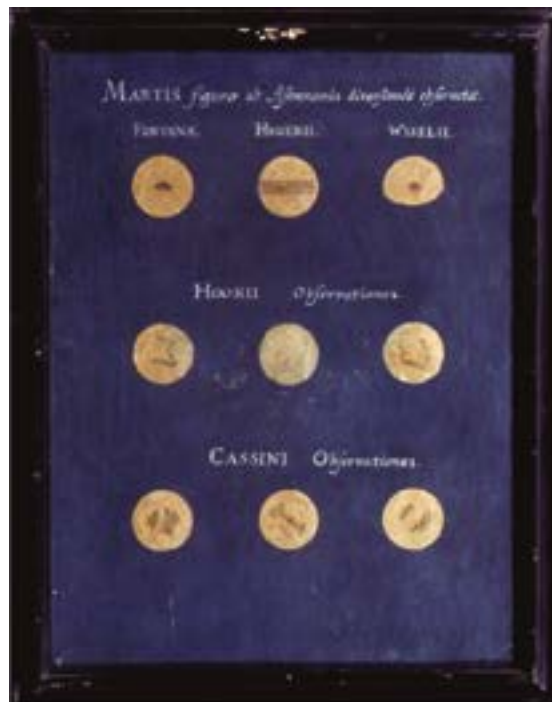
Según se nos dice, de la monumental tarea de María Clara solamente existen diez dibujos de la serie de dibujos a pastel, al lado de tres pequeños estudios realizados en papel marrón. De modo que de las *Más de 300 micrografías de las estrellas y fases de la Luna*, hoy por hoy solamente se puede apreciar una pequeña muestra del talento de la astrónoma alemana, muestra que parece deberse a su marido. Digamos algo a este respecto.

Johann Heinrich Müller (1671-1731) y María Clara se casaron en 1706. Johann era un aprendiz del padre de Clara que sería también su sucesor, convirtiéndose en el director del observatorio Eimmart. Se dice que el matrimonio trabajó en ese observatorio y que María Clara fungió como asistente de Johann en las clases de física que impartió en el gimnasio de Núremberg, en tanto que otros también afirman que fue un profesor de matemáticas y de astronomía. Aunque no sabemos mucho de tales relaciones, se menciona que gracias al matrimonio se consolidó la posición del observatorio, y que Müller fue influido por los Eimmart a seguir los pasos de la astronomía, el grado de convertirse en un astrónomo aficionado cuyo fervor y apasionamiento fue compartido con su familia; y que finalmente “llegó a ser profesor en Altorf, donde puso en uso sus dotes para el dibujo para describir cometas, manchas solares y montañas lunares, siempre con la ayuda de su mujer”⁴.

Parece que el hecho de que María Clara se convirtiera ahora en la asistente de su marido, como antes lo había sido de su padre, ha motivado a varias investigadoras a cuestionarse el papel desempeñado por la astrónoma, preguntándose si estamos de nueva cuenta en el llamado Efecto Matilda⁵, pues a esta tendencia a borrar de la ciencia a las figuras femeninas obedece igualmente

la vida y la obra de María Clara Eimmart [...] Pese a su notable contribución al campo de la astronomía y el arte, Eimmart se vio relegada a menudo al papel secundario, eclipsada por la figura de su esposo [...] y de su propio padre.⁶

En tal sentido, la relevancia de la obra científica de María Clara viene signada por la tutela familiar de los varones que, desde distintos ángulos, ha tendido a calificar su trabajo como subordinado al de ellos, ya sea como ayudantes, asistentes o colaboradora, lo que no tendría necesariamente un sentido ofensivo, pues como bien sabemos los



