

de los problemas socioambientales
a la práctica educativa

ISBN: 978-84-1122-976-0

DYKINSON – eBook



Biodiversidad Urbana: de los problemas socioambientales a la práctica educativa

Editores

Irene Guevara-Herrero – José Manuel Pérez-Martín

Autores

Alba Aguado-Arroyo

Camilo Jené

Elena Aranda-Cuerva

María Jené-Conde

Tamara Esquivel-Martín

Ana I. Mora-Urda

Andrea Estrella

Maite Novo

Nuria Fernández-Huetos

María Ocaña

Marina Grande

José Manuel Pérez-Martín

Irene Guevara-Herrero

Lorena Sánchez-Ferrezuelo

Laura Hernández

Toni de la Torre López

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Este libro ha sido elaborado en el marco del proyecto de Transferencia del conocimiento proyecto (I+D+i): *Teachers as Environmental Learning Hub*: Biodiversidad Urbana, en colaboración con la Fundación Endesa y la Universidad Autónoma de Madrid a través de la III Edición del Programa de Fomento de la Transferencia de Conocimiento de la Universidad Autónoma de Madrid (FUAM – Convenio: 0375/2022 Programa: 465059)

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 – 28015 Madrid

Teléfono (+34) 91 544 28 46 – (+34) 91 544 28 69

e-mail: info@dykinson.com / www.dykinson.es / www.dykinson.com

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de sus autores y autoras y no reflejan necesariamente la opinión de Dykinson S.L ni de los editores de la publicación; asimismo, los autores y autoras se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

© Los autores

Madrid, 2023.

ISBN: 978-84-1122-976-0

*De qué le sirve a un hombre o
entidad conquistar el mundo,
si luego destroza a los seres que
ha elegido para vivir a su lado.*

Maximiliano Martín Luis
(Palencia, 1923-1991)

Índice

Prólogo. Nuestra misión: ayudar a preservar la naturaleza de las ciudades.....	09
--	----

1. Presentación.....	11
2. La Biodiversidad Urbana para promover una didáctica de la Educación Ecosocial.....	19
3. Las plantas en la ciudad.....	33
4. Un espacio en busca de la biodiversidad. El edificio de la escuela.....	37
5. El jardín de mariposas: una propuesta para la renaturalización de espacios urbanos.....	41
6. Los patios cordobeses para la Educación Ecosocial y la promoción de la Biodiversidad Urbana Vegetal.....	45
7. Devolviendo su espacio a la Biodiversidad Urbana.....	50
8. Repensando la forma en la que nos alimentamos desde los centros escolares.....	55
9. Importancia del aire de buena calidad en relación con la biodiversidad y salud humana.....	60

10. Los efectos sobre la Biodiversidad Urbana por la intervención humana en el ciclo del agua.....	65
11. Presencia de fármacos en aguas continentales.....	71
12. Efectos de la Biodiversidad Urbana en salud alimentaria.....	75
13. La Biodiversidad Urbana como cortafuegos para prevenir los incendios.....	80
14. La Biodiversidad Urbana para controlar las enfermedades emergentes que provoca el cambio climático.....	84
15. ¿Cómo afecta el ruido de la ciudad a las aves?.....	90
16. Eventos de nidificación de la tortuga boba en nuestras costas: una oportunidad para proteger esta especie amenazada.....	95
17. ¿De quién depende la fama del lobo?: historia de su controvertida protección en España.....	99
CV autoras y autores.....	105



Prólogo

Nuestra misión: ayudar a preservar la naturaleza de las ciudades

Todos los ojos se han vuelto a mirar qué pasa con la naturaleza. Las especies que nos han acompañado históricamente desaparecen a toda velocidad. La principal causa: nuestra manera de relacionarnos con el entorno en el que vivimos. No podemos seguir negando que nuestros modelos de desarrollo son incompatibles con la preservación del estado de salud de los ecosistemas. Este hecho, que parece pasar desapercibido, es una cuestión clave para nuestra supervivencia.

Dependemos de la naturaleza para vivir. Nuestra economía usa los recursos naturales y los transforma para generar productos y servicios de consumo. Nuestro bienestar está ligado a que las condiciones ambientales de los lugares en los que vivimos sean aceptables.

Esta relación humanidad-naturaleza es especialmente estrecha en las ciudades, según la Agencia Europea de Medio Ambiente el 75% de la población de Europa vive en ciudades y si ponemos el foco en España, según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a 27 de diciembre de 2021, el 16% de la población en España está empadronada en municipios rurales, por lo que cerca del 84% vive en zonas urbanas.

Las ciudades son ecosistemas creados por y para nosotros que cada día se vuelven más hostiles. La concentración de contaminantes y la mayor incidencia de los efectos negativos del cambio climático se amplifica por la falta de espacios naturales en la ciudad.

Los espacios verdes urbanos son el hábitat de especies vegetales y animales (la biodiversidad urbana) que cumplen con importantes funciones ecológicas. Las plantas de la ciudad tienen la capacidad de depurar el agua y el aire, sirven como almacén de dióxido de carbono mitigando los efectos del cambio climático, además de que consiguen atenuar los cambios de temperatura. ¿Has notado el fresco que puede hacer en verano en un parque urbano? Si pensamos en que estamos en un proceso de calentamiento global, esta característica de las zonas verdes urbanas no es nada desdeñable.

Los animales de la ciudad también aportan una buena cantidad de servicios ambientales. Los murciélagos y algunas aves urbanas como los vencejos son verdaderos insecticidas naturales, pudiendo consumir miles de moscas y mosquitos en una sola noche. Las mariposas, abejas y algunos escarabajos consiguen polinizar las flores de parques y jardines, asegurando así la durabilidad de estas comunidades vegetales. ¿Qué haríamos sin todas estas especies que nos aportan estos beneficios a coste cero? Como contrapartida, lo único que tenemos que hacer es asegurar nuestra convivencia con ellas.

En la Fundación Endesa las personas siempre han estado en el centro de nuestras actuaciones. Hoy, somos especialmente conscientes de que cuidar de las personas es cuidar del entorno en el que viven. Por eso, desde 2021 hemos incluido la protección de la biodiversidad urbana como uno de nuestros ejes de trabajo. En concreto hemos desarro-



llado una estrategia donde queremos contribuir a la investigación sobre las amenazas y funciones de la biodiversidad urbana, desde donde favorecer la sensibilización de la sociedad frente a las especies que nos acompañan en las ciudades y pasar a la acción desarrollando nuestros propios proyectos de conservación y restauración.

Sabemos que la concienciación de la sociedad sobre la importancia del cuidado y preservación de la biodiversidad es esencial para conseguir el cambio que necesitamos y requiere una implicación activa en la protección y restauración de los hábitats de las distintas especies que viven en nuestras ciudades. Para cumplir con este objetivo, hemos puesto en marcha una campaña de comunicación en medios con la cual hemos hecho llegar los beneficios de la biodiversidad urbana a más de 150.000 personas.

En esta línea, queremos seguir ayudando a que este conocimiento llegue a toda la sociedad.

Para ello, decidimos aliarnos con expertos en esta materia, y junto al equipo de la Universidad Autónoma, desarrollar el proyecto “*Teachers as Environmental Learning Hub: Biodiversidad Urbana*”. Con este proyecto queremos formar a los profesores y profesoras del presente y del futuro en la importancia de la biodiversidad urbana para que puedan transmitirla a todos sus alumnos y alumnas. Entendemos que esta es la mejor manera en que podemos contribuir a crear una sociedad más consciente, capaz de vivir en equilibrio con el entorno que le rodea, sin comprometer la calidad de vida de las nuevas generaciones.



Presentación.

Irene Guevara-Herrero^{id} y José Manuel Pérez-Martín^{id}

La Educación Ambiental (EA) se definió con el fin de dar sentido y cuerpo a una disciplina que promoviera el cuidado del entorno (Stapp et al., 1969). Tras un año (Stapp et al., 1970), se comenzaron a definir estrategias sobre su abordaje. Sin embargo, en aquel mismo momento, desde el ámbito educativo, se indicó una clara limitación: ¿cómo se iba a realizar? La fórmula propuesta no parecía definir cuáles eran las estrategias didácticas que debían ser empleadas y parecía limitarse a informar a la ciudadanía.

Tras más de 50 años, hemos llegado a un punto donde hemos avanzado mucho en términos de saber qué hay que hacer. Este hito es básicamente conocer las situaciones problemáticas y cuáles son sus soluciones. Sin embargo, múltiples autores indican que, a pesar de lo conseguido, estamos lejos del objetivo (Gutiérrez-Bastida, 2019; Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Pérez-Martín, 2022; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022). Las limitaciones que se han detectado se corresponden con una falta de formación para la toma de acción. Por ello, esos saberes teóricos, que parecen haberse adquirido, no promueven cambios de hábitos. Algunos indican que para que haya conductas de protección ambiental se debe promover sensibilización (Olsson y Gericke, 2016; Otto et al., 2016), pero para ello debe haber reflexión (Lorenzo-Rial et al., 2020; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Roldán-Arcos et al., 2022).

La pregunta que debemos formularnos para explicar la crisis ambiental actual es la misma que se hicieron hace 50 años, ¿cómo se va a realizar? En este tiempo poco se ha avanzado o poco han evolucionado las estrategias de implementación. Cuestiones como el reciclaje se han enfocado en una agresiva campaña publicitaria que informaba de los problemas, las soluciones y la importancia de la acción. Tal ha sido su impacto, que todos pensamos que reciclamos, pero nuestra acción, poco reflexionada, es que únicamente separamos. El reciclaje es otra

cosa. En menor medida se ha publicitado la reutilización, y no ha sido hasta hace pocos años que se ha focalizado en la reducción del consumo, pero siempre de forma tibia y no tan agresiva como la del “reciclaje” (separación).

Sin embargo, estas acciones sobre los ciudadanos se proponen como soluciones enlatadas (aquí un problema, aquí la solución), sin promover en ellos un pensamiento crítico ni la búsqueda de nuevas soluciones. Además, cuando la situación no llega al destino deseado, por ejemplo, sigue habiendo vertidos de envases en el mar; uno se pregunta si realmente son útiles las acciones demandadas, lo que lleva al desencanto y desmotivación.

En esos casos, los docentes siguen mirando de reojo a la Carta de Belgrado (UNESCO, 1975) donde se puso todo el peso de la responsabilidad en la escuela. Se encargaba a los maestros enseñar estas cuestiones. Así, sin más, sin que los maestros tuviesen herramientas especiales para hacerlo, sin una formación diferente y específica y sin preguntarnos qué debíamos darles. Pronto llegaron los resultados negativos, en los noventa la capa de ozono y el incremento de gases de efecto invernadero hicieron saltar las alarmas. Mediante la intervención legislativa se consiguió recuperar la capa de ozono, sin embargo, lo demás, se dejó en manos de unos profesionales que carecían de ayuda y recursos para desplegar en el aula la estrategia que la Organización de Naciones Unidas (ONU) les encomendaba. Por ello, comenzó a demandarse una formación conceptual, materiales rigurosos que utilizar en los centros educativos y estudios que valorasen la validez de las estrategias didácticas (Sauvé, 1999; 2003), lo que ha seguido ocurriendo a lo largo del tiempo y aún no se ha resuelto (Aznar et al., 2014; Gutiérrez-Bastida, 2019; Mogensen y Mayer, 2009; Mora-Penagos y Guerrero-Guevara, 2022; Vilches y Gil-Pérez, 2012).

Lo único que se ha hecho en estos años a nivel didáctico ha sido utilizar las enseñanzas magistrales de expertos y, en el mejor de los casos, divulgadores, lanzando soluciones enlatadas que no tienen en cuenta a los que deben tomar acción y siempre lejos de las recomendaciones didácticas que se podrían implementar (Pérez-Martín, 2022; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022). Además, cuando se formaba a los maestros, se realizaba como si con la formación conceptual sobre los problemas y el funcionamiento de los ciclos del planeta (ecológicos), se pudiera generar el impacto sobre los estudiantes (Gutiérrez-Bastida, 2019; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022). También se han creado actividades para ser implementadas en las aulas, muchas de ellas con una baja capacidad de impacto, y en las que se buscaba entretener y trabajar de forma poco rigurosa cuestiones ambientales y, en el mejor de los casos, ecológicas, donde los estudiantes casi nunca pudieron tomar acción (Roldán-Arcos et al., 2022). En los últimos años a raíz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se ha generado un nuevo enfoque: una Educación Ambiental ecosocial, donde las problemáticas ambientales se relacionan con las conductas sociales, económicas, políticas, culturales y sanitarias (ONU, 2015). Algo que ya se sabía, pero que hasta 2015 no se ha plasmado en los acuerdos internacionales y que ahora está empezando a llegar a la legislación educativa en España (RD 95/2022; RD 157/2022) y por primera vez a muchos docentes.

Sin embargo, todo esto pone de manifiesto lo que se ha venido haciendo hasta ahora: una formación en EA de corte universal, no personalizada en función del colectivo profesional al que va destinado. Bien es verdad que debe haber una propuesta didáctica para la educación obligatoria, con la que todos los ciudadanos se sientan útiles y reconozcan su papel individual en la protección ambiental. Y posteriormente, una formación específica y diferente en el momento en el que comienzan a tener definido un papel profesional en el mundo. Es decir, la formación

que reciba un titulado universitario en Geografía no puede ser la misma que la que recibe un biólogo, o un futuro abogado, o un maestro.

Y aquí llega la clave, nunca hemos tenido esta idea de personalizar la formación en EA. Un maestro debe saber qué problemas ambientales existen (conocimientos de la educación obligatoria) y cuáles son las soluciones que puede aportar desde su ejercicio profesional (además de las que implemente como ciudadano); y no necesita formarse en crear o descubrir propuestas que un gestor medioambiental de un gobierno debe adquirir.

Hay que pensar en definir una formación adecuada para crear una competencia ambiental para maestros porque son los encargados de dar una formación ambiental universal en el sistema educativo obligatorio y en las etapas donde mayor impacto se puede causar (Olsson y Gericke, 2016).

"Un maestro debe saber qué problemas ambientales existen (conocimientos de la educación obligatoria) y cuáles son las soluciones que puede aportar desde su ejercicio profesional (además de las que implemente como ciudadano); y no necesita formarse en crear o descubrir propuestas que un gestor medioambiental de un gobierno debe adquirir."

Por ello, deben ser abordados diferentes aspectos:

- Una sólida formación del contenido que debe iniciarse en las etapas tempranas del sistema educativo (Educación Infantil) y que sea común a la de todos los ciudadanos. Además, debe tener un enfoque actual de la EA, el enfoque ecosocial.
- Un claro conocimiento de las diferentes metodologías y herramientas didácticas que puede utilizar y sobre qué colectivos se puede ser más eficiente al desarrollar sus acciones educativas. Así como experiencias de aula que se hayan realizado y recursos que sean útiles. En definitiva, una mejora en el conocimiento didáctico del contenido.
- Con las anteriores, el maestro adquirirá el tercer aspecto importante, sentirse empoderado para desarrollar autónomamente este tipo de acciones en sus aulas, abandonando la estrategia de evitar trabajar estos temas o externalizarlos en profesionales expertos con poco conocimiento de la dinámica social de su aula y que intervienen de forma puntual y con poco impacto sobre los estudiantes.

Con este fin, se ha puesto en marcha el proyecto “*Teachers as Environmental Learning Hub: Biodiversidad Urbana*” 2022/0375 – Programa 465059 (III Edición del Programa de Fomento de la Transferencia de Conocimiento), en colaboración con la Fundación Endesa y la Universidad Autónoma de Madrid. En él, se pretenden mejorar las estrategias educativas que promuevan la conservación y la restauración de los hábitats de la biodiversidad urbana en lugares expuestos a una intensa transformación por la urbanización. Para ello, en este proyecto, se va a abordar este objetivo a través de atender las necesidades que tienen los docentes de las etapas iniciales del sistema educativo: maestros de Educación Infantil y Primaria.

"En él, se pretenden mejorar las estrategias educativas que promuevan la conservación y la restauración de los hábitats de la biodiversidad urbana en lugares expuestos a una intensa transformación por la urbanización."

A través de la investigación educativa, hemos analizado las peticiones de más de doscientos maestros españoles que han solicitado que se creen materiales donde puedan obtener información conceptual sobre las problemáticas ambientales (conocimiento del contenido) que ellos consideran importantes en el marco de la biodiversidad urbana. Con esta idea pretendemos también aproximar los resultados de la investigación educativa a la práctica de aula, ya que la percepción que tienen los docentes es que no es útil para su ejercicio profesional (Esquivel-Martín et al., 2019; Murillo y Perines, 2017). En los resultados de este estudio hemos detectado la dificultad que tienen para precisar las cuestiones sobre las que quieren mejorar sus aprendizajes, y podemos ver que más de un 20% de las respuestas son imprecisas donde se quiere saber “*Cómo cuidar el medioambiente*”, o le interesan “*Todos*” (los temas), “*Cualquier tema, ya que no se nos suele dar demasiada información nunca*” o (temas) “*Sobre sostenibilidad*”, e incluso tenemos respuestas como “*Ahora mismo no lo sé*”. El análisis preliminar muestra que sus demandas prioritarias de conocimiento están relacionadas con cuestiones sobre las “*Tomas de acción*” (18%), seguida de la “*Biodiversidad*” (12%) y la “*Contaminación*” (12%).

Queremos destacar en este punto que sus demandas formativas van mayoritariamente hacia los contenidos, ya que sólo un 11% de las respuestas solicitan mejorar en el conocimiento didáctico del contenido (*“Como se puede llevar al aula problemas ambientales y que impacte en el alumnado”*). Esta situación sorprende por dos razones:

1. Los maestros suelen demandar estrategias didácticas y experiencias de aula para enseñar EA (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022).
2. Toda la muestra analizada es de maestros, y dadas sus respuestas, su labor profesional no parecen considerarla de impacto para cambiar las conductas.

Quizás esta última idea refuerza que uno enseña como aprendió y que estas cuestiones las hemos aprendido en la educación no formal (actividades o talleres) o informal (publicidad), y no en el aula.

En todo caso, y en base a estas demandas, hemos elaborado 17 capítulos sobre temáticas concretas contextualizadas en la Biodiversidad Urbana. Este ámbito es muy relevante porque pone el foco en recursos didácticos del entorno próximo. En estos capítulos se ha incluido la perspectiva que la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible nos propone (Educación Ecosocial), presentando las situaciones en forma de red de interacciones que influyen sobre la estabilidad de los espacios urbanos donde los seres vivos habitan.

En esta línea, el capítulo 2, titulado **La Biodiversidad Urbana para promover una didáctica de la Educación Ecosocial**, es el más extenso de todos. Se debe a que, en él, se pretende enmarcar la situación que existe en la enseñanza de la EA y cómo debe reenforzarse para poder abordar los retos que quedan desde una perspectiva educativa, que nunca antes se ha tenido en cuenta. El autor propone darle peso a la dimensión educativa con herramientas y es-

trategias didácticas en las que se fomenta el razonamiento científico y el pensamiento crítico para la toma de acción en un contexto donde la mera presentación de problemas ambientales y sus soluciones (alfabetización) no sea la única estrategia didáctica. Además, propone la creación y el uso de propuestas de intervención que vayan a la comprensión completa de las problemáticas, entendiendo que no es un problema ecológico, sino ecosocial y que para mejorar la situación ambiental hay que replantearse cuestiones sociales y económicas. Esto implica reflexionar sobre nuestra escala de valores, para de verdad, cambiar acciones estando convencidos de que son hábitos que se deben mejorar. Para ello, concluye que trabajar la biodiversidad urbana permite abordar con garantías dichos contenidos y enfoque.

El resto de los capítulos son intencionadamente más breves, pretendiendo que sean más dinámicos y que permitan a los docentes aproximarse a temas de interés para trabajar la EA. En todos,

se muestran situaciones concretas y cercanas a los maestros y sus estudiantes que están presentes en el entorno urbano. En estos capítulos la biodiversidad y el contexto urbano son claves y se presentan contenidos que pueden ser utilizados para comprender mejor algunas de las problemáticas más relevantes del momento.

En el capítulo 3, titulado **Las plantas en la ciudad**, muestra la necesidad y utilidad de emplear el entorno urbano en las aulas para trabajar la EA, concretamente presentar las plantas en Educación Primaria.

Respecto al capítulo 4, que se titula **Un espacio en busca de la biodiversidad. El edificio de la escuela**, se muestran algunos ejemplos para aprovechar la arquitectura del centro educativo para aproximar la biodiversidad animal y vegetal a los estudiantes.

En el capítulo 5, titulado **El jardín de mariposas: una propuesta para la renaturalización de espacios urbanos**, se presenta un ejemplo

desarrollado en la Universidad Rovira i Virgili para la puesta en marcha de un jardín de mariposas como un ejemplo donde se introducen estos insectos en entornos urbanos, con sus ventajas en el marco de su experiencia de un entorno urbano próximo al mar.

El 6º capítulo, titulado **Los patios cordobeses para la Educación Ecosocial y la promoción de la Biodiversidad Urbana Vegetal**, presenta una situación muy frecuente en ciudades y pueblos donde los usos y costumbres de adornar las casas con plantas ha permanecido, y estando reconocida, en el caso de Córdoba, como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, representa una fórmula de protección de la biodiversidad urbana.

El capítulo 7, titulado **Devolviendo su espacio a la Biodiversidad Urbana**, se muestran dos actuaciones relativamente sencillas para promover el asentamiento de insectos en las ciudades, lo que permite la aparición de aves y otros animales insectívo-

ros, y la recolonización de estos espacios por animales que forman una red trófica.

En el capítulo 8, titulado **Repensando la forma en la que nos alimentamos desde los centros escolares**, es una exposición de las interrelaciones que puede tener la presencia de un huerto escolar en el marco de la EA en general y la biodiversidad urbana en particular. En este caso, a través de el conocimiento profundo de las múltiples experiencias educativas que se desarrollan en la Comunidad de Madrid.

La Importancia del aire de buena calidad en relación con la biodiversidad y salud humana se detalla en el capítulo 9. En éste se muestra cómo la contaminación atmosférica afecta a la biodiversidad de la microbiota que vive asociada a los seres humanos y, en el caso de las variaciones de esta, la aparición de enfermedades.

El capítulo 10, **Los efectos sobre la Biodiversidad Urbana por la intervención humana en el ciclo**

del agua, presenta la fuerte relación de los ecosistemas urbanos con los cursos de agua y cómo la intervención humana condiciona la presencia de seres vivos. Por ello, se presentan contenidos concretos del tema y una visión actualizada e innovadora de cómo trabajar este tema en las aulas.

Como capítulo 11 se presenta un tema relacionado con la contaminación del agua, **Presencia de fármacos en aguas continentales**. Un tema muy relevante y poco conocido por los maestros que permitirá acercar a las aulas el problema y comenzar a concienciar de la protección del medio desde los usos domésticos del agua.

En el capítulo 12, **Efectos de la Biodiversidad Urbana en salud alimentaria**, se muestra cómo la contaminación que los humanos provocan en sus entornos urbanos e industriales llega a los océanos, y pone en riesgo la salud humana, al ser depredadores que consumen animales del ecosistema marino. Evidenciar que el entorno urbano puede ser origen

de los problemas de salud de los seres humanos a través de su dieta es una perspectiva innovadora que enriquece la perspectiva de la biodiversidad urbana desde el ámbito de la educación ecosocial.

En el capítulo 13, **La Biodiversidad Urbana como cortafuegos para prevenir los incendios**, se presenta una solución contra los incendios basada en el uso tradicional y más sostenible de la ganadería.

El capítulo 14, titulado **La Biodiversidad Urbana para controlar las enfermedades emergentes que provoca el cambio climático**, muestra la problemática de las zoonosis promovidas por los cambios en la biodiversidad urbana originados por el cambio climático.

La vida en las ciudades condiciona la biodiversidad urbana, por ello, en el capítulo 15, **¿Cómo afecta el ruido de la ciudad a las aves?**, se presentan las situaciones cotidianas que han dado lugar a cambios en las poblaciones de aves de los entornos urbanos.

La biodiversidad urbana en entornos marinos se aborda con un ejemplo de la aparición de tortugas en una playa de una ciudad donde nunca habían anidado. Este capítulo 16, titulado **Eventos de nidificación de la tortuga boba en nuestras costas: una oportunidad para proteger esta especie amenazada**, nos hará ver los motivos por los que se ha dado esta situación.

Por último, en el capítulo 17, **¿De quién depende la fama del lobo?: historia de su controvertida protección en España**, se aborda un tema muy relevante en los últimos años: la protección del lobo ibérico. Esta situación es muy controvertida en el momento en el que se presentan los efectos de la presencia de estos depredadores en el entorno periurbano. Sin embargo, no es lo mismo en zonas rurales y no rurales, por lo que el tema muestra mucho interés para ser trabajado en las aulas.

-

Referencias

Aznar, P., Ull, A., Martínez, M. P. y Piñero, A. (2014). Competencias básicas para la sostenibilidad, un análisis desde el diálogo disciplinar. *Revista de pedagogía*, 66(2), 13–28.

<https://doi.org/10.13042/bordon.2014.66201>

Esquivel-Martín, T., Bravo-Torija, B., y Pérez-Martín, J. M. (2019). Brecha entre investigación y praxis educativas en la enseñanza de Biología. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, 17(4), 75–91.

<https://doi.org/10.15366/reice2019.17.4.004>

Gutiérrez-Bastida, J. M. (2019). 50 años de educación ambiental: un balance incompleto hacia la educación ecosocial en el Antropoceno. *Carpeta Informativa del CENEAM*, 3–15.

<https://rb.gy/qzhdze>

Lorenzo-Rial, M. A., Pérez-Rodríguez, U., Varela-Losada, M., y Vega-Marcote, P. (2020). ¿Influyen las características personales del profesorado en formación en sus actitudes hacia una educación ambiental transformadora? *Pensamiento educativo*, 57(2), 1–22.

<http://dx.doi.org/10.7764/pel.57.2.2020.2>

Mogensen, F. y Mayer, M. (2009). Perspectivas sobre la educación ambiental. Un marco de trabajo crítico. En F. Mogensen, M. Mayer, S. Breiting, A. Narga (Coords.), *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad* (pp.21–42). Graó.

Mora-Penagos, W. M. y Guerrero-Guevara, N. (2022). Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 51, 299–316.

<https://doi.org/10.17227/ted.num51-12536>

Murillo, F. J., y Perines, H. (2017). Cómo los docentes no universitarios perciben la investigación educativa. *Revista Complutense de Educación*, 28(1), 81–99.

https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.48800

Olsson, D., y Gericke, N. (2016). The adolescent dip in students' sustainability consciousness – Implications for education for sustainable development. *Journal of Environmental Education*, 47(1), 35–51.

<https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1075464>

ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. <http://t.ly/rgAD>.

Otto, S., Neaman, A., Richards, B., y Marió, A. (2016). Explaining the ambiguous relations between income, environmental knowledge, and environmentally significant behavior. *Society & Natural Resources*, 29(5), 628–632. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1037410>

Pérez-Martín, J. M. (2022). Nuevas perspectivas: La Educación Ambiental para maestros, a propósito de la movilidad sostenible. En R. Sánchez-Aguilar, M. A. Jara Santamedia, J. I. Sánchez Gutiérrez (Eds.). *Ideas fuerza para la movilidad sostenible del s. XXI* (pp. 11–22). Grupo AGD Ediciones.

Pérez-Martín, J. M. y Esquivel-Martín, T. (2022). El reto de dimensionar la competencia ambiental para maestros/as a través de sus percepciones durante la formación inicial. En L. Cañadas, S. Rappoport (Eds.). *Las competencias generales en la formación inicial docente. Experiencias y orientaciones para su desarrollo* (pp. 36–45). Dykinson.

Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. BOE, núm. 28, de 02/02/2022, pp. 14561–14595.

Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. BOE, núm. 52, de 02/03/2022, pp. 24386–24504.

Roldán-Arcos, S., Pérez-Martín, J. M. y Esquivel-Martín, T. (2022). Educación para la Justicia ambiental: ¿qué propuestas se están realizando? *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11 (2), 11–27. <https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.2.001>

Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: En busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos*, 1(2), 7–27.

Sauvé, L. (9–13 de junio de 2003). *Perspectivas curriculares para la formación de formadores en Educación Ambiental*. I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México. <https://bit.ly/3vIVdId>

Stapp, W. B., Bennett, D., Bryan, W., Fulton, J., Havlick, S., MacGregor, J., Nowak, P., Swan, J. y Wall, R. (1969). The Concept of Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 1(1), 30–31. http://www.hiddencorner.us/html/PDFs/The_Concept_of_EE.pdf

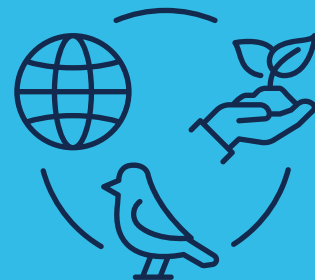
Stapp, W. B., Bennett, D., Fulton, J., MacGregor, J., Nowak, P., Swan, J., Wall, R., y Havlick, S. (1970). The concept of environmental education. *American Biology Teacher*, 32(1), 14–15.

UNESCO. (1975). *Carta de Belgrado: un marco general para la educación ambiental*. Seminario Internacional de Educación Ambiental. <https://t.ly/Hq8e>.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad. El reto de la formación del profesorado. *Revista de Curriculum y Formación de Profesorado*, 16(2), 25–43. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART3.pdf>

La Biodiversidad Urbana para promover una didáctica de la Educación Ecosocial.

José Manuel Pérez-Martín 





El cambio en los ecosistemas

Todo el mundo conoce que los ecosistemas cambian y los seres vivos que los habitan desaparecen y son sustituidos por otros cuando no pueden adaptarse a los cambios. Esto ha ocurrido desde que apareció la vida en la Tierra y no solo por acción antrópica. La geología del planeta (erupciones volcánicas masivas), la interacción con otros organismos (cianobacterias produciendo oxígeno) o la caída de meteoritos son ejemplos paradigmáticos de que se puede desarrollar una crisis ambiental que cambie radicalmente el entorno en el que habitan los seres vivos hasta el punto, incluso, de extinguirlos.

Sin embargo, la crisis ambiental que vivimos y que se remonta a varios siglos atrás, sí tiene que ver con los usos y costumbres de la humanidad (Vilches y Gil-Pérez, 2021). Esta situación fue percibida originalmente por Rachel Carson y la recogió en su libro, *Primavera Silenciosa*, al que muchos identifican como el hito que da inicio al movimiento ecologista. En él, ella menciona la pérdida de biodiversidad que encuentra en los bosques por los que pasea y lo asocia al uso de pesticidas y vertidos de origen industrial de la zona. Pocos años después, fallece por un cáncer de mama, cuyos desencadenantes están muy relacionados con los ritmos de vida y la contaminación ambiental.

La pérdida de biodiversidad que detectó, comenzó con un detalle muy sencillo y cotidiano, que dio título al libro, el silencio de los pájaros en primavera. No había aves y eso se debía a la desaparición de insectos por el uso de biocidas y otros productos de origen industrial. Sin insectos, se veían afectados muchos pájaros y otros organismos insectívoros del bosque, pero también los depredadores de las aves, de sus huevos, de los otros animales insectívoros, etc. En conjunto, se provocaba la desaparición de los seres vivos del bosque. Entre estos biocidas

destacaba el DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano). Un compuesto que por su toxicidad eliminaba insectos muy eficazmente, llegando a ser utilizado en colonias antipiojos que se administraban a los niños. A su exposición se han asociado neurodegeneración y patologías similares a la enfermedad de Parkinson. Asimismo, tiene papeles como alterador del sistema endocrino. Por todos estos riesgos, y porque muchos insectos se volvieron resistentes al insecticida, se inició la prohibición de su venta en los países desarrollados hacia 1970, siendo el final de su moratoria en España en 1985. Aunque el uso se mantuvo hasta principios de los noventa, para sorpresa de muchos toxicólogos. Tal fue el uso extensivo que se hizo del compuesto, y su elevada vida media (tiempo que tarda en descomponerse a la mitad de su concentración), 120 años, que todavía hoy nacen niños con DDT en su placenta y se alimentan de la leche materna con este compuesto en ella.

En resumen, como podemos ver, un problema ambiental de pérdida de biodiversidad por el uso de sustancias químicas fitosanitarias también provoca efectos sobre la salud humana. Lo que demuestra que existen más impactos que los meramente ecológicos; y que cuando se busca el origen del problema, no solo se debe tener en consideración el concepto *seres humanos*, sino también sus esferas de dominio: ámbitos sociales, económicos y éticos, lo que abre una nueva percepción a la Educación Ambiental (EA). Ya no debe ser considerada solo un problema ecológico, sino ecosocial.

Los seres humanos (homininos incluidos) no llevamos en el planeta ni 5 millones de años, lo que representa menos del 0,1% del tiempo que la Tierra lleva existiendo. Y, como es normal, cualquier organismo de un ecosistema realiza acciones que afectan al resto del ecosistema. Sin embargo, esos impactos son reparados por la capacidad regenerativa del planeta. Si producimos un impacto durante un año que se puede regenerar en otro año, estamos haciendo un uso reparable de



un recurso. A eso es a lo que se denomina sostenibilidad, a consumir lo que el planeta puede reponer en ese mismo tiempo. En cambio, en los últimos siglos nuestros impactos han sido mayores que lo que el planeta es capaz de reparar. Un buen ejemplo de esto es el consumo de combustibles fósiles que hemos hecho en los últimos 200 años. Se habla de un agotamiento de las reservas de carbón y petróleo de más del 50%, lo que supone que hemos consumido en 200 años, aproximadamente la mitad de lo que el planeta ha creado en 400 millones de años. Como se puede ver, esto es insostenible. Además, en este tiempo, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) han incrementado la presencia de este gas en la atmósfera. Algunos recordarán que los libros de Educación General Básica (EGB) presentaban niveles de CO₂ en la atmósfera de 0,03% y, actualmente, los libros indican 0,05%. Este pequeño incremento ha provocado que el planeta se caliente, modificando así los ecosistemas y los regímenes hídricos. A su vez, esto conduce a la desaparición de seres vivos por su incapacidad de adaptarse a cambios tan rápidos. Concretamente, ante estas alteraciones, los seres vivos dejan de ser capaces de alimentarse y reproducirse con éxito en ese ambiente y la población de esa especie se va reduciendo hasta que desaparece. El efecto antrópico del calentamiento global que provoca el cambio climático es indirecto, pero con una relación fuerte y bien definida en cuanto a la responsabilidad.

-

La ciudad como presión selectiva de la Biodiversidad Urbana

Las sociedades humanas en el Paleolítico no tenían un gran impacto sobre el ecosistema, si lo comparamos con el nuestro. Grupos humanos pequeños de cazadores-recolectores que se desplazaban en bus-

ca de los recursos de temporada. Es obvio que en algún momento sus prácticas se pudieron volver insostenibles, como las cacerías basadas en emboscadas para despeñar manadas de animales. Sin embargo, las sociedades de cazadores-recolectores actuales tienen una conciencia ambiental muy elevada, lo que les hace respetar el entorno en el que viven como medio de obtener recursos en el presente y conservarlos para el futuro. Tal es el caso del pájaro guía de la miel (Spottiswoode, 2016) con el que los humanos han establecido una relación de mutualismo. Esta ave es capaz de encontrar panales de abejas silvestres y tiene interés en comerse su cera, pero por sí solo no puede acceder a ella. De manera que otros animales, entre ellos los humanos, los utilizan para localizar los panales ocultos. Una vez que consiguen la miel, dejan un fragmento del panal para que el pájaro obtenga su recompensa; si esto no ocurriese, la relación beneficiosa para ambos finalizaría. Lo que ha quedado recogido en alguna leyenda africana, donde dice que, si no se le deja el panal al pájaro, la próxima vez te conducirá a un león hambriento.

Sin embargo, los seres humanos descubren que pueden vivir sin desplazarse cuando dominan la agricultura y la ganadería. Comienzan a no tener que desplazarse y obtienen los recursos en la proximidad, surgiendo así la ciudad. Con estos cambios, los seres humanos hacen edificaciones más estables, se alejan de los bosques o los talan para usarlos como material de construcción. No conviven con los animales que dañan a su ganado, incluso los atacan para mermar su número previniendo riesgos. En definitiva, modifican el entorno para sentirse seguros. Algo, por otro lado, natural, como la acidificación del suelo

"Lo que ha quedado recogido en alguna leyenda africana, donde dice que, si no se le deja el panal al pájaro, la próxima vez te conducirá a un león hambriento."



por parte de los pinos cuando caen sus acículas, reduciendo o eliminando así a sus competidores; o la producción de antibióticos por parte de los hongos para evitar competir con las bacterias por la materia orgánica. Estas también son fórmulas que demuestran que para sobrevivir se modifica el entorno próximo. Aunque, si bien es cierto, en el caso de estos dos ejemplos, se trata de una situación totalmente involuntaria y por azar. En cambio, en el caso de las ciudades, la creación de entornos seguros es voluntaria y dirigida.

Junto con esta modificación del entorno (construir ciudades), llega el aumento en la población, suave, pero constante. Al mismo tiempo también llegan las crisis por las malas cosechas, las guerras por los productos entre ciudades o por la aparición de enfermedades contagiosas, y las grandes epidemias debidas a las zoonosis por convivencia de los seres humanos con los animales. Este último caso refleja la importancia de la higiene, el cuidado y la vacunación que actualmente tenemos regulado. Sin embargo, no ocurre siempre, como la COVID-19 nos ha demostrado (Vallés et al., 2021), ya que en las ciudades también introducimos o permitimos entrar a animales que pueden transmitir enfermedades a los seres humanos (zoonosis). Esta situación de riesgo de zoonosis, así como las guerras, provocaron que la esperanza de vida al nacer de los humanos en el Neolítico y periodos sucesivos fuera menor que en el Paleolítico, algo que se incrementaba una vez superada la primera infancia (Galer y Moav, 2007).

En este sentido, las primeras sociedades que superaron a los cazadores-recolectores en esperanza de vida al nacer fueron algunas sociedades medievales como la musulmana del Califato de Córdoba y, ya después, la Inglaterra del s. XIX con vacunas (viruela) e higiene de manos. La explicación de este dato en los reinos musulmanes es que tenían grandes conocimientos médicos en la época, y un concepto de protección ambiental por el bien de la salud de la población muy avanzado,

basando sus normas en su libro sagrado, el Corán. Tal fue su éxito que, los reinos cristianos, influidos por las costumbres musulmanas, promulgaron leyes de protección ambiental en la edad media (Zambrana, 2011) con penas para aquellos que usasen, por ejemplo, venenos para pescar, ya que contaminaban el agua con el perjuicio consiguiente.

-

Los asimétricos límites del crecimiento

El mayor impacto del ser humano sobre los ecosistemas, que se inicia a las puertas de la revolución industrial y comienza a agravarse a medida que pasa el tiempo, es la superpoblación. El primer trabajo que indica que la población humana en el planeta es insostenible es de Thomas Malthus (1766-1834). Sus estudios plantean que el crecimiento de población está ligado a la disponibilidad de recursos, y que, dado que el sistema tiene recursos limitados, si la población sigue creciendo se producirá una crisis por la obtención de ellos.

Es totalmente cierto que se habla de un problema de superpoblación en el planeta, pero por ser rigurosos, se trata más bien de un exceso de consumo de recursos por parte de una gran cantidad de personas. Si analizamos un mapa con la distribución de la población observaremos que existen grandes extensiones del planeta sin densidades de población altas, y otras donde se concentra mucha población. Sin embargo, lo verdaderamente importante es que existe una gran diferencia entre el nivel de consumo de unas zonas y otras incluso cuando la densidad de población es igual (WWF, 2020).

A mediados del s. XX, el nivel de producción y consumo se estaba emparejando, llegando a ese límite predicho por Malthus. Sin embargo, el desarrollo de tecnologías, como los fertilizantes y biocidas químicos,



incrementaron el rendimiento de productivo del terreno, permitiendo superar ese momento crítico (Pazos-Rojas et al., 2016). A pesar del éxito, el uso extensivo de estas soluciones desencadenó graves consecuencias para la biodiversidad del planeta (Pazos-Rojas et al., 2016), y derivó en la consecuente crisis ambiental en la que estamos inmersos y cuyo inicio describió Rachel Carson.