resultados científicos resultan justo de la colaboración. Lo que en cambio sí es pernicioso es el hecho de no reconocer los logros cuando en la colaboración hay una mujer. En fin, no es aquí nuestra pretensión establecer un debate; valga simplemente señalar las anomalías que en general acompañan la recuperación de las mujeres que se han destacado por sus trabajos en la ciencia⁷. Como fuere, para el caso que nos ocupa cabe decir que tanto el padre como el marido parecen haber ejercido una influencia positiva; ya lo hemos dicho antes: el padre le dio la educación necesaria para convertirse en la astrónoma que fue, y su esposo conservó el fragmento de la obra que realizó, contribuciones ambas gracias a las cuales hoy podemos recuperar el pequeño relato de su vida –que terminó en 1707, a los 31 años, cuando ella y su primer hijo murieron en el parto–, y poner de manifiesto la relevancia de su obra, cuyas ilustraciones astronómicas todavía sorprenden por su precisión científica y su belleza.

En efecto, vale por tal motivo destacar ahora el hecho de que Radazione, en su obra *La Luna en la historia del arte*. Catorce obras importantes con nuestro satélite como protagonista, la presenta en el quinto lugar del modo siguiente: “María Clara Eimmart, *Fases lunares* (finales del siglo XVII; pastel sobre cartón azul, 64 x 52 cm; Bolonia, Universidad de Bolonia, Museo Specola”, diciendo de ella que “fue una de las primeras mujeres astrónomas de la historia” y señalando, entre otras cosas, que

demonstró su gran talento, tanto como astrónoma que como dibujante, en una serie de dibujos al pastel, algunos de los cuales se conservan en el Museo Specola de Bolonia. Estos dibujos nacieron tras cuidadosas observaciones con el telescopio y fueron reunidos por María Clara en una serie titulada *Micrographia stellarum phases lunæ ultra 300* [...] Las láminas boloñesas fueron entregadas a Luigi Ferdinando Marsili (Bolonia, 1658-1730), gran científico y amigo de Georg Christoph, quien las llevó a Emilia. Muchas otras, sin embargo, se han perdido, principalmente a causa de un incendio que devastó la biblioteca del colegio donde se encontraba el manuscrito, que incluía varias de sus láminas (que fueron conservadas por su marido tras su desaparición). Las que sobreviven, sin embargo, sorprenden por su gran precisión y son una prueba más del gran desarrollo que experimentó la astronomía entre los siglos XVII y XVIII”.

No parece, pues, quedar duda alguna de que el legado de María Clara Eimmart es la obra de una astrónoma que consigue la fusión perfecta entre ciencia y arte, y donde lo valioso y sorprendente de su obra es que, aun fragmentariamente, sea posible contemplar todavía los azules cielos que la dama de la luna miró en un siglo tan distante del

nuestro. Queda así para la historia de la astronomía la figura de esta dama de la ciencia que, robándole al universo pequeños retazos de cielo, e ilustrados por sus seguramente hermosos ojos tras un telescopio, con mano firme y delicada nos invita de nueva cuenta elevar la mirada a la noche y ver, en este siglo XXI, la lejana Luna que la astrónoma alemana contemplaba entonces. ▀

MÁS INFORMACIÓN:

- Alic, M. (1991). *El legado de Hipatia*. Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX. Siglo XXI.
- Avigliano, M. (2023). *María Clara Eimmart: la estudiosa de la luna*. <https://www.pagina12.com.ar>
- A. A. (2019), *María Clara Eimmart, la pintora de la Luna*. <https://cienciaconarte.com>
- Castro, E. (2009). Mujeres científicas que se dedicaron a la astronomía. *Arte, Humanidades y Educación*, p. 63-83. Atrio.
- Freire, N. (2024). María Clara Eimmart, la astrónoma que ilustró la Luna. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com.es>

Masegosa, G. J. (2008). Mujeres en la astronomía. *Astronomía (II época)*, 107, 34-41.

Pérez Sedeño, E. (2006) *Buscadoras de estrellas... y con la cabeza bien alta*. Instituto de Filosofía del CSIC. http://digital.csic.es/bitstream/10261/36122/1/Sede%20B1o_2007.pdf

Ramón, P. (2021). El arte astronómico de María Clara Eimmart. <https://vein.es>

Radazioni (2019). La Luna en la historia del arte. 14 obras importantes con nuestro satélite como protagonista. <https://www.finestresullarte.info>

Troughton, B. (s/f). La luna vista por Eimmart [video], YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=njOI-JHXOdwy>. Instituto de Filosofía del CSIC.