Aunque esta situación afecta a todo el planeta, la intensidad con la que ocurre en las diferentes regiones es diferente. Por ello, se han construido indicadores para cuantificarlo y poder abordarla en función de las necesidades de cada lugar. De este modo, uno de los indicadores de sostenibilidad más extendidos es la huella ecológica, que trata de medir nuestro impacto sobre el ambiente. En base a ella, nuestro impacto ambiental se representa como la superficie de un territorio biológicamente productivo que necesita una persona para obtener todos los recursos que consume con su estilo de vida. Para visibilizar esta situación, existe un informe en el que se presenta el nivel de consumo de los ciudadanos de una región (WWF, 2020). Según el informe Planeta Vivo (WWF, 2020), consumimos un 30% más de los recursos naturales que el planeta puede regenerar, pero lo hacemos de forma desigual entre territorios (WWF, 2020). Con esto se evidencia que el problema no es solo de superpoblación, es de equidad.

Con la globalización, se desacoplan el consumo y la producción, ya no se consume donde se tiene el recurso. Es más, se ha fomentado la deslocalización de la producción. Los bienes se producen en países donde hay recursos materiales o humanos. La situación actual hace que los países en desarrollo utilicen sus recursos para fabricar productos destinados a los países más desarrollados. Esto, que, si el comercio fuera justo, produciría un enriquecimiento de los productores y un beneficio para los consumidores (disponibilidad y uso), no es así. Normalmente, el beneficio económico del productor es escaso y además genera

problemas ambientales por la sobreexplotación de recursos en origen. Mientras que el producto es accesible económicamente para el consumidor y no tiene perjuicios ambientales en su entorno próximo. Estas situaciones de injusticia ambiental también deben ser abordadas desde la Educación Ecosocial.

Actualmente existe una dimensión de la EA que se aborda desde la Justicia Social y que se denomina Justicia Ambiental (Agyeman, 2007; Arriaga y Pardo, 2011; Ramírez et al., 2015; Riechman, 2003; Wende, 2013). Su origen está en los años 70 del siglo pasado, cuando las minorías étnicas afroamericanas reivindicaron su derecho a no tener en sus barrios los vertederos de la ciudad (Arriaga y Pardo, 2011). En esas condiciones, su salud se veía afectada y reclamaron que la protección ambiental fuera para todos. Este movimiento social de Justicia Ambiental fue el promotor de la creación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

Sin embargo, la situación socioambiental actual que existe desde los últimos años no sólo ha exigido justicia ambiental, sino que está demandando soluciones que aborden el problema desde la raíz. Ello conlleva reequilibrar el peso que recibe la dimensión socioambiental frente a la ecológica (gestión ambiental). En este contexto, se presentaron los Objetivos del Milenio (2000) y la actual Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que publicó la ONU (2015), convirtiéndose en una estrategia donde se muestran las interrelaciones entre los problemas ambientales y los que tienen origen en diferentes aspectos sociales, económicos, culturales, sanitarios, éticos, políticos, etc.

Sin embargo, las diferentes crisis que hemos ido sufriendo siempre han tratado de minimizar los impactos económicos frente a las cuestiones ambientales, obviando que muchos de los problemas ambientales han sido provocados por las situaciones económicas que se han



venido desplegando en los últimos años. Concretando esto, podríamos decir que las epidemias sufridas últimamente (Zika, Ébola, etc.) y la pandemia de COVID-19 están muy relacionadas con la deforestación, pérdida de biodiversidad y calentamiento global. Sin olvidar las prácticas laborales de países pobres como el comercio de especies salvajes sin control sanitario que se favorecen con la deforestación y las necesidades económicas que tienen las familias de esos países (Vallés et al., 2021). Cambios necesarios en las prácticas económicas supondrían un cambio de paradigma del sistema social, económico y político, pero la incertidumbre que eso podría generar inmoviliza a muchos de los responsables de tomar un nuevo rumbo. Mientras, seguimos esperando una solución que mantenga el *statu quo*, con el manido *keep calm*.

"Mientras, seguimos esperando una solución que mantenga el *statu quo*, con el manido *keep calm*."

La Educación Ambiental para la resolución de los problemas ambientales

La situación ambiental de los años 60 del siglo pasado desembocó en los movimientos sociales descritos anteriormente y, con ello, se desencadenó la idea de que la solución a los problemas estaba en la educación; concretamente, en una educación que mostrara la importancia de cuidar el entorno. De esta manera se llega la primera definición de Educación Ambiental fruto de un seminario de postgrado celebrado en la Universidad de Michigan (EE.UU.) que se publicó en el primer número de la revista *Journal of Environmental Education*. La conclusión de

dicha reunión entendió la Educación Ambiental como un conjunto de saberes dirigidos a la producción de una ciudadanía que tenga conocimiento sobre el ambiente biofísico y sus problemas asociados, pero que también sea consciente de cómo ayudar a resolver estos problemas, y esté motivada para trabajar en su solución (Stapp et al., 1969). Además, debía procurar los siguientes objetivos (Stapp et al., 1969):

- Entender que los seres humanos son una parte inseparable e interrelacionada del sistema, que incluye además a la cultura y al ambiente biofísico, y que somos capaces de alterar sus relaciones.
- Conocer el ambiente biofísico natural y antrópico, y su papel en la sociedad.
- Comprender los problemas ambientales, sus posibles soluciones y la responsabilidad individual y colectiva en ellos.
- Ser capaz de desarrollar actitudes de preocupación por el entorno que inciten a tomar acción para la solución de los problemas.

Sin resultar extremadamente concreto, abrió la puerta a un marco teórico nuevo que también instruye sobre cómo lograr el cambio. El propio Stapp y sus colaboradores (1970) reconocen que, desde la investigación educativa, no se muestra un convencimiento total de que la adquisición de información y habilidades conducirá a la protección ambiental (Gutiérrez-Bastida, 2019). Este hecho está alineado con diferentes aspectos: el primero es la capacidad de ser impactado con la intensidad de promover cambio, que ya ha sido demostrado que es mayor a edades más tempranas (Liefänder y Bogner, 2014; Negev et al., 2008; Olsson y Gericke, 2016); por otro lado, tiene que ver con la forma en la que el individuo se siente capaz de intervenir (Olsson y Gericke, 2016). Para tomar acción, primero se debe reflexionar, pensar críticamente,



integrar información y procesarla en el modelo mental que cada uno tiene (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022). Esto nos conduce irremediabilmente al contexto social y cultural del individuo y eso, a su vez, a los valores y a la capacidad de tomar estas acciones en función de sus posibilidades, condicionantes vitales y empoderamiento (Pérez-Martín, 2022).

Esta estrategia de intervención que definieron Stapp et al. (1969) ha sido la base de las políticas internacionales en eventos clave de la historia de la Educación Ambiental desde la Carta de Belgrado (UNESCO, 1975), hasta la Agenda 2030 y los ODS (ONU, 2015). En el caso de España, la EA toma cuerpo en el Libro Blanco de la Educación Ambiental (Comisión Temática de Educación Ambiental, 1999) con una estrategia común a las propuestas internacionales. Incluso podemos decir que en el documento se ve una cierta evolución desde las propuestas de Stapp et al. (1969) hacia lo que actualmente llamamos

ODS, a través de concreciones de las ideas iniciales.

Conociendo el destino que se desea y las limitaciones para llegar a él desde el inicio del camino (Gutiérrez-Bastida, 2019; Stapp et al., 1970), llama la atención que la estrategia en la que se ha venido trabajando hasta ahora haya sido esta misma que en origen se presentó, y que no se hayan promovido abordajes que la complementen o mejoren. A la propuesta y detección de limitaciones de Stapp y colaboradores (1969; 1970), les han seguido multitud de trabajos (Gutiérrez-Bastida, 2019; Mogensen y Mayer, 2009; Sauvé, 1999; Vilches y Gil-Pérez, 2012) donde se profundiza en los posibles puntos de mejora. En muchos casos, la debilidad está focalizada en el papel del docente. Ellos mismos reconocen sus limitaciones, tanto desde el punto de vista de sus conocimientos disciplinares, como desde su capacidad para construir propuestas didácticas de éxito para trabajar estos temas (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022).

Sin embargo, la estrategia desplegada en EA ha mantenido fuera de su foco las cuestiones de la didáctica específica y manifiesta carencias didácticas, porque nunca se contemplaron esas cuestiones, ni siquiera tras los comentarios de Stapp et al. (1970). Los intentos para definir la competencia ambiental desde el punto de vista educativo son muy recientes (Mora y Guerrero, 2022; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Vilches y Gil-Pérez, 2012). Las estrategias iniciales, que han cambiado poco en los últimos 50 años, nos han traído muy probablemente al destino en el que nos hallamos (Gutiérrez-Bastida, 2019) y que se podía prever en el inicio del viaje: muchos saben qué hay que hacer para proteger el planeta, pero ni todos lo hacen ni les parece tan importante como resulta. Lo que se traduce en el buenismo ambiental (Pérez-Martín et al., 2019) y nos coloca en un punto donde debemos estar cerca de los máximos objetivos alcanzables, ya que no hay mucho margen de mejora con estas estrategias didácticas.

En este sentido, resulta imprescindible entender la necesidad de incluir la influencia de los contextos socioeconómicos y culturales de una forma integral en las problemáticas ambientales, lo que se ha iniciado institucionalmente en 2015 con la Agenda 2030. Hay que destacar que la visión predominante hasta ahora ha sido la ecológica, y que integrar otras perspectivas es necesario, pero no desde el punto de vista disciplinar aislado, sino desde el punto de vista transdisciplinar y con una perspectiva educativa y de valores.

Por otro lado, y si cabe más importante, la EA debe mejorar su capacidad de impactar sobre diferentes colectivos y, para ello, la mejora de las estrategias didácticas es clave para poder intervenir con eficacia educativa en la construcción de conductas, hábitos y valores. Sin embargo, este aspecto sigue desatendido a pesar de lo dicho por Stapp et al. (1970) hace más de 50 años. Podemos decir que la EA desplegada en la mayoría de los casos no está inter-



viniendo en esta dirección (Guevara-Herrero et al., 2023; Mora y Guerrero, 2022; Roldán-Arcos et al., 2022), ya que está centrada en la comunicación y no en la educación. De manera que se requiere construir una dimensión concreta íntegramente educativa, con contenido útil para la práctica de aula, y entendida como una didáctica específica en el ámbito de la EA (Pérez-Martín et al., 2022). En definitiva, es vital iniciar los trabajos para constituir una nueva dimensión en EA: la Didáctica de la Educación Ecosocial.

Según Guevara-Herrero y colaboradores (2023), los artículos publicados en revistas de reconocido prestigio sobre temas relacionados con la EA son generalmente artículos alejados de las aulas (63%), donde se incluyen análisis de las percepciones y actitudes, las reflexiones sobre el tema, los análisis de documentos oficiales, revisiones bibliográficas sobre el estado de la cuestión, así como el funcionamiento sostenible de instituciones. Por lo que solo el 37% son propuestas e

intervenciones de aula. Además, Roldán-Arcos y colaboradores (2022) analizaron las propuestas de intervención educativa para trabajar temas de EA organizadas desde las instituciones gubernamentales y ofrecidas para centros escolares y ciudadanos de la Comunidad de Madrid. En este estudio se pone de manifiesto la bajísima frecuencia de actividades que presentan la EA desde una perspectiva ecosocial, lo que limita la capacidad de entender la situación de crisis ambiental actual y el desarrollo de propuestas individuales de cambio de hábitos para revertir la situación.

Estos estudios avalan las consecuencias que describe Gutiérrez-Bastida (2019) y que tienen que ver con la idea de una EA centrada en un enfoque ecológico, así como las dificultades que presentan los docentes para trabajar una Educación Ecosocial (Gutiérrez-Bastida, 2019; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022).

Multitud de trabajos han mostrado la desafección por las cien-

cias que presenta el colectivo de maestros (Cantó et al., 2016; García-Carmona et al., 2014), lo que justifica las limitaciones que los maestros suelen presentar al abordar contenidos de este ámbito de conocimiento (Cantó, 2016; Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Sauvé, 2003). Con ello, mientras la EA solo se centre en la dimensión ecológica, será difícil que desplieguen todo su potencial en este contexto, debido a las inseguridades que presentan a la hora de trabajar estos temas. Tanto es así que, actualmente, se suelen promover desde las aulas intervenciones (alfabetizadoras o informativas) de expertos donde se presenta una problemática ambiental y se dan soluciones (conductas correctas) que deben desarrollarse por parte de los estudiantes (o ciudadanos), pero nunca se proponen las soluciones para los docentes. Hay que pensar en que la formación que requieren los docentes no es la misma que los ciudadanos. Ellos necesitan programas de formación que presenten cómo debe actuarse para la protección del medioam-

biente a través de estrategias didácticas en su práctica de aula. En estas exposiciones, no se suele promover la participación de los estudiantes para que: reflexionen sobre su vida cotidiana en contraposición con el problema, se ubiquen como parte del problema y parte de la solución, y valoren empáticamente los motivos por los que la población no cumple en cuestiones de protección ambiental. Por lo tanto, es difícil que los aprendices desarrollen el sentido crítico o participen en la búsqueda de soluciones (Pérez-Martín, 2022). Además, las estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas por los expertos (transmisión magistral de conocimiento, ausencia de evaluación, etc.) y su desconocimiento de los grupos con los que trabajan (no conocen los intereses individuales de los estudiantes) dificultan el impacto de sus intervenciones (Pérez-Martín, 2022).



Por ello, abordarlo desde una perspectiva ecosocial, tal y como se indica en el marco de la Agenda 2030, es necesario porque posiblemente favorezca que los maestros realicen de forma autónoma las intervenciones, al ser un contenido donde se sienten más capacitados (Pérez-Martín, 2022). Además, se convierte en un aprendizaje más integral desde la perspectiva socioambiental y enfocado a trabajar hábitos y valores, contenidos propios de la escolaridad obligatoria. Con ello, se produciría el desarrollo de intervenciones de aula con mayor fundamentación y criterio didáctico, donde se integren elementos pedagógicos y estrategias didácticas que mejoren la adquisición de los aprendizajes de los estudiantes y, con ello, una mejor conciencia ambiental y una mayor participación ciudadana en la protección ambiental desde las edades más tempranas.

Además, se suelen priorizar estas formaciones en cursos altos de la educación obligatoria (últimos cursos de Educación Primaria y Educación Secundaria), o incluso los no obligatorios (bachillerato), ya que se considera que la comunicación con el experto va a ser mejor, y los científicos no se sienten igual de cómodos en niveles educativos tempranos. Sin embargo, existen estudios que demuestran que el impacto sobre los estudiantes es mayor cuanto menor edad tienen (Ver Olsson y Gericke, 2016), y que, llegando a la adolescencia se reduce muchísimo en comparación con Educación Infantil y Primaria.

Por otro lado, estrategias y herramientas didácticas como la indagación, el relato, el aprendizaje basado en casos, la argumentación y el uso de pruebas, la controversia socio-científica, el Aprendizaje-Servicio (ApS) o las comunidades de aprendizaje, entre otras, pueden ser eficaces para el aprendizaje de una Educación Ambiental ecosocial reflexiva y crítica. Esto se debe a que todas ellas permiten problematizar, desde el punto de vista educativo, situaciones próximas y cotidianas que promueven una visión multifactorial de la realidad y que pue-

den ser aplicadas a cualquier nivel educativo (Esquivel-Martín et al., 2020; 2021; García-González et al., 2021; Lorenzo-Rial et al., 2020).

Con todo ello, parece evidente que la mejor forma de intervenir es promoviendo el conocimiento del contenido entre los maestros de Educación Infantil y Primaria (Vilches y Gil-Pérez, 2012), para que se empoderen y ellos sean capaces de diseñar sus propias actividades e intervenciones para trabajar estos contenidos. Además, sería muy deseable, tal y como ellos lo indican, que se les formase en el conocimiento didáctico del contenido (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022), algo que también es muy infrecuente en la EA para maestros en las facultades de educación (Pérez-Martín, 2022). Asimismo, también es imprescindible la creación de repositorios de materiales que permitan descargar y compartir materiales y propuestas educativas relacionadas con este tema, y que se alejen de la mera presentación de hechos, promoviendo acciones reflexivas. La creación de fondos documentales en abierto son experiencias que tienen gran demanda y aceptación por parte de la comunidad educativa (Planelló et al., 2017), ya que en general no se entiende bien en qué consiste la labor investigadora en educación para muchos docentes (Murillo y Perines, 2017) y, en el caso de la destinada a mejorar la enseñanza de las ciencias, se ha demostrado la brecha existente entre lo que demanda el profesorado y lo que la comunidad científica valora como importante (Esquivel-Martín et al., 2019a).

-

La Biodiversidad Urbana para trabajar la Educación Ecosocial

La biodiversidad se puede definir como la variabilidad de seres vivos que hay en una región en un determinado momento. En el caso de la



que habita en un entorno urbano, acotaría su territorio a dicho espacio. Así, para poder entender qué efectos tiene para la biodiversidad un entorno urbano, habría que definir qué es urbano frente a lo natural. Entendiendo que un entorno urbano sería aquel que está siendo modificado o condicionado por la presencia de seres humanos.

Todos sabemos que el planeta entero está siendo modificado por los seres humanos, incluso regiones totalmente alejadas de la civilización humana, lugares considerados prístinos como la Antártida o islas como las Svalbard, en el Ártico, donde el acceso humano está muy controlado. En estos casos, se ha descrito la afectación de poblaciones de seres vivos por la contaminación humana procedente de las ciudades. Sin embargo, y siendo pragmáticos, cuando pensamos en lo urbano, imaginamos ciudades con gran cantidad de tráfico rodado, y con grandes superficies asfaltadas. Lugares que no son adecuados para cualquier ser vivo. Sin embargo, existen situaciones donde lo urbano es menos intenso, pero también está condicionando la biodiversidad que existe en el lugar. En este caso, lo rural, un pequeño pueblo, también puede ser considerado urbano, ya que la intervención humana, por ejemplo, a nivel de ganadería o agricultura, condiciona la biodiversidad del entorno, tanto en el interior del pueblo, como en la zona periurbana, y también en la región extraurbana próxima.

Desde el punto de vista didáctico, lo urbano y su biodiversidad son muy relevantes porque se contextualizan fácilmente en la práctica educativa. En primer lugar, aproximan el conocimiento de los seres vivos y los efectos de la presencia humana sobre ellos. Entre estos problemas, destacaríamos los distintos tipos de contaminación, así como los usos del agua, o cómo las zonas verdes condicionan la presencia de otros seres vivos en la ciudad. Por otro lado, los estilos de vida (dimensión socioeconómica) afectan a la aparición de especies invasoras (responsabilidad en el cuidado de mascotas, el consumo y la gestión de ba-

suras, etc.); así como a las que se han visto desplazadas del entorno natural y retornan a la ciudad en busca de recursos.

"Lo urbano y su biodiversidad son muy relevantes porque se contextualizan fácilmente en la práctica educativa."

Estos temas permiten trabajar contenidos próximos (geográficamente y de interés) y de corte ecosocial. Lo que permite conocer situaciones próximas y la relación que tienen con los efectos que se observan en regiones lejanas, algo que ha sido definido como glocalidad (Murga-Menoyo y Novo, 2017). De esta forma se puede plantear que las situaciones cotidianas del estudiante podrían afectar a regiones muy alejadas dentro de un tiempo. Esas conductas y hábitos que tienen los niños tienen impacto sobre otras personas y, por ello, hay que hacerles ver esas conexiones.

En la formación de docentes, debemos conseguir transmitir la idea de que la Educación Ecosocial está en el marco de los valores. Por lo tanto, a la hora de desplegar sus estrategias didácticas para promover cambios de conductas, es imprescindible partir de la mente del que aprende, y conocer su escala de valores, que está ligada con su estilo de vida y sus intereses. Esto evidencia que los docentes deben adquirir formación sobre herramientas didácticas para el fomento del razonamiento científico que lleve a sus estudiantes a la toma de decisiones y acciones justificadas (argumentación, uso de pruebas, modelización, uso de preguntas mediadoras y para pensar, controversias socio-científicas, etc.). Con ello, podrán crear sus propias actividades educativas partiendo del conocimiento didáctico del contenido, así como desde el conocimiento del contenido. Generalmente se ha pensado que solo



se pueden diseñar actividades si se tiene un alto dominio del contenido. Sin embargo, también es posible hacerlo cuando el conocimiento didáctico es alto y se han adquirido competencias como aprender a aprender, mediante destrezas como la búsqueda de información, el contraste de la misma, el espíritu crítico y la organización de pruebas. Algo que todo maestro tiene que haber adquirido en su formación (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2022; Pérez-Martín et al., 2022). Además, se deben desarrollar líneas de trabajo donde se creen materiales que permitan acercar a las aulas herramientas didácticas que fomenten dicho razonamiento científico en el marco de los problemas ambientales, y, para ello, el contexto de la Biodiversidad Urbana es ideal, ya que los estilos de vida en sociedad están fuertemente asociados con todos los ODS de la Agenda 2030. Por ello, nuestro equipo investigador ha realizado propuestas en este sentido, como el uso de la biodiversidad marina en un entorno urbano para trabajar la conservación en el marco de las ciencias y las matemáticas (Esquivel-Martín et al., 2019b); los efectos de la introducción de especies en entornos urbanos como origen de la COVID-19 (Vallés et al., 2021); los impactos sobre diferentes entornos por las formas de relacionarse con ellos de los seres humanos, incluyendo propuestas didácticas que promueven la reflexión y la toma de acción (Esquivel-Martín et al., 2020; García-González et al., 2021; Muro y Pérez-Martín, 2021; Pérez-Martín et al., 2022; Reigosa y Pérez-Martín, 2019).

Referencias

- Agyeman, J. (2007). Environmental justice and sustainability. En G. Atkinson, S. Dietz y E. Neumayer (Eds.), *Handbook of sustainable development* (pp. 171-188). Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781847205223.00020>.
- Arriaga, A. y Pardo, M. (2011). Justicia ambiental. El estado de la cuestión. *Revista Internacional de Sociología*, 69(3), 627-648. <https://doi.org/10.3989/ris.2009.12.210>.
- Cantó, J. (2016). Percepción de la Sostenibilidad en los maestros en formación de Educación Infantil. *Indagatio Didáctica*, 8(1). <http://hdl.handle.net/10550/58983>.
- Cantó, J., Pro, A., y Solbes, J., (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de Educación Infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>.
- Comisión Temática de Educación Ambiental (1999). *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Esquivel-Martín, T., Bravo-Torija, B., y Pérez-Martín, J. M. (2019a). Brecha entre investigación y praxis educativas en la enseñanza de biología. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(4), 75-91. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.4.004>.
- Esquivel-Martín, T., Bravo-Torija, B., y Pérez-Martín, J. M. (2019b). La biodiversidad como herramienta para la enseñanza integrada de las Ciencias Naturales y las Matemáticas. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, 40, 135-154.
- Esquivel-Martín, T., González-Patiño, J., y Pérez-Martín, J. M. (2020). Marine Litter Hub. Comunidad práctica para la protección del medio marino mediante el Aprendizaje-Servicio. En P. Aramburuzabala, C. Ballesteros, J. García Gutiérrez y P. Lázaro (Eds.), *El papel del Aprendizaje-Servicio en la construcción de una ciudadanía global*. (pp. 113-120). UNED.



Esquivel-Martin, T., Pérez-Martín, J. M., y Bravo-Torija, B. (2021). The Use of Storytelling to Promote Literacy Skills in Biology Education: An Intervention Proposal. En M. D. Ramírez-Verdugo y B. Otcu-Grillman (Eds.), *Interdisciplinary Approaches Toward Enhancing Teacher Education* (pp. 155–177). IGI-Global.

Galor, O., y Moav, O. (2007). *The Neolithic Origins of Contemporary Variations in Life Expectancy*.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1012650>.

García-Carmona, A., Guzmán, M. C., y Criado, A. (2014). ¿Qué hacías para aprobar los exámenes de Ciencias, qué aprendiste y qué cambiabas? *Investigación en la Escuela*, 84, 31–46.

García-González, S., Pérez-Martín, J. M., y Bravo-Torija, B. (2021). Cuentos para despertar el sentido crítico ambiental. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 104, 22–28.

Guevara-Herrero, I., Pérez-Martín, J. M., y Bravo-Torija, B. (2023). Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la investigación educativa sobre Educación Ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (en prensa).

Gutiérrez-Bastida, J. M. (2019). 50 años de educación ambiental: un balance incompleto hacia la educación ecosocial en el Antropoceno. *Carpeta Informativa del CENEAM*, 3–15.
https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/numeros-anteriores/carpeta-mayo-2019_tcm38-496709.pdf.

Lorenzo-Rial, M. A., Pérez-Rodríguez, U., Varela-Losada, M., y Vega-Marcote, P. (2020). ¿Influyen las características personales del profesorado en formación en sus actitudes hacia una educación ambiental transformadora? *Pensamiento educativo*, 57(2), 1–22.

Liefländer, A. K., y Bogner, F. X. (2014). The effects of children's age and sex on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 45(2), 105–117.
<http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2013.875511>

Mogensen, F., y Mayer, M. (2009). Perspectivas sobre la educación ambiental. Un marco de trabajo crítico. En F. Mogensen, M. Mayer, S. Breiting y A. Narga (Coords.), *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad* (pp. 21–42). Graó.

Mora, W. M., y Guerrero, N. (2021). Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 51, 299–316.
<https://doi.org/10.17227/ted.num51-12536>.

Murillo, F. J., y Perines, H. (2017). Cómo los docentes no universitarios perciben la investigación educativa. *Revista Complutense de Educación*, 28(1), 81–99.
https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.48800.

Muro, A., y Pérez-Martín, J. M. (2021). La concienciación ambiental en el aula de infantil mediante el cine y los cuentos. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 3(1), 1302.
http://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2021.v3.i1.1302.



Murga-Menoyo, M. A., y Novo, M. (2017). Sostenibilidad, Desarrollo «Glocal» y Ciudadanía planetaria. Referentes de una Pedagogía para Desarrollo Sostenible. *Teoría educativa. Revista interuniversitaria*, 29(1), 55-78.

<https://doi.org/10.14201/teore-du2915579>.

Negev, M., Sagy, G., Garb, Y., Salzberg, A., y Tal, A. (2008). Evaluating the environmental literacy of Israeli elementary and high school students. *The Journal of Environmental Education*, 39(2), 3-20.

<http://dx.doi.org/10.3200/JOEE.39.2.3-20>.

Olsson, D., y Gericke, N. (2016). The adolescent dip in students' sustainability consciousness -Implications for education for sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 47(1), 35-51.

<https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1075464>.

ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. <http://t.ly/rgAD>.

ONU (2000). 55/2. *United Nations Millennium Declaration*.

<http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>.

Pazos-Rojas, L. A., Marín-Cevada, V., Elizabeth, Y., García, M., y Baez, A. (2016). Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(7), 72-85.

Pérez-Martín, J. M. (2022). Nuevas perspectivas: La Educación Ambiental para maestros, a propósito de la movilidad sostenible. En R. Sánchez Aguilar, M. A. Jara Santamedia y J. I. Sánchez Gutiérrez (Eds.), *Ideas fuerza para la movilidad sostenible del s. XXI*. (pp. 11-22). AGD Ediciones.

Pérez-Martín, J. M., y Esquivel-Martín, T. (2022). El reto de dimensionar la competencia ambiental para maestros/as a través de sus percepciones durante la formación inicial. En L. Cañadas y S. Rappoport (Eds.), *Las competencias generales en la formación inicial docente. Experiencias y orientaciones para su desarrollo* (pp. 36-47). Dykinson.

Pérez-Martín, J. M., Esquivel-Martín, T., y Guevara-Herrero, I. (2022). En busca de la dimensión abandonada: la Didáctica de la Educación Ambiental. En J.M. Pérez-Martín, T. Esquivel-Martín e I. Guevara-Herrero (Eds.), *Educación Ambiental de maestros para maestros*. (pp. 9-15). Dykinson.

Pérez-Martín, J. M., González-Patiño, J., Esquivel-Martín, T., Ambrosina, T., Bravo-Torija, B., y Atrio-Cerezo, S. (2019). Marine Litter Hub: comunidad de aprendizaje expandida sobre la protección del medio marino desde un enfoque transdisciplinar para Educación Secundaria. En M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz, A. Brandi Fernández. (Eds.), *Experiencias didácticas en el ámbito STEM. Investigación y Didáctica en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas* (pp. 183-190). Santillana.

Planelló, R., Herrero, O., Novo, M., Aquilino, M., Escaso, F., Ortega, F., Pérez-Martín, J. M., Narváez, I. (2017). BIOINNOVA traspasa fronteras plataforma en abierto para la distribución del conocimiento sobre biodiversidad. *100cias@uned*, 10, 280-285.

<http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:revista100cias-2017-numero1one-5340/BioInnova.pdf>.

Ramírez, S. J., Galindo, M. G. y Contreras, C. (2015). Justicia ambiental. Entre la utopía y la realidad social. *Culturales*, 3(1), 225-250.



Reigosa, N., y Pérez-Martín, J. M. (2019). Educación Ambiental y para la Sostenibilidad en Educación Infantil. Una propuesta de investigación-acción competencial. *Revista de investigación Magister*, 4. <https://app.rdim.es/archivos/publicacion/c59131f12f1aac6c8f9e-678dda612300.pdf>

Riechman, J. (2003). Tres principios básicos de justicia ambiental. *Revista Internacional de Filosofía Política*, 21, 103-120.

Roldán-Arcos, S., Pérez-Martín, J. M., y Esquivel-Martín, T. (2022). Educación para la Justicia Ambiental: ¿qué propuestas se están realizando? *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11(2), 11-27. <https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.2.001>

Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: En busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27.

Sauvé, L. (9-13 de junio de 2003). *Perspectivas curriculares para la formación de formadores en Educación Ambiental*. I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México.

Spottiswoode, C. N., Beggand, K. S., Begg, C. M. (2016). Reciprocal signaling in honeyguide-human mutualism. *Science*, 353(6297), 387-389. <https://doi.org/10.1126/science.aaf4885>

Stapp, W. B., Bennett, D., Bryan, W., Fulton, J., Havlick, S., MacGregor, J., Nowak, P., Swan, J. y Wall, R. (1969). The Concept of Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 1(1), 30-31. http://www.hiddencorner.us/html/PDFs/The_Concept_of_EE.pdf

Stapp, W. B., Bennett, D., Fulton, J., MacGregor, J., Nowak, P., Swan, J., Wall, R., y Havlick, S. (1970). The concept of environmental education. *American Biology Teacher*, 32 (1), 14-15.

Vallés, C., Rodríguez-Losada, N., Pérez-Martín, J. M., y Abril, A.M. (2021). ¿De dónde proviene este coronavirus? En A. M. Abril, A. Blanco, A. J. Franco (Coords.), *Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19. De la investigación didáctica al aula* (pp. 63-74). Graó.

Vilches, A., y Gil-Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(2), 25-43. <https://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART2.pdf>.

Vilches, A., y Gil Pérez, D. (2021). El Antropoceno. Riesgos y oportunidades para las nuevas generaciones. *Educación Química*, 32 (número especial), 55-72. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.4.80342>.

Wende, N. (2013). CAFOS and environmental justice. The case of North Carolina. *Environmental Health Perspectives*, 121(6), 182-189. <https://doi.org/10.1289/ehp.121-a182>.

WWF (2020). *Informe Planeta Vivo 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*. En R.E.A. Almond,; M. Grooten; D. Juffe Bignoli, y T. Petersen (Eds). WWF.

Zambrana, P. (2011). La protección de las aguas frente a la contaminación y otros aspectos medioambientales en el Derecho romano y en el Derecho castellano medieval. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, 37(2), 597-650. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-68512011000200016>.

Las plantas en la ciudad.

María Ocaña





¿Te ha ocurrido alguna vez que, como buen amante de la naturaleza, vives en plena ciudad porque es donde te ha tocado vivir? ¿O te toca ir al trabajo en plena Gran Vía? ¿O tus hijos van a un colegio rodeado de carreteras llenas de atasco?

Tranquilo, no estás solo, somos muchos los amantes de la paz y armonía que transmite la naturaleza, pero a causa de nuestra sociedad no nos podemos permitir el lujo de vivir en una cabaña en mitad del bosque.

Hay un proverbio árabe que dice lo siguiente: “Quien quiere hacer algo encuentra un medio, quien no quiere hacer nada encuentra una excusa”. Creo que este proverbio es un importante punto de partida para empezar a amar y entender el entorno más cercano para la mayoría de las personas: la ciudad.

¿Sabías que Madrid es la segunda ciudad DEL MUNDO con más árboles? Este dato es importante para empezar a aplicarnos lo de “encontrar un medio”, es decir, tenemos, por lo menos, árboles a nuestro alcance en la ciudad de Madrid. Y es aquí cuando surge la segunda pregunta ¿por qué no nos damos cuenta de ello para beneficiarnos?

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 trata sobre las “Ciudades y Comunidades Sostenibles”, analizando que el Planeta cada vez tiende a urbanizarse más. Esto es un grave problema, no sólo por lo que supone a nivel de destrucción de zonas naturales para construir ciudades, por ejemplo, sino también porque sin naturaleza, no existiríamos; como me gusta decir, los edificios no nos dan oxígeno.

Y es aquí cuando vemos que existe un problema, de los grandes, ¿qué podemos hacer?

Como personas que nos dedicamos al mundo de la educación, ya te he dado la respuesta en esa frase: EDUCACIÓN. Si las personas no saben, no conocen, no ven, no sienten, poco se puede hacer; y es que vivimos en la ignorancia: o bien no queremos saber o bien no quieren que sepamos. ¡Qué heavy! Tenemos dispositivos con acceso a infinidad de información y parece que no nos da la gana encontrarla... o a lo mejor es que no sabemos por dónde empezar a buscar; esto ya depende de cada uno.

Esta situación se puede llevar perfectamente a la escuela, una mini sociedad. Ese lugar en el que como maestras y maestros tenemos un gran altavoz para poder transmitir la importancia de las plantas en nuestro entorno más cercano y facilitar herramientas suficientes para que nuestros peques sean capaces de encontrar esa información y realidad que antes comentaba.

Hay un proverbio árabe que dice lo siguiente: “Quien quiere hacer algo encuentra un medio, quien no quiere hacer nada encuentra una excusa”.



“Pero Mery, esto es muy fácil decirlo, pero es que trabajo en un colegio que no tiene ni un árbol bien plantado ¿qué hago?” ¡Pues muy sencillo!

Para empezar: BUSCA, que seguro que encuentras.

No es necesario tener un Roble milenario plantado en mitad del patio del colegio para acercar a nuestros peques al grandioso mundo de las plantas. Con un mini arbusto o cuatro hierbajos, nos puede servir.

ACTÚA.

Si no hay nada, deja volar tu imaginación para que exista: ya puede ser plantando una lenteja en un envase de yogur, como se ha hecho toda la vida, hasta plantear en la dirección del colegio la renaturalización de los patios; algo de lo que no sólo se benefician nuestros peques, sino también el personal que trabaja en el centro educativo, ya que tener naturaleza a nuestro alcance, tiene grandes beneficios, de los cuales ya hablaré más adelante.

ACERCA.

En la mayoría de las ocasiones, tanto niños como personal de tu centro educativo, no tienen conocimiento sobre las plantas, sus beneficios, características... es por eso por lo que es muy importante darles a conocer este maravilloso mundo. Acerca esta información, sé el medio que la naturaleza necesita y del que somos nosotros mismos los primeros en beneficiarnos.

VE MÁS ALLÁ.

Si todo esto parece imposible, traspasa las fronteras de tu centro y sal a la calle a ver y disfrutar de las plantas de la ciudad. Si no te dejan, puedes motivar a tus peques a que se fijen cuando vuelven a sus casas por la tarde e incluso lleva materiales al aula: plantas pequeñas, cuentos, fotografías, carteles...

Una vez más, no busques excusas.

Ya es un hecho que las ciudades buscan vida, verde y fresca. Nos hemos dado cuenta no hace mucho, en estos calurosos meses en los que se podían freír huevos fritos en el asfalto de Madrid.

Todo esto es adaptación y evolución, y no es algo negativo, es una realidad a la que tenemos que enfrentarnos porque ya es demasiado tarde para volver a atrás, y cuanto antes seamos conscientes y empecemos a demandar este tipo de cambios en nuestras ciudades, menor será la catástrofe.

Además, toda esta situación la estamos viendo desde una posición privilegiada, en nuestra casa con el aire acondicionado sufriendo por los incendios en Galicia. Pero tú, yo, nosotros, tenemos ese aire acondicionado y una cama en la que dormir tranquilos ¿qué ocurre con todas esas personas que no tienen ese aire acondicionado? Porque ya ni te hablo de las que duermen en ese asfalto recalentado, que son muchas.

Por lo tanto, las plantas en la ciudad son un elemento crucial, ya que suponen una mejora no sólo medio ambiental, si no también humanitaria. Los beneficios que estas aportan son los siguientes:

- Los árboles son excelentes filtros para contaminantes urbanos como partículas de polvo, suciedad o humo. Estos grandes seres se encargan de atrapar el aire en sus hojas y corteza. Un árbol maduro puede absorber hasta 150 kg de gases contaminantes por año.

Si trasladamos este beneficio a nuestra realidad, a nuestras aulas, con nuestros peques, es importante tener en cuenta que, gracias a los árboles, y a las plantas en general, los niños tendrán una mejora en su salud respiratoria. Hay estudios que dicen que la salud del aire afecta al



desarrollo neurológico y dificulta el desarrollo psíquico y motor. Esto se encuentra respaldado por el ODS 3, que trata sobre la salud y bienestar. Por tanto, aunque no todos tengamos la oportunidad de vivir en un entorno natural, hagamos de nuestras ciudades espacios más verdes para mejorar nuestra calidad de vida.

- La ubicación estratégica de los árboles en las ciudades puede ayudar a enfriar el aire entre 2°C y 8°C.

Si lo quieres comprobar, ve paseando por la calle y acércate a cualquier parque, seguro que notas esa brisa más fresca. Además de que esto aporta gran calidad a nuestra salud mental, puesto que las plantas transmiten tranquilidad y armonía.

Esto último es muy sencillo de comprobar en tu aula, lleva una planta al colegio, seguro que más de una persona se queda embobada mirándola e incluso acariciándola, es una maravilla los poderes terapéuticos de estos seres verdes.

- Las plantas en las ciudades benefician a la biodiversidad autóctona, ofreciendo alimento y refugio a diferentes tipos de animales que enriquecen la fauna del entorno.

Uno de los mayores enemigos de las plantas es la conocida “lluvia ácida”, esta produce grandes catástrofes en la vegetación, ya que acaba con los organismos fijadores de nitrógeno. Esto hace que las plantas pierdan nutrientes esenciales para sobrevivir y por lo tanto se vuelven más vulnerables a las plagas.

- Vivir cerca de espacios verdes urbanos y tener acceso a ellos puede mejorar la salud física y mental, ya que, por ejemplo, ayuda a disminuir la presión arterial alta y el estrés.

Un ejemplo muy sencillo para poner esto en práctica puede ser el siguiente: Si no tienes la oportunidad de tener un espacio verde cerca de donde vives, que ya es raro, pero puede haber de todo. Busca en YouTube vídeos de relajación o meditación y fíjate en el tipo de imágenes que aparecen. Respuesta: todos tienen algún tipo de relación con la naturaleza.

Y ojo, que todos estos beneficios no me los he inventado yo para convencerte de nada, lo dice la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Me gustaría concluir este capítulo volviendo a recordarte que “Quien quiere hacer algo encuentra un medio, quien no quiere hacer nada encuentra una excusa”. Que la situación que estamos viviendo es la que es, pero que eso no nos desmotive, que continuemos alzando nuestras voces, creando soluciones y aprovechando los recursos naturales que tenemos a nuestro alrededor, por mínimos que sean, ya que son un gran punto de partida para acercarnos a la naturaleza, beneficiarnos de todo lo que ella nos regala y crear conciencia en el Planeta. Sé parte del cambio que todos necesitamos (Figura 1).

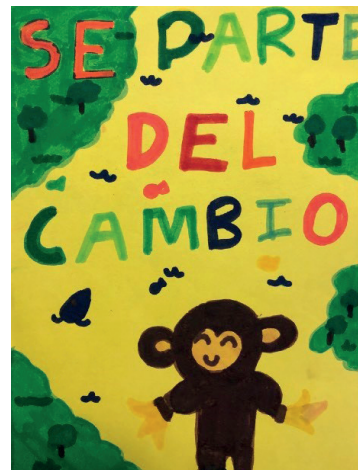


Figura 1. Dibujo de una alumna de 2º Primaria parte de un proyecto de concienciación en el colegio.