Villar, M. y Briones, C. (2017). La astronomía transformada en arte. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com>

¹Más de 300 micrografías de la estrella y fases de la luna.
²O por lo menos no encontramos registro de ella en ninguno de los textos revisados.

³y ⁴Wikipedia
⁵Dicho fenómeno se refiere a la tendencia general de suprimir la contribución de las mujeres en la ciencia. Su nombre obedece al nombre de la mujer que lo denunció públicamente: Matilda Joselyn Gage, una sufragista y abolicionista que luchó por el derecho de las mujeres y las minorías en los Estados Unidos a finales del siglo XIX. Parece ser que fue la historiadora de la ciencia, Margaret Rossiter quien acuñó el citado nombre en honor a ella.
⁶Noelia Freire.

⁷A este respecto cabe señalar también que varias estudiosas señalan que María Clara pudo ser la autora de *Ichnographia nova contemplatum de sole*, obra que en 1701 se publicó con el nombre de su padre.

LA CIUDAD QUE NI ES DE LAS FLORES NI DE LAS ARAUCARIAS

HERIBERTO G. CONTRERAS GARIBAY

Tengo la fortuna de vivir en Xalapa, la capital del estado de Veracruz. A pesar de que su cobertura vegetal ha sido seriamente impactada y colmada de especies invasoras como araucarias o palmeras, que no son originarias de aquí, y cuyos lagos y ríos actualmente están contaminados, Xalapa sigue siendo una ciudad hermosa, verde y aún así, ejemplo para muchas otras en el país.

No obstante, existen disciplinas como la ecología urbana que aún se ocupan del estudio de las interacciones entre los seres vivos y su entorno en las ciudades. A medida que crecen los núcleos urbanos, se hace cada vez más necesario comprender cómo los ecosistemas se adaptan a estos entornos modificados por el ser humano.

Este campo analiza cómo la vegetación, los animales, los microorganismos y los humanos interactúan en paisajes dominados por infraestructuras y cómo estas relaciones influyen en la calidad del aire, el agua y el suelo, así como en el bienestar de las personas.

Fomentar la ecología urbana tiene un impacto positivo en la sostenibilidad de las ciudades. A través de la creación de espacios verdes, techos vegetales, corredores ecológicos y una planificación urbana consciente, es posible mejorar la biodiversidad, reducir el efecto de isla de calor y promover estilos de vida más saludables. Aquí cabe resaltar a espacios universitarios como las Unidades de Servicios Bibliotecarios y de información (USBI), ahora llamadas Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte (CAD), en las cinco regiones de la Universidad Veracruzana.

La ecología urbana integra principios ecológicos en el desarrollo urbano, contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, al tiempo que fortalece la conexión entre los ciudadanos y la naturaleza, generando ciudades más resilientes y habitables.

Una de las principales áreas de estudio de la ecología urbana es el análisis de los flujos de materia y energía dentro de las ciudades. Esto incluye la evaluación del consumo de recursos, la generación y gestión de residuos y los impactos ambientales derivados de las actividades urbanas. Se enfoca en la planificación de espacios verdes, la conservación de la biodiversidad y la implementación de infraestructuras sostenibles que favorezcan la integración de la naturaleza en el entorno urbano. Por ejemplo, la creación de corredores ecológicos y la promoción de la movilidad sostenible son estrategias clave para mitigar los efectos negativos de la urbanización y mejorar la calidad de vida de los habitantes urbanos.

El concepto de ecología urbana comenzó a desarrollarse formalmente a principios del siglo xx, pero fue en la década de 1920 cuando se empezó a hablar de él de manera más estructurada. Uno de los primeros grupos en trabajar este enfoque fue la Escuela de Sociología de Chicago, que estudió la ciudad como un ecosistema social y utilizó conceptos ecológicos para analizar la dinámica urbana.