Un espacio en busca de la biodiversidad. El edificio de la escuela.

Camilo Jené Perea ^{ID}





Los centros educativos son espacios públicos en los cuales se desarrolla la mayor parte de la vida de la infancia y adolescencia de los menores en su etapa de la enseñanza básica, que nuestra vigente Constitución de 1978 considera obligatoria. Pero no solo durante esa etapa ya que son centros donde asiste alumnado de 0-6 y superiores a los 16 años. Así pues, los centros educativos son espacios con una actividad compleja y diversa y como tales deben ser tratados.

Los espacios arquitectónicos invitan a realizar diferentes actividades, a sentir de maneras diferentes, a socializarse, o bien, a vivir de forma más individualizada, a jugar, a sentirse cómodo leyendo, estudiando, a comprender y amar la naturaleza y su diversidad, es decir, el espacio, con toda seguridad, acaba educando y por lo tanto hemos de servirnos de él y utilizarlo en los objetivos educativos que nos planteemos.

La verdadera educación es aquella que trabaja desde una mirada integral hacia su alumnado y así se entiende desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ya que estos no pueden ser desarrollados si no se trabajan desde la educación. Para conseguir el ODS 15 y poder “gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras o detener la pérdida de diversidad” solo se puede conseguir a través del ODS 4 inculcando una “educación de calidad” en nuestro alumnado.

Decía Francisco Giner de los Ríos que el objeto del edificio “no es, como suele entenderse, servir de local para todas las lecciones, sino para aquellas tan solo que, por su índole, o por las circunstancias especiales del momento, deban darse en salas cerradas”, en otras palabras; la Escuela no es un edificio, el edificio es de la Escuela y a ella se debe y se adapta.

Hoy en día nos encontramos con unos centros educativos cuyos espacios son duros, encerrados en sí mismos, ajenos a la naturaleza que les rodea como si fuesen espacios hostiles y contrapuestos. Es necesario no solo que nos adaptemos a la naturaleza, sino que nos fusionemos con ella y aprendamos de ella. La Naturaleza y su biodiversidad es el gran espacio educativo que la sociedad ha ido menospreciando poco a poco a favor de unas urbes desnaturalizadas y masificadas, algo que el ODS 11, “logrando que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”, intenta revertir; tenemos que acabar con el modelo de actuación urbanística actual donde prima el interés económico frente al social.

Ninguna materia que se imparta en el aula es ajena a la naturaleza, desde psicomotricidad, matemáticas (Figura 1), música o filosofía. Si la naturaleza inculca valores como el respeto o los cuidados, ayuda a adquirir autonomía o creatividad, entonces, ¿por qué no la aprovechamos?

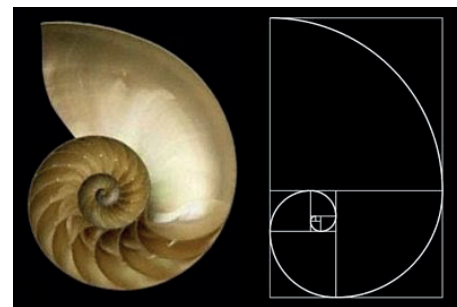


Figura 1. El Nautilus y la serie de Fibonacci.
Fuente: <https://acortar.link/QxSD6G>



Este planteamiento es sencillo en centros rurales o de pequeños núcleos urbanos donde la biodiversidad y la conexión con la naturaleza es más cercana y su alumnado se ve beneficiado de ello, pero no nos engañemos; no es imposible en las grandes urbes metropolitanas, de ahí la importancia que adquiere en ellas el tomar en consideración los terrenos donde se van a construir los nuevos centros educativos y en los ya construirlos reformarlos, en su caso, para adaptarlos a esa añorada educación integral. Si no podemos estudiar al aire libre tendremos que traer la naturaleza al aula (Figura 2). En cualquier caso, la biodiversidad existe en las urbes sean grandes o pequeñas, aunque pueda no ser igual a la que exista en un parque nacional, no por ello debe minusvalorarse, simplemente es distinta y hay que darle el valor que cada una de ellas tienen.



Figura 2. CEIP Tierno Galván (Tres Cantos – Madrid).

Fuente: <http://tier-nogalvantrescantos.es/instalaciones/hall>

Los espacios interiores y exteriores deben estar interconectados de tal manera que su utilización sea fluida y este normalizada. Ha sido realmente dañino la desaparición en muchos centros de los areneros simplemente porque el alumnado entraba a sus respectivas clases y

“las ensuciaban”, como si el acto de ensuciarse, ensuciar, limpiarse y limpiar no formase parte de la propia vida y de su aprendizaje, independientemente del problema real que pueda existir con los gatos, que es fácilmente solucionable tapándolos.

Podemos poner diferentes ejemplos que por ser clásicos no son menos importantes como; potenciar los huertos escolares enseñando también a aprovechar el agua en su regadío por goteo, la plantación de árboles frutales donde podamos ver crecer una fruta hasta completar su maduración para degustarla, además siendo éstos en su mayoría caducifolios veremos el paso de las estaciones y los colores, incluso introduciendo los famosos hoteles de insectos que enriquecen el ecosistema o la creación de cajas nido para aves. Todos ellos son solo algunos de los ejemplos que se pueden trabajar sin necesidad de realizar una gran inversión económica y no hay lugar a dudas que la mejor manera de aprender es ver la realidad en su vida cotidiana, palparla y embutirse en ella. Te pueden explicar cómo funciona un avispero, pero si lo ves, lo aprehendes, lo captas por medio de los sentidos lo interiorizas con más facilidad, observas a las larvas salir de sus celdas y aprendes su metamorfosis completa (Figura 3).



Figura 3. Nido de avispa asiática (Vespa velutina).

Fuente: elaboración propia.



En el plano del propio edificio se pueden crear fachadas vegetales artesanales, realizar cubiertas vegetales, protegerlos con una arboleda, crear láminas de agua que refresquen el ambiente. Interesante también es la creación de charcas con plantas acuáticas donde rápidamente aparecerá una gran diversidad de animales. Todos estos espacios, si se involucra a toda la Comunidad Educativa para que sean de todos, son de fácil sostenimiento y lo cierto es que son espacios tan atractivos para estar y vivir que invitan a utilizarlos en tiempos no necesariamente lectivos, abiertos al barrio donde habitan, no hemos de olvidar que la biodiversidad contribuye al bienestar social.

Para el desarrollo y la innovación de los espacios arquitectónicos considerados como infraestructuras educativas es indudable el necesario apoyo de las administraciones autonómicas que, siendo las competentes en estos momentos, por desgracia, son parcas en realizar centros públicos innovadores, por este motivo la fe-

deración de padres y madres de la Comunidad de Madrid “FAPA Francisco Giner de los Ríos” lleva tiempo solicitando la convocatoria de concursos de arquitectura para la aportación de ideas que no salen de la propia Consejería de Educación. Pero la realidad es que el trabajo diario y educativo, la verdadera fuerza, siempre y cuando dichas administraciones no se interpongan, pertenece al ámbito de las metodologías que se imparten desde la propia aula y son los docentes los que deben coordinarlas contando siempre con el resto de la Comunidad Educativa.

También es necesario utilizar la naturaleza al servicio de la arquitectura buscando espacios de luces y sombras. plantando árboles adecuados, con fachadas y cubiertas vegetales, creando láminas de agua, tenemos una importante arquitectura tradicional hispanomusulmana que no podemos desdénar, el control de la energía, del frío, del calor o la ventilación se pueden canalizar desde métodos naturales, no sólo

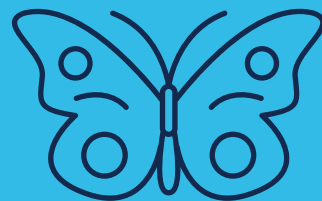
mecánicos, para cumplir el ODS 3 sobre “la salud y el bienestar”. La arquitectura bioclimática tiene un importante papel educativo para los estudiantes que viven en su día a día cómo se comporta influyendo en sus familias tal y como lo han hecho durante años con la regla de las 3 erres, Reducir, Reutilizar y Reciclar haciendo un bien trabajo a favor del ecosistema.

No es necesario vivir y aprender en burbujas artificiales, no es idóneo, no es conveniente, no es natural. No es educativo. La Escuela necesita espacios donde desarrollarse, pero el edificio solo es imprescindible en determinados momentos.

Abramos nuestros centros educativos a la Naturaleza y su biodiversidad.

El jardín de mariposas: una propuesta para la renaturalización de espacios urbanos.

Toni de la Torre ^{ID} y *Maite Novo* ^{ID}





"Las mariposas son, por su visibilidad y sensibilidad a la degradación de los hábitats, un buen indicador de calidad ambiental de un entorno."

Los datos relativos a la presencia de polinizadores en las zonas urbanas no son nada halagüeños. Sólo teniendo en cuenta las mariposas, los datos apuntan que al menos 2/3 de las especies de este lepidóptero están en declive, y hemos perdido cerca del 50% de mariposas en los últimos 15 años, desapareciendo más rápidamente en las zonas urbanas que en las rurales.

Las mariposas son, por su visibilidad y sensibilidad a la degradación de los hábitats, un buen indicador de calidad ambiental de un entorno. Las ventajas de las mariposas diurnas como excelente indicador ambiental se encuentran en que:

1. Muestran una gran sensibilidad respecto la composición y estructura de la vegetación. En su estadio larvario dependen exclusivamente de un reducido número de plantas nutricias con las que evolutivamente han sincronizado sus ciclos y si están plantas escasean, las poblaciones de mariposas inician un rápido declive.
2. Una parte importante de las especies son sedentarias y se ven muy afectadas por el fenómeno de fragmentación del hábitat. La conexión entre poblaciones cercanas disminuye rápidamente si se crean barreras o desaparece el hábitat favorable, comportando una elevada frecuencia de extinciones locales.
3. Son extraordinariamente sensibles al clima y responden marcadamente (con cambios fenológicos, de abundancia y distribución geo-

gráfica) a fenómenos como el calentamiento global y las variaciones en los regímenes termo y pluviométricos. De forma adicional acusan los efectos que el cambio climático provoca sobre el adelanto de los ciclos vegetativos de sus plantas nutricias de manera que dejan de estar coordinados con sus ciclos reproductivos.

4. Juegan un papel fundamental en el ecosistema, tanto como consumidores primarios (herbívoros) como de fuente de alimento para muchos consumidores secundarios (depredadores y parasitoides).
5. Acostumbran a mostrar una alta sensibilidad a los plaguicidas empleados en agricultura y jardinería ornamental durante las últimas décadas.
6. Su gran valor estético y la relativa facilidad con la que se pueden identificar las ha convertido en un grupo muy popular dentro de los polinizadores.

Ante la pérdida global de biodiversidad debida a la degradación de hábitats y el uso de plaguicidas, una apuesta que se ha planteado es el diseño e implementación de jardines en zonas urbanas que favorezcan la preservación de la biodiversidad local de polinizadores, permitiendo a los insectos alimentarse y reproducirse. Cada vez proliferan más los denominados *Jardín de Mariposas* (Figura 1), espacios ajardinados en zonas urbanas diseñados con la finalidad de que los polinizadores, especialmente las mariposas, puedan completar su ciclo vital en un mismo espacio.

Como ejemplo práctico, en la Universitat Rovira i Virgili (URV, Tarragona) se han realizado diversas actuaciones dirigidas a favorecer la biodiversidad dentro de los campus de la universidad, consistentes en la creación de paisajes urbanos amigables para la vida salvaje, ricos en especies y que proporcionen nuevos corredores ecológicos in-

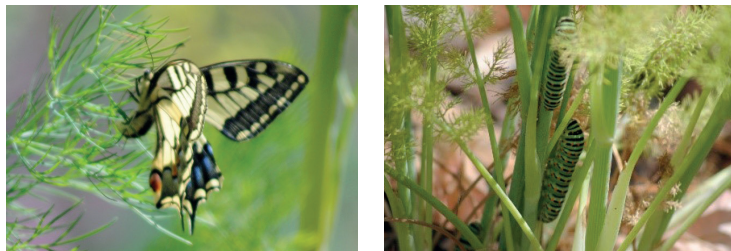


Figura 1. Hembra de macaón (*Papilio machaon*) ovopositando sobre hinojo. Tres orugas de macaón sobre hinojo. Ambas fotografías en el Jardín de las Mariposas del Campus Sescelades de la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona).

Fuente: Antonio de la Torre López.

terconectados dentro de los campus y con el entorno urbano y periurbano vecino.

Cabe destacar, el diseño, construcción y mantenimiento del “Jardín de las Mariposas” (Figura 2) en medio del Campus Sescelades, de una superficie de 180 m², creado en el 2018 con especies vegetales adaptadas al clima mediterráneo y el “Jardín de la Biodiversidad” del Campus Bellissens, de 240 m² de superficie y más de 150 metros lineales de muro bajo de piedras para lacértidos. Este jardín por sí solo atrae a más de 20 especies de mariposas del entorno. En el caso de la URV, la promoción de la biodiversidad en los campus se orienta a contribuir con el ODS 15 “Vida Terrestre”, pero incide de forma positiva en otros objetivos como el ODS 3 “Salud y Bienestar”, el ODS 11 “Ciudades y comu-

nidades sostenibles”, el ODS 13 “Acción climática y el ODS 17 “Alianza para los objetivos”.

En la URV, a parte de la construcción y mantenimiento de estos jardines, se están realizando, entre otras acciones, campañas divulgativas dirigidas a la comunidad universitaria y la población general para contribuir al aumento de la biodiversidad de polinizadores y la mitigación de la degradación de sus hábitats en la ciudad. Entre ellos, destacamos por su impacto y acogida la propuesta de “Balcones verdes: la biodiversidad en tu casa”, en la que se presenta una guía práctica de cómo crear un espacio atractivo no sólo para las mariposas sino también para otros grupos de insectos como las abejas solitarias, abejorros, sírfidos, coleópteros, etc. en tan sólo un metro cuadrado de superficie. En cualquier caso, ya sea para la construcción de un Jardín de Mariposas más extenso o para la planificación de las plantas a colocar en los balcones o ventanas de los edificios, se siguen unos principios fundamentales comunes, que a continuación se detallan.

Figura 2. Jardín de las Mariposas en el Campus Sescelades de la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona).

Fuente: Maite Novo Molinero.





La primera consideración que debemos tener presente en el diseño de un Jardín de Mariposas es que el espacio ha de servir tanto para atraer a las mariposas, como para facilitarles la puesta de sus huevos y el crecimiento de las orugas. De esta manera, potenciamos las diferentes fases de su ciclo vital más sensibles a la degradación del hábitat y conseguimos que las mariposas de la siguiente generación sean sanas y abundantes. Por tanto, el tipo de plantas que escogeremos para un jardín de mariposas tendrá en cuenta las necesidades de este lepidóptero en todas sus fases vitales (Tabla 1). Por un lado, se requieren plantas melíferas, ricas en néctar, que proporcionen el alimento en fase mariposa. Con este fin se seleccionan plantas autóctonas y alóctonas para mantener la oferta floral durante todo el año. Por otro lado, se requieren plantas nutricias, adecuadas para que las mariposas puedan poner sus huevos y las larvas puedan alimentarse.

Otras consideraciones que hay que tener presentes en el diseño y mantenimiento de estas zonas ajardinadas son las siguientes:

- Escoger un espacio protegido del viento y soleado (mínimo 3 horas de sol al día), evitando idealmente la insolación en las horas centrales del día.
- Asegurar un buen riego y drenaje de las plantas.
- Cortar las flores que se están marchitando, para favorecer la floración y poderla mantener durante más tiempo.
- Combinar plantas para tener flores durante toda la temporada.
- Agrupar las flores por su color, generando zonas de coloraciones homogéneas.

Ejemplos de plantas ricas en néctar (Fase Mariposa)	Ejemplos de plantas nutricias (Puesta de Huevos y Fase Larvaria)
<ul style="list-style-type: none">• Lantana (<i>Lantana camara</i>)• Salvia (<i>Salvia divinorum</i>)• Romero (<i>Salvia rosmarinus</i>)• Lavanda/Espliego (<i>Lavandula</i>)• Capuchina (<i>Tropaeolum majus</i>)• Limonium (<i>Limonium perezii</i>)• Madroño (<i>Arbutus unedo</i>)• Abelia (<i>Abelia grandifolia</i>)• Pentas (<i>Pentas lanceolata</i>)• Duranta (<i>Duranta repens</i>)• Hebe (<i>Hebe speciosa</i>)• Gazania sp.• Sedum sp.• Echium (<i>Echium candicans</i>)• Sauzgatillo (<i>Vitex agnus-castus</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Hinojo (<i>Foeniculum vulgare</i>)• Col (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)• Capuchina (<i>Tropaeolum majus</i>)• Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)• Ortiga (<i>Urtica dioica</i>)• Loto corniculado (<i>Lotus corniculatus</i>)• Festucas• Aristolochia sp.• Ciruelo (<i>Prunus domestica</i>)• Mostaza (<i>Sinapis alba</i>)
	<p>Tabla 1. Selección de plantas adecuadas para que las mariposas puedan completar su ciclo vital en un mismo espacio ajardinado.</p>

Los patios cordobeses para la Educación Ecosocial y la promoción de la Biodiversidad Urbana Vegetal.

Lorena Sánchez-Ferrezuelo^{ID} y Marina Grande^{ID}





El mundo vegetal se desliza ante nuestros ojos de manera silenciosa, disfrazando su importancia como si de algo irrelevante se tratase. Las plantas, tan variadas y diferentes, tan vivas y autosuficientes, viven en una sociedad en la que el ser humano prioriza egoístamente su bienestar frente a la desprotección y maltrato del planeta. La evolución histórica de las ciudades ha tendido a la reducción de los espacios verdes, en beneficio de infraestructuras de interés socioeconómico (carreteras, edificios, centros comerciales, etc.). Ello genera un cambio en la naturaleza que deriva en la reducción y/o modificación de la biodiversidad urbana.

A simple vista, las plantas proporcionan gran cantidad de recursos para la industria maderera, farmacéutica y alimentaria. Aun así, no debemos olvidar otros usos de los vegetales en los entornos urbanos (Figura 1). Nos referimos, por ejemplo, a la existencia de jardines y huertos urbanos como purificadores del aire entre otras funciones, por lo que su presencia debe considerarse esencial en nuestras vidas. En ese sentido, cada vez son más los municipios que están convirtiendo parte de su suelo urbano en huertos urbanos, proporcionando así un

espacio natural para cultivar distintos vegetales. Por ende, favorecen la aparición de otros seres vivos, entre los que se encuentran los insectos polinizadores, tan necesarios en la biodiversidad urbana.

En esta misma línea, se pueden identificar un sinnúmero de beneficios de las plantas relacionados con su presencia en la vida de los humanos. No obstante, nos ceñiremos en tres puntos: el oxígeno, las condiciones ambientales y los insectos polinizadores. En primer lugar, en sintonía con los beneficios que nos producen, las plantas tienen la increíble capacidad de aprovechar la luz solar para romper la molécula de agua y combinarla con el CO₂ de la atmósfera. Ésta es absorbida y fijada para fabricar materia orgánica, produciendo como desecho el oxígeno. A este proceso se le denomina fotosíntesis.

En segundo lugar, relacionado también con el punto anterior, se debe destacar de los vegetales el importante papel que desempeñan en relación con el clima. Es decir, además de tener en cuenta la absorción del CO₂, debemos valorar el efecto de enfriamiento del ambiente gracias a los árboles. Las plantas absorben el agua por sus raíces y la liberan en el proceso de transpiración, humedeciendo así el ambiente. Además, los árboles frondosos provocan una reducción de la insolación que permite mantener una temperatura más baja. Por último, las zonas donde aparecen gran cantidad de masas arbóreas suelen estar lejos del asfalto, ya que necesitan de un sistema edáfico (suelo) que permita su desarrollo y no se calienta tanto como el asfalto. En cualquier caso, si se cumpliera lo anterior, sería una forma de hacer frente al calentamiento global.