Sin embargo, la ecología urbana como disciplina científica más centrada en el medio ambiente urbano (más allá de lo social) comenzó a consolidarse en los años 70 y 80, cuando aumentó la preocupación por el impacto ambiental del crecimiento urbano.

Década de 1920 – Escuela de Chicago: El origen sociológico

La Escuela de Sociología de Chicago, liderada por teóricos como Robert E. Park, Ernest W. Burgess y Roderick D. McKenzie, fue pionera en aplicar ideas de la ecología a las ciudades, aunque desde un enfoque sociológico. Ellos veían la ciudad como un ecosistema donde los grupos sociales competían por espacio y recursos, similar a como lo hacen las especies en la naturaleza. Su modelo más famoso fue el de los "círculos concéntricos", que describía cómo las ciudades crecían en anillos alrededor del centro, cada uno con funciones y dinámicas distintas. Aunque este enfoque no era ecológico en el sentido ambiental, sí sentó las bases para estudiar la ciudad como un sistema complejo.

Años 1970 – 1980: Nace la ecología urbana ambiental

Durante esta época, el interés por el medio ambiente creció a nivel mundial, impulsado por el movimiento ecologista y la evidencia del deterioro ambiental causado por la urbanización.

La ecología urbana comenzó entonces a enfocarse en los ecosistemas urbanos reales, es decir, cómo interactúan los seres vivos (plantas, animales, humanos) con el entorno construido (calles, edificios, infraestructura). Se empezó a hablar de problemas como la contaminación del aire, la



Armadillo atropellado por un aprendiz de conductor; porque enseñamos a operar poderosas –y potencialmente mortales– máquinas, pero no enseñamos a respetar y amar las vidas de los seres indefensos.

pérdida de biodiversidad y la gestión de residuos, y surgieron investigaciones sobre cómo las ciudades pueden funcionar de forma más sostenible. A partir de aquí se trata a la ciudad como un ecosistema natural modificado, no sólo como un entorno social.

Este cambio marcó el nacimiento de la ecología urbana contemporánea, con un enfoque más técnico y ambiental que combina biología, planificación urbana, arquitectura y sociología.

Sin embargo, y sin temor a expresarlo clara y abiertamente aquí, parece que está superada. Decenas de animales atropellados a diario en las ciudades, espacios naturales llenos de residuos sólidos y las enormes islas de calor nos dicen otra cosa; reflexionar sobre esto ha dejado de ser suficiente. ■

MÁS INFORMACIÓN:

Forman, R. T. T. (2016). *Urban Ecology: Science of Cities*.

Cambridge University Press. ISBN: 978-1-107-00700-0

Fundación Aquæ (23 de septiembre de 2021). *Ecología urbana: Analizar la sostenibilidad de las ciudades*. <https://www.fundacionaquæ.org/wiki/ecologia-urbana/>

Gilbert, O. L. (1991). *The Ecology of Urban Habitats*. Chapman and Hall

Novillo, C. (7 de junio de 2024) *Qué es la ecología urbana – definición sencilla*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-ecologia-urbana-2080.html>

Territorios Sostenibles (s.f.). *La ecología Urbana: Un enfoque sistémico en la sostenibilidad urbana*. <https://territoriosostenibles.com/ciudades-y-metropolis/la-ecologia-urbana-un-enfoque-sistemico-en-la-sostenibilidad-urbana/>

Thompson, G. F. & Steiner, F. R. (Eds.) (1997). *Ecological Design and Planning*. Wiley

LINEAMIENTOS PARA AUTORAS Y AUTORES

Nuestra revista se orienta hacia una audiencia interesada en la ciencia, principalmente a personas con un nivel educativo medio superior. Por ello, es esencial adoptar una narrativa que haga el contenido accesible y atractivo, utilizando un lenguaje claro, sencillo, respaldado por referencias cotidianas que resalten la relevancia social y ambiental de los temas abordados.