En tercer lugar, la polinización de las flores se basa en el transporte de los granos de polen desde los sacos polínicos hasta el estigma de las plantas con flor. Como resultado se origina la fecundación del ovario de la flor, para el posterior desarrollo del fruto. Dicho transporte lo pueden ejecutar tanto el viento, como el agua o los animales. Tomando



Figura 1. Patio de Córdoba.



como referencia estos últimos, nos vamos a centrar en los insectos polinizadores, siendo protagonistas las abejas, abejorros, avispas, escarabajos, moscas y mariposas. Estas especies se pueden encontrar en la red de espacios verdes, es decir, en zonas donde abunda la vegetación con flores, ya que necesitan néctar y polen para alimentarse. Por último, es de vital importancia conectar las zonas verdes urbanas, ya que así se facilita el desplazamiento de los insectos en las ciudades.

Un ejemplo relativo a una intervención urbana donde queda reflejada la importancia de las plantas para la promoción de la biodiversidad urbana sería el caso de Córdoba y sus patios (Figura 2). Los patios cordobeses fueron reconocidos en 2012, por la UNESCO, como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Podemos distinguir que este tipo de práctica promueve tres tipos de beneficios: natural, económico y social.

Desde el punto de vista natural, los patios cordobeses, debido a sus características, humedecen y refrescan el ambiente, favoreciendo así un entorno más agradable sobre todo en las épocas de verano, donde las temperaturas en Andalucía alcanzan valores extremadamente cálidos. En este sentido, los patios tienen una disposición estrecha, para generar espacios de sombra; las paredes blancas están pintadas de cal, para reflejar la luz del sol, reducir la insolación y la temperatura; y los suelos están empedrados y son de barro, minimizando la sen-

"Una intervención urbana donde queda reflejada la importancia de las plantas para la promoción de la biodiversidad urbana sería el caso de Córdoba y sus patios."

sación térmica. Además, la gran cantidad de plantas abundantemente regadas favorece la transpiración que en este ambiente incrementa la humedad en la proximidad de las casas. Otros elementos que aparecen con mucha frecuencia son los pozos y las fuentes, promoviendo la presencia del agua y aportando, nuevamente, frescor al ambiente. Destaca también la variedad de flores y plantas aromáticas, entre los que no faltan geranios, claveles, begonias, azahar, naranjo, limonero, tomillo o el laurel. Por último, estos patios aumentan la diversidad y la cantidad de insectos polinizadores, atrayendo de esta manera, a sus depredadores (pájaros y murciélagos). En definitiva, la tradición floral de los patios cordobeses es una forma de favorecer el asentamiento de biodiversidad vegetal y animal.

Desde el punto de vista económico, podemos considerar estos patios como una fuente de turismo y empleo. La Fiesta de los Patios ha generado, en su primer año tras el nombramiento de Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO, un impacto económico



Figura 2. Patio de Córdoba.



de 6 millones de euros. La ciudad recibe alrededor de unos 100.000 turistas durante el mes de mayo, de los cuales un 65% se hospeda en hoteles. Concretamente, es en la primera quincena cuando se celebra este festival, donde los colores, las flores y el buen tiempo facilitan la visita de turistas. No obstante, aunque la época idónea sea en mayo, la tradición de visitar los patios de Córdoba se ha extendido tanto que en la actualidad se pueden concertar visitas a lo largo de todo el año. En consecuencia, se requiere mantener en buenas condiciones los patios durante todo el año, con ello, la tasa de empleo aumenta, favoreciendo así un incremento del beneficio económico.

Y, por último, desde el punto de vista social, estos patios se consideran como un núcleo familiar y social. En ese sentido, las familias lo utilizan como un lugar especial, cuidando y prestando atención a la vida e imagen de sus patios, favoreciendo la existencia de una gran variedad de vegetales y flores. En consecuencia, podemos decir que se ha generado un compromiso social de recolecta, cuidado y regado, ya que cada propietario busca el máximo bienestar de su patio y, por ende, las costumbres de cuidado generan una comunidad responsable y respetuosa con estos seres vivos de la ciudad. Por todo ello, podemos afirmar que los patios cordobeses se han convertido en un lugar de socialización propio de la cultura andaluza.

Desde el punto de vista de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), no se menciona expresamente la problemática y protección del mundo vegetal. Aun así, podemos encontrar el ODS 13 (Acción por el Clima), que guarda una estrecha relación con las líneas anteriores. No obstante, de manera directa o indirecta, las plantas pueden vincularse con ciertos objetivos, tal y como se pueden observar en la figura 3.

A lo largo del capítulo, hemos observado el potencial de las plantas desde el punto de vista de la biodiversidad urbana, a pesar de su escaso reconocimiento a nivel social. Como seres humanos, debemos promover acciones y estilos de vida en beneficio de las mismas. Los patios de Córdoba son solo un ejemplo de cómo promover este tipo de acciones, pero quizás resulte demasiado ambicioso, dado que se trata de una iniciativa arraigada a la cultura andaluza. Por ello, otras iniciativas pueden ser los jardines verticales, los huertos urbanos, los jardines de mariposas o simplemente, las macetas en los balcones de nuestras casas. Es cierto que cada ciudad tiene unas limitaciones y un clima o microclimas que pueden dificultar las buenas condiciones de las plantas y la supervivencia de los insectos durante buena parte del año, pero teniendo en cuenta sus necesidades y cuidando, fundamentalmente, su calidad de vida, progresivamente podríamos ir aumentando la biodiversidad urbana. De esta manera, iremos acercándonos, progresivamente a los ODS señalados por la Agenda 2030 (Figura 3). Así, iremos percibiendo la necesidad de ampliar el reconocimiento del mundo vegetal a nuestro alrededor, que, sin lugar a duda, es un beneficio para el planeta y para el resto de los seres vivos, y bien planteado podría ser también un beneficio económico para los seres humanos.



ODS 3. SALUD Y BIENESTAR

Las plantas aprovechan el CO₂ y liberan oxígeno, mejorando la calidad del aire.

ODS 8. TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Los patios de Córdoba reciben de media 108.000 visitas mensuales, siendo éste un buen resultado para el sector hotelero y hostelero.

ODS 13. ACCIÓN POR EL CLIMA

La creación de zonas verdes en núcleos urbanos controla la temperatura ambiental y regula la humedad.

ODS 15. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Las plantas son el soporte de determinados organismos terrestres, creando una cadena trófica los insectos polarizadores-aves-mamíferos.

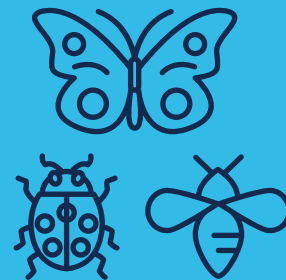
ODS 17. ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

Una comunidad se coordina con su ayuntamiento para desarrollar una estrategia ambiental en el marco de su cultura y tradición.

Figura 3. Las plantas y los patios y su relación con los ODS.
Elaboración propia.

Devolviendo su espacio a la Biodiversidad Urbana.

Alba Aguado-Arroyo ^{ID}





La biodiversidad del planeta depende de la estabilidad de las relaciones entre los sistemas naturales y, para ello, la diversidad en los mismos es imprescindible. La variedad genética, de ecosistemas y especies, permite tejer la red de la vida. Esta muestra que todo está interconectado, la desaparición de una especie es equivalente a cortar un hilo de la red y provoca un desequilibrio que pone en riesgo la persistencia de todos los seres vivos. Dicha red se encuentra cada vez más debilitada debido a la intervención humana, pues se consumen los recursos naturales a mayor velocidad de lo que se regeneran y se toman áreas verdes para producción o urbanización.

Las grandes ciudades son puntos calientes de biodiversidad o *biodiversity hotspots*, es decir, áreas delimitadas donde hay un gran número de especies endémicas. Lo cual se debe a los asentamientos, pues los humanos actúan como productores de recursos y los animales acuden a consumirlos. Sin embargo, la urbanización altera el hábitat original e incrementa la presencia de especies invasoras. Así las especies autóctonas se ven amenazadas y desaparecen o se ve disminuida su población. Asimismo, otros factores como el económico también afectan, puesto que los barrios con mayor renta económica tienen jardines mejor cuidados y con mayor variedad de plantas que atraen fauna.

Por otro lado, las ciudades en determinadas situaciones sirven como defensa para los terrenos ricos en biodiversidad. Estos ecosistemas surgen a raíz del asentamiento humano y a partir de la vegetación que sobrevive en la urbe. Un ejemplo es el Parque del Retiro en Madrid, el cual está declarado espacio protegido debido a su importancia histórica y ambiental. Dichas zonas disponen de vegetación suficiente como para obtener beneficios para la salud, tales como la reducción de contaminación atmosférica y acústica y la reducción de temperaturas altas propiciando la sombra. A nivel psicológico, las zonas dedicadas al ocio motivan el cuidado de la salud mental y reducen el estrés. Y en cuanto

al aspecto ambiental, los espacios verdes drenan mejor el agua de la lluvia que el cemento y cuidan los suelos naturales; y además propician la polinización, al dar alimento y refugio a la fauna.

En el caso de España, el país dispone en torno al 50% de todas las especies de plantas de Europa, unas 8.000 de las que 7.500 son plantas con flor. Esta gran biodiversidad vegetal también destaca por estar formada de especies endémicas, exclusivas del territorio. Y dentro de España, debido a las diferentes latitudes, se pueden encontrar un 30% de endemismos en las Islas Canarias y un 25% en la Península Ibérica. No obstante, entre tanta rica diversidad cerca de 1.400 especies vegetales se encuentran en peligro. La huella humana llega a hábitats sensibles y escasos (zonas litorales, de alta montaña y húmedas) mediante la construcción de infraestructuras, transformaciones agrarias o urbanizaciones. En estos casos, la alteración del territorio y las consecuencias del cambio climático (incremento de temperaturas, reducción de precipitaciones, etc.) conllevan la pérdida de las condiciones ambientales adecuadas para la conservación de especies de plantas. Además, a nivel autonómico la protección de la flora es desigual y se optan por soluciones que priorizan el interés económico.

El deterioro de los hábitats naturales se debe atender desde el enfoque *One Health*, entendiéndolo como una salud única que comprende al en-

"Las grandes ciudades son puntos calientes de biodiversidad o *biodiversity hotspots*, es decir, áreas delimitadas donde hay un gran número de especies endémicas."



torno, los animales y los seres humanos. En base a la temática tratada, el aislamiento de zonas verdes conlleva la concentración de flora en un espacio determinado y, en consecuencia, la concentración de fauna. En dichas circunstancias, se incrementa la competencia por obtener alimento entre los animales que conviven en ese territorio, lo cual incita a la movilización hacia las ciudades en busca de comida. Asimismo, la alta densidad de población favorece el riesgo de transmisión de enfermedades, lo que puede ser el origen de una zoonosis (enfermedad infecciosa transmitida de animales a humanos) como el COVID-19.

No se puede explicar la biodiversidad vegetal sin aludir a los insectos, ya que su relación e influencia son de especial relevancia para su coexistencia y supervivencia. Estos animales realizan diferentes funciones en el medio:

- Los sírfidos (moscas con apariencia de abeja o avispa) y coccinélidos (mariposas) son depredadores y controladores de plagas.
- Los escarabajos coprófagos (escarabajos peloteros) oxigenan la tierra al removerla para introducir el estiércol y colaboran en el ciclo del carbono mediante el proceso de descomposición.
- Las mariposas son bioindicadores naturales que ayudan a evaluar el impacto de degradación debido a sus densas poblaciones y su sensibilidad al aire contaminado.

Además, estos insectos sirven de alimento a otros animales como aves, anfibios y reptiles. Y, sobre todo, determinadas especies de insectos cumplen la labor de polinizar (transferir granos de polen desde las anteras hasta los estigmas). Esta función es la más importante, pues de ella depende la biodiversidad vegetal y la producción alimentaria. El 87,5% de las plantas angiospermas silvestres y el 75% de las plantas de

cultivo son polinizadas por insectos. Y se debe mencionar que ciertas especies vegetales (girasol, judías, etc.) tienen un gran impacto en la dieta humana, pues son ricas en micronutrientes vitales como vitaminas y minerales, y dependen de la polinización animal.

No obstante, al año desaparecen unas 20.000 especies de insectos. La tasa de extinción de estos es 8 veces mayor que la de mamíferos, aves y reptiles. A pesar de su importancia, los polinizadores no están protegidos y son los que más sufren. Las amenazas con las que se encuentran son la falta de hábitats adecuados debido a la urbanización, el cambio de uso de suelos y las prácticas agrarias. Estas últimas son el principal riesgo, ya que los monocultivos producen una menor variedad de alimento y no cubren las necesidades alimenticias y para el desarrollo del ciclo vital de los insectos. A su vez, los agroquímicos que se utilizan dificultan su reproducción, inhiben el proceso de muda y producen la muerte. A nivel europeo, las abejas son un ejemplo de las graves consecuencias y el 37% de sus poblaciones están en declive.

Si queremos conservar estas especies vegetales y animales, hay que empezar por cuidar sus hábitats o crearlos dentro de las ciudades. La urbanización sobre áreas verdes ha provocado una gran pérdida y deterioro de estas, haciendo que sea una difícil tarea proporcionar un entorno natural y sea necesario buscar alternativas. Desde hace 15 años se han empezado a elaborar espacios acondicionados con plantas o materiales que permiten la puesta de huevos de insectos, surgiendo así los jardines de mariposas y los hoteles de insectos.



Los jardines de mariposas son espacios de tierra, de cualquier tamaño, con plantas favorables para el desarrollo del ciclo completo de los lepidópteros. Dichas plantas deben ser nutricias (fuente de alimento exclusivo) para las orugas y nectaríferas para los adultos, por ejemplo, los guisantes son una planta nutricia para la especie *Lampides boeticus* y el romero serviría para su fase adulta. Por otro lado, los hoteles de insectos son refugios artificiales que proporcionan un hábitat a los polinizadores (abejas, avispas, mariposas, moscas y escarabajos) para anidar, criar y sobrevivir al invierno. Estos pueden ser de tamaño pequeño y dedicados a conservar una especie, o disponer de diferentes compartimentos para proteger varias (Figura 1). Por ejemplo, los hoteles dedicados a las abejas solitarias (no viven en colmena) exclusivamente están compuestos por cañas de bambú o tubos de cartón de un diámetro de 6–9 mm. Ambos recursos son combinables y se pueden llevar a cabo en huertos urbanos/escolares, así fomentando el ciclo natural de polinización y evitando el uso de pesticidas. Además, tanto huertos como jardines de flores proporcionan los beneficios mencionados al principio del capítulo: ambientales, y de salud física y mental.

Tras lo expuesto, se entiende la gravedad de la pérdida de biodiversidad y las consecuencias que conlleva. Sin embargo, hay que evitar caer en el catastrofismo y conocer las posibilidades que están en nuestra mano. Los recursos proporcionados son una buena respuesta, ya que se crean espacios habitables mediante el provecho de áreas verdes o de tierra y reutilizando materiales. Asimismo, la protección de la biodiversidad urbana puede relacionarse con siete de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (Figura 2) y supone una oportunidad para crear un mundo más sostenible.



Figura 1. Hotel de insectos.

Nota: Los compartimentos con tubos de cartón están destinados a abejas y avispas (dependiendo de su tamaño) y las piedras a dar cobijo a las mariquitas.

"Si queremos conservar estas especies vegetales y animales, hay que empezar por cuidar sus hábitats o crearlos dentro de las ciudades."



La Biodiversidad Urbana: plantas e insectos

OBJETIVOS **DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



El 75% de los cultivos son polinizados por insectos.



La polinización animal es imprescindible para aportar micronutrientes vitales a la dieta humana.



La construcción y observación de estos refugios permite adquirir valores de conservación desde el propio medio.



Las áreas verdes en ciudades termorregulan las altas temperaturas.



Dotar de espacios verdes la urbe y crear un ecosistema equilibrado.



Apoyar vínculos económicos, sociales y ambientales entre zonas urbanas y rurales.

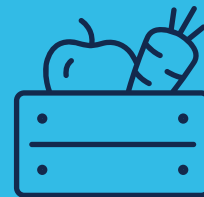


Uso eficiente de recursos naturales y reducción de productos químicos.

Figura 2. ODS asociados al capítulo.

Repensando la forma en la que nos alimentamos desde los centros escolares.

Andrea Estrella Torres y Laura Hernando Vicente





La alimentación es una de las funciones vitales de cualquier ser vivo, incluidos los seres humanos. Sin embargo, dada nuestra posición respecto al resto de los seres vivos, nuestra alimentación merece una mirada amplia, multidimensional, por todas las consecuencias e implicaciones que conlleva a nivel ecológico, social, económico, cultural, educativo y político.

Cuando hablamos de agricultura nos referimos, en su sentido más amplio, a todas aquellas actividades que implican la producción, elaboración, transporte y consumo de materias primas destinadas a la alimentación de la población humana (incluyendo, por tanto, la agricultura, la ganadería y todas las actividades que giran en torno a ellas). En este sentido, actualmente se conoce como Sistema Agroalimentario a todo el conjunto de actividades, fases, tareas, recursos, normas y formas de organización asociadas a la función alimentaria (elaboración, distribución y consumo de alimentos) de una sociedad. Es decir, nuestra alimentación hoy incluye no solo la producción de alimentos, sino también todos los procesos e infraestructuras asociadas a su procesado, transporte, consumo y desecho. Tal y como está configurado a día de hoy este sistema, basado en la agricultura industrializada y que opera en los mercados a nivel mundial, más allá de las fronteras estatales, conlleva importantes consecuencias negativas a nivel ecológico, social y económico.

"Nuestra alimentación merece una mirada amplia, multidimensional, por todas las consecuencias e implicaciones que conlleva a nivel ecológico, social, económico, cultural, educativo y político."

La aparición de la agricultura supuso un momento determinante en la historia de la humanidad, pues permitió a los seres humanos asentarse y comenzar a desarrollar ciudades y sociedades que poco a poco evolucionaron hasta lo que hoy conocemos. Hoy llamamos agricultura convencional (A.C.) o industrializada a la agricultura desarrollada a partir de la Revolución Agrícola (años 50-60, tras la industrialización de finales del s. XIX) y la Revolución verde (en la década de los 70-80). La primera permitió un importante desarrollo y aumento de la producción tras la II Guerra Mundial, gracias a la mecanización de muchos de los procesos asociados a la producción agrícola y la profesionalización del sector agrario. Por su parte, la llamada Revolución Verde supuso la implementación de variedades de alto rendimiento (mucho más productivas), nuevos sistemas de cultivo, el uso masivo de fertilizantes y pesticidas y la mejora (eficiencia) de los sistemas de riego.

Las consecuencias ambientales (ecológicas) de este desarrollo aplicado a la agricultura (y la ganadería) no tardaron en aparecer: ya en 1962 la bióloga Rachel Carson avisó en su libro "La primavera silenciosa" sobre el impacto negativo en los ecosistemas del uso masivo de pesticidas, herbicidas y fertilizantes. Si bien entonces la comunidad científica acusó a Carson de ser exagerada e incluso fantasiosa, hoy en día existe un fuerte consenso sobre las consecuencias ecológicas del actual sistema agroalimentario que cada vez son más evidentes, entre otras:

- Contaminación de suelos, acuíferos y cadena trófica debido al uso masivo de pesticidas, herbicidas, antibióticos y fertilizantes.
- Erosión, pérdida de la fertilidad del suelo, desertificación.
- La cifra de contribución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la agricultura establecida por el Panel intergubernamental para el Cambio Climático de la ONU (IPCC) es del 22%, cifra que no



considera algunas de las actividades relacionadas con la agricultura como por ejemplo la deforestación, o el procesado, empaquetamiento y transporte. Tampoco tiene en cuenta las emisiones generadas por la mala gestión de los residuos (la mayor parte de la materia orgánica acaba en vertederos en lugar de reciclarse).

- Alteración de los equilibrios ecosistémicos, pérdida biodiversidad, alteración en la reproducción de las especies.
- Desperdicio alimentario. A nivel mundial se desperdicia un tercio de los alimentos producidos.

Las consecuencias de estos problemas no están tardando en hacerse evidentes en diferentes partes del mundo. Por poner un ejemplo reciente en el territorio español, está demostrado que la muerte masiva de peces en la Manga del Mar Menor (Murcia) durante 2021 y 2022 –en 2021 se llegaron a retirar 4,5 toneladas de peces muertos¹– se debe al exceso de nutrientes de nitrógeno y fósforo aportados de forma incontrolada durante décadas a la laguna y procedentes principalmente de las actividades agrarias de los territorios que la rodean.

Por otro lado, cuando nos referimos a sistemas agroalimentarios, debemos considerar no solo la dimensión “técnico-productiva” (ecológica si se prefiere), asociada directamente a cómo se producen los alimentos y se manejan los agroecosistemas, sino también las dimen-

siones socioculturales, económicas y políticas en las que esos agroecosistemas se insertan, por ejemplo:

- Pérdida de conocimiento tradicional/campesino/indígena asociado al manejo de los agroecosistemas.
- Acaparamiento de tierras.
- Desplazamiento forzado y migración.
- Despoblamiento rural.
- Especulación agraria y hambrunas.
- Bajos salarios y explotación laboral.
- Enfermedades y problemas alimentarios por la mala calidad de los alimentos producidos y los productos utilizados en su producción.

En este sentido, y de nuevo aterrizando en España, se pueden mencionar los importantes problemas de explotación laboral y pobreza que viven los hombres y mujeres que trabajan en los invernaderos de Almería y Huelva², en su mayor parte migrantes. En esos invernaderos se producen gran parte de las hortalizas que son luego exportadas a Europa (casi el 80%)³.

¹ Retiradas 4,5 toneladas de peces muertos en el mar Menor. Noticia en El País. Enlace.

² https://elpais.com/politica/2020/02/14/actualidad/1581695225_597400.html

³ <https://www.rtve.es/noticias/20220817/espana-bajo-plastico-claves-boom-invernaderos/2396243.shtml>



Dadas las importantes consecuencias multidimensionales que tiene la agricultura, o el sistema agroalimentario global, la Agenda 2030 incluye en casi todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) diferentes metas que tienen que ver de una u otra forma con la mitigación de los impactos generados por el sistema alimentario o que dependen de su modificación para ser logrados. A modo de ejemplo:

- **ODS 2 - Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, promover la agricultura sostenible.** Se propone como objetivo principal para abordar el problema del hambre en el mundo, la promoción de formas de agricultura que impliquen prácticas sostenibles.

- **ODS 6 - Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todas las personas.**

Entre las metas del ODS 6 se encuentra el uso eficiente y la no contaminación de los recursos hídricos.

- **ODS 11 - Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.**

Entre las metas del ODS 11 se incluye la incorporación de espacios agrícolas en la planificación urbanística.

Más allá de la agricultura ecológica (esa que se esfuerza en producir de una manera más respetuosa con los ecosistemas, manteniendo la biodiversidad y mejorando la fertilidad) se encuentra la agroecología, que nos propone analizar de forma crítica el sistema agroalimentario en su conjunto (la forma en la que nos alimentamos) y sus implicaciones en la actual crisis ecosocial. La agroecología nos invita a repensar el sistema agroalimentario, incluyendo todas sus dimensiones, a nivel local y de forma participativa (Figura 1).

La comunidad educativa: un pequeño sistema agroalimentario

Aprendiendo desde la Agroecología y el Huerto Escolar Experiencias hacia la sostenibilidad alimentaria

- **Conservación y difusión de saberes prácticos** ligados al conocimiento ecológico tradicional y al sostén de la producción alimentaria.



- **Vínculo con el agua**, comprensión de su ciclo y de su importancia para la vida. Actitud de defensa y protección.



- **Espacios agrícolas** en las ciudades que favorecen el encuentro, la convivencia y la participación. Ciudades compartidas y vivibles.



En los huertos escolares
se riega futuro



Figura 1. Agroecología escolar.



De esta forma, en la dimensión educativa, surge la Agroecología Escolar, que pretende generar herramientas y experiencias en torno a la alimentación (sana, sostenible, resiliente) desde las propias comunidades educativas, pensando en cada centro educativo como “pequeños sistemas agroalimentarios”. En estos pequeños sistemas agroalimentarios hay diferentes elementos (el comedor, la cocina, el huerto escolar, la compostera, etc.) y agentes (el alumnado, las cocineras, las empresas que suministran los alimentos, etc.) que se interrelacionan entre sí dentro del “ecosistema colegio”, y que pueden ser analizados desde las diferentes dimensiones antes mencionadas. En este análisis, se pueden construir aprendizajes y desarrollar experiencias que permitan repensar la forma en la que nos alimentamos como sociedad.

En concreto, hay un elemento fundamental, el huerto escolar, que puede ayudar a complementar el trabajo educativo en torno a la alimentación y la sostenibilidad, facilitando la incorporación de los contenidos relacionados con la Agenda 2030 en el currículo a través de todas las áreas de conocimiento. El hecho de usar el huerto como espacio y herramienta educativa desde la agroecología escolar, atendiendo a las metas 4.4 y 13.3, permite abarcar el resto de ODS, dando lugar a una educación para la sostenibilidad que incorpore el conocimiento y aprendizaje, la sensibilización y creación de soluciones a los problemas generados por el sistema agroalimentario mencionados, desde los propios centros educativos (Figura 2).

Los ODS desde el Huerto Escolar

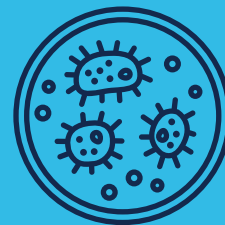
Agroecología escolar y educación para la ciudadanía global



Figura 2. El huerto escolar y la Agenda 2030. Elaboración propia.

Importancia del aire de buena calidad en relación con la biodiversidad y salud humana.

Ana Isabel Mora-Urda ^{ID}





¿Por qué se dan cambios en la calidad del aire?

Un recurso natural como un aire limpio y seguro que respirar, puede parecer un derecho fundamental en las sociedades, algo que debería estar al alcance de todos y todas. No obstante, la creciente concentración de habitantes en las ciudades, sin una debida planificación, presenta enormes retos por los posibles daños en los recursos ambientales y naturales del lugar, y por extensión a la biodiversidad en las poblaciones que habitan en nuestro planeta. Así, aspectos como la explotación de recursos naturales e industriales que participan en procesos importantes para el desarrollo de las sociedades, afectan al ecosistema generando residuos perjudiciales y agotamiento de los mismos. En concreto, problemas causados por los cambios de los proporciones de los gases emitidos, que desencadenan contaminación atmosférica por la presencia de materias en el aire en sus formas contaminantes. Estas pueden suponer un riesgo para las poblaciones humanas y para el resto de los habitantes de nuestro planeta, bien en el desarrollo de enfermedades y afecciones y/o en pérdida de biodiversidad.

Cuando hablamos de contaminación del aire, nos estamos refiriendo a la consecuencia de las emisiones de los gases y material particulado derivado tanto de las fuentes naturales como de la actividad humana. En cuanto a las fuentes naturales de la contaminación, encontramos la provocada por los incendios, las erupciones volcánicas o las nubes de polvo sahariano, por ejemplo. Estos fenómenos aumentan las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) entre otros, pero, es importante decir que tienen un impacto muy bajo respecto a las fuentes de polución generadas por la actividad humana.

Entre los contaminantes ambientales derivados de la actividad humana con mayor repercusión encontramos los óxidos de nitrógeno (NO_2 y NO_x) de origen artificial y estrechamente vinculadas a los vehículos de transporte. En España se estima que el 75% del NO_2 en aire es aportado por el tráfico rodado. Algo semejante ocurre con los NO_x presentes en las zonas una densidad de población alta y con las *Partiulate Matter* o partículas en suspensión ($\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10}) con origen principalmente en el tráfico rodado.

-

Relación con los ODS

Debido a la demostrada influencia de la contaminación del aire en todas las poblaciones y también en nuestra salud y economía, se determina como objeto clave y se vincula a las principales metas que se abordan directamente en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Estos pasan por lograr una gestión ambientalmente racional en cuanto al uso y tratamiento de sustancias químicas y todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, conforme a los marcos internacionales, y así reducir la liberación de estas partículas al aire, agua y suelo con el fin de minimizar los impactos negativos en la salud humana y en el medio ambiente.

Los 17 ODS contemplan acabar con la pobreza y crear un mundo más saludable y sostenible para el año 2030, incluyendo la contaminación del aire como una amenaza para el bienestar de las personas y de nuestro planeta. De estos, son varios los que contemplan la buena gestión de la calidad del aire (Figura 1). En concreto, el ODS 3 que se centra en



la buena salud y bienestar para todos y el ODS 7 que se enfoca en el acceso a la energía limpia y asequible, este aspecto es clave para permitir cocinar y calentar los hogares con combustibles limpios, impulsando la disminución de la pobreza y el desarrollo económico (ODS 1 y ODS 8). En el informe general realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2022 se estima que la contaminación del aire en los hogares supone 3,2 millones de muertes por año.

El ODS 11, amplía el punto desde los hogares a ciudades y comunidades más sostenibles y más limpias. En 2020, el 99% de la población mundial respira un aire que supera los límites de calidad del aire establecidos por la OMS (WHO, 2022). Ligando a esto, está la meta u ODS 12 (producción y consumo sostenible), enfocado a lograr una gestión de los desechos y reduciendo la liberación a la atmósfera, y el ODS 15 que se refiere a la conservación, uso sostenible, forestación y reforestación de los bosques.

El ODS 13, hace hincapié en el cambio climático, los contaminantes calientan la atmósfera y propiciando este fenómeno. Las acciones que se llevan a cabo en este sentido pasan por transiciones hacia un transporte, cocina y energía más limpias que a su vez en su relación con un crecimiento económico sostenido y sostenible (ODS 8), que persigue desvincular el crecimiento económico con la degradación del medio ambiente, por ello se persigue adoptar tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales (ODS 9, industrialización sostenible) que no contaminen atmosféricamente y por tanto nuestra agua (ODS 6) y nuestros mares (ODS 14).



Figura 1. Relación de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que contemplan una buena gestión de la calidad del aire.
Elaboración propia a partir de [La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible \(un.org\)](https://un.org/sustainabledevelopment)



¿Dónde terminan los contaminantes del aire? ¿Qué tan nocivos pueden ser los efectos de la contaminación del aire para nuestra salud y la biodiversidad?

Así con estos últimos ODS, enlazamos con la importancia y la influencia que tienen las condiciones ambientales, como la presencia de contaminantes en el aire que determinan el funcionamiento y la biodiversidad en los ecosistemas. Esta última, a su vez constituye la primera de nuestras defensas, ya que la destrucción del medioambiente aumenta la probabilidad de que padezcamos enfermedades infecciosas y proporciona una gran cantidad de servicios y bienes a las poblaciones humanas. El término biodiversidad, en sentido más amplio, hace referencia a toda la variedad de seres vivos del planeta, así incluye a organismos individuales, hasta los más complejos ecosistemas. La destrucción y modificación de los ecosistemas a partir de la contaminación atmosférica, determinando a su vez la contaminación del agua y del suelo, además de la calidad del aire que respiran estos seres vivos.

La biodiversidad en las ciudades o en entornos urbanos se asocia tradicionalmente con la cantidad de áreas verdes que acogen a la fauna y flora en un entorno hostil como es el pavimento y/o los edificios. Podemos encontrar parques urbanos grandes o relativamente grandes rodeados de áreas pavimentadas y construidas, o un diseño de uso compartido donde se combina jardines pequeños con más arbolado en las calles (Lin y Fuller, 2013). En cualquiera de los casos, son reservas de biodiversidad que ven comprometida su supervivencia en escenarios de contaminación y disminución de la masa arbórea. En este sentido, el aumento de Ozono (O_3), generado a partir de las reacciones de NO_x , es absorbido por las plantas a través de los estomas, generando radicales libres muy oxidantes, alterando el metabolismo y la fisiología vegetal y propiciando una disminución del crecimiento y producción

de flores y semillas y acelerando la senescencia y la absorción de nutrientes (Bermejo et al., 2009). Los daños producidos por las partículas en suspensión no tienen exclusivamente pérdida en la biodiversidad vegetal. También las poblaciones animales se ven comprometidas por la pérdida de la cobertura vegetal, además de los daños (acidificación) en el agua y en el suelo, derivando todo en pérdida de los hábitats en los que viven las diversas especies. De tal manera que estas especies que viven en los hábitats destruidos total o parcialmente tendrán que desplazarse para garantizar su supervivencia, pero podrían provocar alteraciones en los hábitats receptores.

Todo esto, además, deriva en alteraciones en la salud de todos los seres vivos y de todo tipo de poblaciones y ecosistemas, de los más amplios a los más pequeños. Ejemplo de este último es la microbiota humana, que es el conjunto de microorganismos (principalmente virus, hongos y bacterias) que habitan en nuestro cuerpo, fundamentalmente en la piel, el sistema digestivo y el aparato genital. Las bacterias, grupo más predominante y con mayor influencia en la salud, colonizan nuestro organismo tras el nacimiento y forman un ecosistema en equilibrio que determina que se lleven a cabo procesos como protegernos de bacterias patógenas que nos causen enfermedad, fortalecen el sistema inmunitario o contribuyen a la digestión de alimentos (vitamina K o B12 por ejemplo) y en definitiva constituye parte de la biodiversidad. En nuestro organismo viven unos 38 billones de bacterias de diferentes especies (1.000 especies aprox.), aproximadamente 1,5-2 kg (Sender et al., 2016).

Y como ecosistema que es, se ve comprometido por la contaminación atmosférica derivando en una pérdida de biodiversidad entre los microorganismos que habitan nuestro cuerpo, y de salud en definitiva.



Recientemente evidencias científicas en los últimos años muestran cómo se da una alteración del metabolismo y regulación del microbioma intestinal (Fouladi et al., 2020; Alderete et al., 2018). Así, en un estudio realizado en 2018 a voluntarios en los cuales se analizó el microbiota intestinal y el aire en el domicilio, se descubrió una asociación negativa de los óxidos de nitrógeno (NO_x y NO_2) y el ozono (O_3) y el número de especies (Alderete et al., 2018). Aún se desconocen los mecanismos implicados en estos procesos, pero las investigaciones recientes apoyan que son las partículas contaminantes que pueden llegar al intestino a través de la inhalación y los pulmones mediante la circulación sanguínea.

"La microbiota se ve comprometida por la contaminación atmosférica derivando en una pérdida de biodiversidad entre los microorganismos que habitan nuestro cuerpo, y de salud en definitiva."

Referencias

Alderete, T. L., Jones, R. B., Chen, Z., Kim, J. S., Habre, R., Lurmann, F., Gilliland, F. D., y Goran, M. I. (2018). Exposure to traffic-related air pollution and the composition of the gut microbiota in overweight and obese adolescents. *Environmental Research*, 161, 472–478.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.046>

Bermejo, V., Alonso, R., Elvira, S., Rábago, I. y García Vivanco, M. (2009). *El ozono troposférico y sus efectos en la vegetación*. MARM. 74 pp. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Ozono_tcm30-188049.pdf

Fouladi, F., Bailey, M. J., Patterson, W. B., Sioda, M., Blakley, I. C., Fodor, A. A., Jones, R. B., Chen, Z., Kim, J. S., Lurmann, F., Martino, C., Knight, R., Gilliland, F. D., y Alderete, T. L. (2020). Air pollution exposure is associated with the gut microbiome as revealed by shotgun metagenomic sequencing. *Environment International*, 138, 105604. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105604>

Sender, R., Fuchs, S., y Milo, R. (2016). Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. *PLOS Biology*, 14(8), e1002533. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533>

WHO, 2022. WHO Air quality Database 2022. <https://www.who.int/publications/m/item/who-air-quality-database-2022>

Los efectos sobre la Biodiversidad Urbana por la intervención humana en el ciclo del agua.

Irene Guevara-Herrero 





El agua es un recurso indispensable para garantizar la vida en el planeta, siendo fundamental para la supervivencia de todos los seres vivos, los ecosistemas, el desarrollo socioeconómico, la energía o la producción de alimentos.

En este sentido, dado que el 70% de nuestro planeta está compuesto por agua, puede parecer que siempre vamos a disponer de este valioso recurso. Sin embargo, es importante saber que más del 96% del agua del planeta es salada y solo el 4% restante es agua dulce (disponible para consumo humano), de la cual, el 70% se encuentra en estado sólido en los glaciares. Esto quiere decir que, cuando se descongela, se saliniza y no puede ser utilizada por los seres humanos, a no ser que se evapore y precipite en tierra firme en forma de lluvia, siguiendo el ciclo integral del agua. Por otro lado, el 30% restante de agua dulce se encuentra en zonas continentales y, a pesar de ser el porcentaje minoritario (1,2% del total), es la fuente utilizada por las personas diariamente. En este

sentido, el exceso de consumo y su mala gestión nos ha llevado a una situación crítica en la actualidad, dado que su escasez y contaminación amenazan seriamente la salud humana y ambiental, condicionando la biodiversidad en el entorno urbano y lejos de él.

Tal es el desafío del agua que, dentro de la Agenda 2030, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 (agua limpia y saneamiento) trata de *"garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos"*. Además, dado que el agua influye en las distintas esferas (social, ambiental o económica) la consecución de este objetivo repercutiría positivamente sobre otros ODS (Figura 1), relacionados con la salud, las desigualdades, el crecimiento económico y/o el medioambiente.

Centrándonos en el problema de la calidad del agua (ODS 6), una amplia variedad de contaminantes acaba en los lagos, ríos, arroyos y aguas subterráneas (ODS 15), y, por consiguiente, en



Figura 1. ODS relacionados con las problemáticas asociadas a la intervención humana en el ciclo del agua.

los océanos de nuestro planeta (ODS 14). Por lo general, son contaminantes químicos procedentes de distintas actividades humanas:

"El exceso de consumo y su mala gestión nos ha llevado a una situación crítica en la actualidad, dado que su escasez y contaminación amenazan seriamente la salud humana y ambiental, condicionando la biodiversidad en el entorno urbano y lejos de él."



- **Agricultura:** el uso de pesticidas, fertilizantes o plaguicidas pueden resultar beneficiosos para mantener la producción. Sin embargo, su toxicidad llega a las aguas por filtración o escorrentía, contaminando tanto las aguas subterráneas como superficiales.
- **Ganadería:** la producción cárnica a nivel industrial permite mantener un nivel alto de consumo de carne, al mismo tiempo que se contamina el agua por el arrastre de metales contenidos en la orina y las heces del ganado (purines).
- **Industria:** la industria nos permite disponer de productos (químicos, fitosanitarios, metales pesados, etc.) para mantener nuestro nivel de vida. A cambio, los excedentes aparecen en aguas superficiales como desechos.
- **Vertidos humanos:** los desechos del consumo humano (residuos sólidos, plásticos, productos de cuidado personal, medicamentos, aceites, etc.) se vierten a aguas superficiales.
- **Navegación:** los barcos dedicados al transporte y almacenamiento de petróleo pueden sufrir filtraciones de este combustible, contaminando así el agua. Además, los barcos pesqueros y de transporte de mercancías generan gran cantidad de residuos que acaban en los océanos.

Por otro lado, también podemos diferenciar contaminantes biológicos (virus o bacterias) originados en distintas actividades:

- **Deforestación y deshielo del permafrost (ODS 13):** las plantas estabilizan el suelo que contiene multitud de microorganismos. Si estas desaparecen, el suelo se erosiona y se transporta junto con estos microorganismos. Esta misma situación ocurre con el deshielo del permafrost (suelo congelado).

- **Ganadería y vertidos humanos:** generan contaminación del agua superficial por los numerosos agentes patógenos que pueden contener en la orina y las heces (ODS 3).

Las consecuencias de los contaminantes mencionados son múltiples, repercutiendo a su vez, sobre la biodiversidad del planeta y provocando grandes desequilibrios en los ecosistemas acuáticos. Una de estas consecuencias es la eutrofización, que consiste en el enriquecimiento de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) de un ecosistema acuático. Este proceso comienza cuando el agua recibe un vertido de desechos que genera el crecimiento acelerado de algas y otros organismos fotosintéticos. La superficie del agua queda cubierta, impidiendo que la luz solar llegue a las zonas más profundas y la realización de la fotosíntesis. Esto provoca la muerte de otros seres vivos, debido al agotamiento del oxígeno. Todo ello debido a un cambio en las poblaciones de los organismos del ecosistema tras la intervención humana.

Como consecuencia de lo anterior, pueden producirse *blooms* de cianobacterias que producen sustancias tóxicas que causan la muerte de seres vivos acuáticos al estar expuestos, provocando la reducción de la biodiversidad del entorno urbano. Del mismo modo, repercuten sobre la salud de las personas, dado que afectan a la calidad del agua, dejando de ser apta para el consumo.