En *La Ciencia* abrazamos la interdisciplinariedad. Aquí, las ciencias básicas y aplicadas se entrelazan con las humanidades y ciencias sociales. Desde la exploración del cosmos hasta las complejidades de la sociedad, cada número es una celebración de la diversidad de conocimientos.

Si bien los contenidos de los textos son responsabilidad de quienes los escriben, la mesa de redacción se reserva el derecho de intervenir la forma y trabajar la redacción para adaptar los textos a los objetivos planteados por este medio de comunicación: la popularización de la ciencia. No obstante, dicha intervención se enfocará en mejorar la presentación y accesibilidad sin comprometer la esencia y originalidad del trabajo. Antes de realizar cambios sustanciales, se comunicará abierta y directamente con las personas autoras. Buscamos establecer un diálogo colaborativo para garantizar que las intervenciones sean comprensibles y aceptables.

Las contribuciones deben acompañarse de una carta que destaque la originalidad del contenido. *La Ciencia* publicará las colaboraciones en formato impreso y electrónico con el consentimiento de las autoras y autores.

Se les dará acuse de recibido y el texto iniciará el proceso de evaluación. Las colaboraciones aceptadas se programarán en alguno de los siguientes números; **no hay compromiso de publicación inmediata.**

Por tratarse de temas de divulgación y no reportes de investigación, un documento no puede ser firmado por más de tres personas, y es desable

que cada una no participe en más de tres artículos en el mismo número. Es indispensable que las y los autores incluyan su nombre y apellidos, dirección electrónica y entidad de adscripción.

Se recomienda incluir imágenes o fotografías relacionadas con el texto, estas deben enviarse en formato JPG con 300 dpi de resolución, con pie de foto no superior a 15 palabras, con el respectivo crédito del autor o referencia.

No se admiten escritos que hagan promoción institucional (anuncios, eventos, premios, convocatorias). No se aceptan artículos divididos en varias entregas.

BREVES DE CIENCIA

En esta sección se presentarán noticias científicas de interés en notas breves que no excedan los 1 500 caracteres con espacios. El lenguaje empleado debe ser divulgativo, respondiendo a las preguntas qué, quién, cuándo, dónde, cómo y por qué.

SECCIÓN TEMÁTICA

Cada número se centrará un tema principal con ocho a diez artículos. Se alienta a grupos e instituciones a enviar contribuciones conjuntas. La extensión máxima de los artículos es de 6 500 caracteres con espacios, con títulos concisos y creativos de no más de ocho palabras. Se fomenta el uso de subtítulos y párrafos breves. Al final del texto se debe incorporar una bibliografía de tres referencias relevantes al texto, aunque no necesariamente se hayan citado.

MISCELÁNEOS

La extensión máxima es de 6 500 caracteres con espacios, con títulos concisos y creativos de no más de ocho palabras. Se fomenta el uso de subtítulos y párrafos breves. Se recomienda incorporar bibliografía relevante al texto.

CREACIÓN

En esta sección, compartiremos historias, poemas, ensayos, cuentos, crónicas y reseñas relacionados con la ciencia,

con una extensión máxima de 3 600 caracteres con espacios. Estos textos deberán reflejar un estilo literario y creatividad. Las reseñas sobre libros, revistas u otras obras, deben incluir imágenes de las portadas y la referencia bibliográfica.

SEMBLANZAS

Publicaremos perfiles de personas académicas y estudiantes que compartan su labor, logros y su conexión con el mundo científico, con un límite de 3 600 caracteres con espacios. No se aceptarán entrevistas fragmentadas.

Extendemos la invitación a adoptar narrativas que hagan accesible la ciencia, conectando con la audiencia, respetando los lineamientos para lograr una publicación de calidad.

Los trabajos postulados a publicación se reciben en el correo:
ciencia_hombre@uv.mx.

Ilustración en portada: Alessandra Hernández López
Número coordinado por: Christian Alejandro Delfín Alfonso
Foto en tercera de forros: Katya Zamora Cuevas