Otra de las consecuencias es la contaminación de la cadena alimentaria. Se trata de un proceso por el cual los organismos más pequeños ingieren sustancias tóxicas (metales pesados, microplásticos y sustancias químicas), introduciéndolas directamente en la cadena trófica. A medida que se desarrolla dicha cadena, estos organismos son devorados por seres de mayor tamaño, que a su vez servirán de alimento a otros. Con ello, los contaminantes se incorporan y acumulan en los organismos de la parte alta de la cadena alimentaria. En este sentido,



observamos cómo la actividad humana es la responsable de la alteración de la cadena trófica, afectando a muchos organismos (incluidos los seres humanos) que desarrollan enfermedades.

Por otro lado, la contaminación del agua puede provocar dificultad de acceso al agua potable (ODS 10), algo que ya está ocurriendo en zonas rurales de España, ya que no disponen de estaciones depuradoras que eliminen los residuos de las aguas residuales. En este punto, el agua contaminada con los vertidos domésticos, industriales, etc., se mezcla con los microorganismos de las aguas fecales (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, virus de la *Hepatitis A*, etc.). En esta situación, la escasez de agua puede hacer necesaria la reutilización de aguas poco seguras, provocando enfermedades de origen químico y biológico.

Como vemos, las consecuencias del deterioro de la calidad del agua sobre la biodiversidad urbana son enormes y variadas, lo que refleja la necesidad de desarrollar acciones para tratar de frenar este problema. En general, las soluciones que se demandan suelen enfocarse desde una perspectiva política y alejada de las acciones de los ciudadanos, que, al verse sin la posibilidad de actuar, se desincentivan. Algunos ejemplos de estas medidas pueden ser prohibir el vertido de sustancias

tóxicas o mejorar los sistemas de tratamiento y depuración del agua (Figura 2).

En cambio, puede resultar idóneo abordar la contaminación del agua teniendo en cuenta el papel que jugamos los seres humanos y la influencia de nuestras acciones en este proceso. Concretamente presentando la situación desde lo próximo, los desagües domésticos (ODS 11 y 12). En este sentido, ya no solo se trata de conocer la problemática y alarmar a la población sobre sus consecuencias, si no de comprenderla, teniendo en cuenta el ciclo integral del agua y nuestra posición dentro del mismo. Para ello, es necesario entender cuestiones del tipo: de dónde viene el agua que utilizamos diariamente para lavarnos, dónde acaba el agua cuando tiramos de la cadena, cómo funciona el sistema de tuberías, alcantarillado y las Estaciones Depuradoras de Agua Residuales (EDAR), qué ocurre si tiramos residuos (sólidos, plásticos o productos de cuidado personal) o productos químicos (pinturas, medicamentos, etc.) por el inodoro o los desagües o cómo repercuten estas acciones a nivel social, económico y ambiental.

-

Ruta del ciclo integral del agua

1. El agua bruta es recogida de los acuíferos superficiales, subterráneos o agua del mar y conducida hasta las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable o Desaladoras de Agua de Mar, donde se inicia un tratamiento por fases (pretratamiento, decantación, filtración, desinfección y desalación) para transformarla en agua potable.
2. El agua potable queda almacenada en depósitos, desde los cuales se distribuye a los hogares, comercios o industrias mediante una red de tuberías.



Figura 2. Ejemplo de acequia con barrera para filtrar sólidos de gran tamaño del agua.



3. Una vez utilizada se convierten en aguas residuales y son conducidas hasta las EDAR mediante la red subterránea de alcantarillado.
4. En las EDAR se inicia un tratamiento y procesamiento del agua en distintas fases:
 - a. **Pretratamiento:** separación de residuos mediante un sistema de rejillas (desbaste y tamizado) y eliminación de las arenas y las grasas (desarenado y desengrasado) introduciendo aire en los depósitos de agua. Ello permite que las arenas queden depositadas en el fondo y las grasas queden en la parte superior.
 - b. **Decantador primario:** depósito y reposo del agua en un tanque para poder separar la suciedad que decanta sobre el fondo (fango) y la que flota sobre la superficie.
 - c. **Tratamiento secundario:** traslado del agua a una piscina en la que añadiendo oxígeno se desarrollan unos microorganismos que eliminan biológicamente la suciedad restante (generan unos fangos que son eliminados).
 - d. **Tratamiento terciario:** decantación con productos químicos, filtración y desinfección del agua. De nuevo, los últimos restos de fangos son retirados.
5. Finalizado este proceso, el agua es devuelta al medio natural en buenas condiciones para poder ser reutilizada y reiniciar el ciclo integral del agua.

Una vez conocida la ruta del ciclo integral del agua, resulta conveniente mencionar distintos aspectos: en primer lugar, cabe destacar que el agua procedente de las lluvias queda recogida en la red de recolección

pluvial. Para ello, entra por los sumideros o alcantarillas que encontramos en las calles y es depositada en un cuerpo de agua. Dado que esta agua no recibe ningún tratamiento, es importante no verter ningún residuo en estos sumideros. Tampoco resulta adecuado tirar basura al suelo, dado que puede ser arrastrada por el agua o el aire hasta las alcantarillas.

En segundo lugar, también hay que mencionar que más del 80% de las aguas residuales son vertidas en los ríos (Figura 3) y mares sin ningún tratamiento, lo que impide su saneamiento y reutilización. Podríamos pensar que la solución es competencia de los gobiernos, pero es aquí donde se justifica la necesidad de conocer la influencia de nuestras acciones sobre la problemática de la contaminación del agua, para tratar de minimizar nuestro impacto sobre la biodiversidad del planeta.

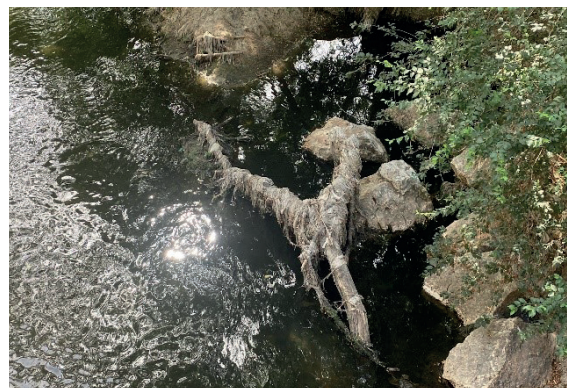


Figura 3. Vertidos humanos que acaban contaminando los ríos.



Hasta el momento, nos hemos centrado exclusivamente en la alteración del ciclo del agua por parte de los seres humanos desde el punto de vista de la contaminación. Sin embargo, cuando hablamos de intervención humana en el ciclo del agua, nos referimos también a la modificación por la fragmentación de los ríos. En nuestro país hay más de 170.000 obstáculos (presas, azudes o rampas) que impiden que los ríos, sedimentos y seres vivos que viven en él puedan circular de manera natural.

En origen, las presas juegan un papel importante en nuestro día a día, dado que permiten almacenar el agua para suministrarla en periodos de escasez, así como para regular las crecidas de los ríos, e incluso para generar energía. Sin embargo, hoy en día, muchas de las presas de nuestro país están obsoletas y mantenerlas supone un coste económico muy elevado. Además, desde el punto de vista ambiental, las consecuencias sobre la biodiversidad son enormes. Por un lado, alteran los flujos de

agua y la estructura del río. Los obstáculos retienen los sedimentos ricos en nutrientes presa arriba, provocando así un estrechamiento del cauce y la reducción de los deltas en el curso bajo de los ríos. Esta retención de sedimentos provoca, además, la disminución de los acuíferos por falta de caudal y la desaparición de playas. Lo que en su conjunto altera los ecosistemas y conduce a cambios en la presencia de especies que los habitan (ODS 14 y 15).

Por otro lado, las presas dificultan el paso de los peces y otros organismos que habitan el río. Ello hace que no puedan remontarlo para depositar sus huevos, afectando así a la reproducción y supervivencia de la especie. Esto ha generado que especies como la anguila, el esturión o el salmón se encuentren actualmente en peligro de extinción (ODS 14 y 15).

Para tratar de frenar el impacto de estos obstáculos, la demolición de presas es una práctica cada vez más común en nuestro país. Por ejemplo, desde la Confederación

Hidrográfica del Duero se han desarrollado acciones para detener la construcción de nuevas presas y eliminar las barreras fluviales obsoletas. En la actualidad se han demolido más de 180 azudes y pequeñas presas en la cuenca del Duero, tratando de revalorizar, renaturalizar y recuperar la biodiversidad del río con la cuenca fluvial más grande (y también el más afectado por estos obstáculos) de toda la península.

En definitiva, para abordar esta situación y tratar de reducir el impacto sobre la biodiversidad de los entornos urbanos, es clave presentar las problemáticas que se derivan de los usos de los recursos hídricos por parte de los seres humanos, ya que de ellos se denota una clara intervención sobre el ciclo del agua.

Presencia de fármacos en aguas continentales.

Nuria Fernández-Huetos 





La existencia de aguas contaminadas por fármacos y productos de uso doméstico que se vierten a aguas superficiales es uno de los temas de gran interés en el marco de la Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Sin embargo, sin ser muy novedoso, pues se sabe que los compuestos farmacéuticos activos (antidepresivos, antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios, etc.) llevan impactando en el medioambiente desde finales de los 70, se ha trabajado muy poco en las aulas. En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se hace referencia a esta situación en varios de sus objetivos (Figura 1), ya que esta posee una visión interdisciplinar de la salud.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) directamente relacionados con la contaminación química por fármacos en aguas continentales.

A pesar de que las metas de algunos de ellos estaban fijadas para 2020, aún no las hemos alcanzado, por lo que resulta necesario seguir trabajando sobre las mismas. Entre estas metas se encuentra, por un lado, lograr la gestión de los productos químicos y reducir su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo para minimizar sus efectos en la salud ambiental y humana (ODS 12). En este caso, lo relacionamos con la

tendencia de la población a consumir fármacos (sin prescripción médica). Por otro lado, otra de estas metas es velar por la conservación y uso sostenible de los ecosistemas terrestres, incluidos los cursos de agua (ODS 15). A consecuencia de la contaminación por fármacos en los ríos tiene lugar la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas acuáticos terrestres.

En cuanto a las metas fijadas para el 2030, el ODS 3 busca reducir las enfermedades y muertes por productos químicos (como los fármacos y otras sustancias) así como la contaminación del aire, agua y suelo. En relación con ello, el ODS 6 persigue como una de sus metas mejorar la calidad del agua, eliminando vertidos y minimizando también la emisión de productos químicos. Por tanto, de nuevo está presente la contaminación de las aguas residuales y el agua potable por fármacos tras su paso por las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). Por último, una de las metas del ODS 11 se centra en reducir el impacto ambiental negativo *per cápita* de las ciudades, especialmente, atendiendo a los desechos municipales. Esta meta se encuentra directamente relacionada con el origen de los fármacos presentes en los ríos, pues estos proceden de las ciudades, de las casas de cada familia (Figura 2).



Figura 2. Fármacos arrojados a un inodoro.



En todo el mundo se han notificado concentraciones de compuestos farmacéuticamente activos en aguas residuales, fluviales e incluso potables (Figura 3). Ello hace dudar de la eficacia de los tratamientos de aguas residuales empleados actualmente en la eliminación de este tipo de sustancias y resulta una amenaza global para la salud.



Figura 3. Desechos y vertidos de las ciudades a las aguas.

El mayor estudio sobre la presencia de medicamentos en aguas fluviales fue realizado por la Universidad de York y analizó 258 ríos de todo el mundo. Desde el Amazonas, el Misisipi y el Mekong, hasta el Manzanares; siendo este último el más contaminado de toda Europa. Mientras que las sustancias más comunes fueron la carbamazepina (fármaco anticonvulsivo), la metformina (fármaco antidiabético) y la cafeína (compuesto de tipo alimentario), más del 25% de compuestos (entre fármacos y otras sustancias, como la cafeína) se situaban en concentraciones tóxicas. Del mismo modo, otros estudios autonómicos reflejaron la presencia de antidepresivos, ansiolíticos y anticonvulsivos en las aguas de los ríos Jarama, Manzanares, Guadarrama, Henares

y Tajo. El hecho de que haya este tipo de fármacos es alarmante, pues deja entrever un alto nivel de enfermedades de salud mental en la población, y, por ende, alerta de una situación problemática para la salud pública. En consecuencia, la contaminación química por fármacos es un hecho presente en el agua de todos los continentes.

Ahora bien, debemos preguntarnos qué provoca esta situación. En primer lugar, los ciudadanos ingerimos diariamente medicación, y no solo la población anciana, sino también las personas de cualquier edad que consumen medicamentos para aliviar dolencias o estrés, ya sea por prescripción médica o no. De hecho, la pandemia mundial y el confinamiento causado por el coronavirus ha supuesto un incremento en 2021 del 10% en la venta de antidepresivos y del 7% en la de antipsicóticos. Factores como el confinamiento prolongado, el miedo a lo desconocido o la falta de rutinas produjeron casos de depresión y ansiedad. Por tanto, el uso excesivo de medicamentos conduce directamente a su aparición en las aguas residuales, pues estos proceden de la orina y las heces de las personas que ingieren dichas sustancias, las cuales no son transformadas por el metabolismo del cuerpo.

"Otros estudios autonómicos reflejaron la presencia de antidepresivos, ansiolíticos y anticonvulsivos en las aguas de los ríos Jarama, Manzanares, Guadarrama, Henares y Tajo".



Sin embargo, las EDAR (Figura 4) deberían eliminarlos por completo, pero no ocurre exactamente así. Existen algunos medicamentos que no son degradables por la luz solar y no se pueden eliminar con los tratamientos de las EDAR. Por ejemplo, la carbamazepina solo se llega a eliminar un 7%, en el mejor de los casos.



Figura 4. Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

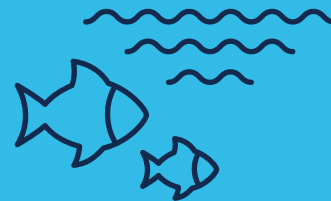
Así pues, este problema de contaminación química se convierte en una amenaza global para la salud (entendiéndola como *OneHealth*), es decir, para la salud humana, ambiental y animal. Por un lado, una elevada concentración de antibióticos en las aguas es capaz de potenciar el desarrollo de bacterias resistentes y crear la próxima pandemia, pues la resistencia de bacterias a antibióticos es responsable de millones de muertes en todo el mundo. Otro ejemplo de la gravedad de esta situación es el impacto de los antidepresivos (como la fluoxetina, también conocida por Prozac) en el medio acuático. Estos cambian el comportamiento de los animales a la hora de socializar, de alimentarse y de aparearse, llegando a afectar de forma negativa en su ciclo vital. Por ejemplo, los cangrejos de río expuestos a los antidepresivos inhiben su

agresividad, lo que les hace mucho más indefensos frente a los depredadores. Asimismo, otro fármaco, la carbamazepina, también altera el desarrollo fetal y la reproducción de los peces y los pollos, lo que demuestra que no solo es perjudicial para el medio acuático. En este sentido, si una vez en el agua depurada por las EDAR sigue habiendo presencia de medicamentos, pensaríamos que los medicamentos podrían estar también en el agua potable que bebemos o en el agua que se usa para regar los cultivos que usamos para alimentarnos. De esta manera, vemos el alto riesgo que supone la presencia de medicamentos en los ríos y acuíferos para todo el ecosistema.

Ahora bien, necesitamos dar respuesta a esta problemática ambiental y encontrar posibles soluciones. Es evidente la necesidad por parte de los gobiernos de invertir en tecnología y en ciencia para hacer mejoras en las técnicas de tratamiento de las EDAR, y así, aumentar la eficacia de eliminación de los fármacos. No obstante, como maestros y maestras también tenemos la responsabilidad de abordar cuestiones de salud ambiental en las aulas. Dado que se trata de un tema complejo para que los más pequeños de Educación Infantil tomen acción, se puede trabajar con ellos desde un punto de vista alfabetizador y de sensibilización a partir de cuentos, de imágenes reales, etc. De esta manera, los niños y niñas adquirirán la idea de realizar un consumo responsable de medicamentos cuando sean adultos. Además, con los estudiantes de Educación Primaria se puede utilizar este contexto ambiental para trabajar herramientas como gráficas y mapas, entre otras. Así, además de comprender la contaminación química en aguas continentales de manera interdisciplinar, pondrán en funcionamiento diferentes destrezas (análisis de datos, argumentación, pensamiento crítico, etc.). Por último, y dado que muchos de los medicamentos presentes en los ríos son para tratar enfermedades de salud mental, también desde las aulas podemos dar visibilidad a esta situación e investigar a qué se debe, otorgando así la importancia debida a la salud mental.

Efectos de la Biodiversidad Urbana en salud alimentaria.

José Manuel Pérez-Martín ^{ID}





Cuando miramos un paisaje urbano próximo al mar, podemos ver los diferentes compartimentos ambientales que lo componen: la atmósfera, el mar y la superficie terrestre, pero también los seres vivos que habitan en ellos (Figura 1).

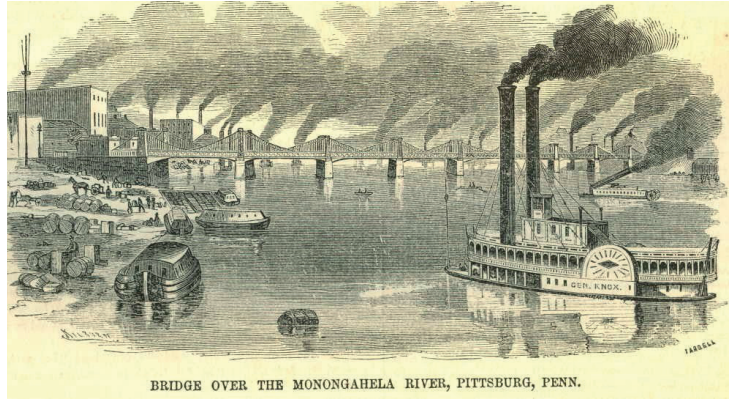


Figura 1. Representación de los distintos compartimentos ambientales en un entorno urbano marino.

Fuente: <https://acortar.link/iT78Sh>

El entorno marino, concretamente el mar, es un punto de baja energía potencial en el sistema y por ello, todas las aguas superficiales desembocan en él. Esto hace que hasta allí lleguen sustancias químicas que se consumen o producen a grandes distancias. Una situación muy conoci-

da y que puede comprobarse viendo imágenes de regiones costeras en las que se acumulan envases de plástico (Figura 2).



Figura 2. Acumulación de residuos sólidos en playas lejanas al origen del vertido.

De esta manera, los cientos de miles de sustancias químicas a las que los seres humanos estamos expuestos diariamente durante toda nuestra vida en contextos cotidianos, acaban en las aguas residuales, de ahí llegan a las aguas superficiales y finalmente al mar. No hay que olvidar que estas sustancias también son absorbidas por nuestro organismo, metabolizadas y eliminadas a través de la orina y las heces, acabando finalmente en las aguas residuales.

Con todo ello, el mar ha sido históricamente la solución que los seres humanos han utilizado como depósito de sus desechos bajo la premisa "*dilution is the solution*". Esto se explica porque cuando se generan grandes cantidades de un producto químico suele tener efectos tóxicos, pero se suelen reducir cuando disminuimos su concentración, mezclándola con agua. Sin embargo, esto no es del todo cierto.



En muchos casos, vertidos de origen industrial y agrícola han llegado al mar causando efectos muy graves para los organismos marinos. Un ejemplo serían las sustancias químicas vertidas desde campos de cultivo, como los herbicidas y los fertilizantes. En estos casos, se produce un incremento de materia inorgánica que beneficia a los organismos productores que pueden desarrollarse en gran número y tamaño. El crecimiento de la población de microorganismos fotosintéticos en la superficie provoca que se generen unos grandes tapetes de algas que impiden la entrada de luz hacia la parte profunda del cuerpo de agua. En esas condiciones, algunos organismos fotosintéticos que viven lejos de la superficie no pueden realizar la fotosíntesis y comienzan a utilizar oxígeno (la respiración mitocondrial) para mantenerse vivos. En ese momento, privan de oxígeno a los animales acuáticos que acaban muriendo asfixiados (Figura 3). A este fenómeno se le denomina eutrofización y se lleva produciendo durante varios años en el mar Menor (Murcia, España).



Figura 3. Peces muertos en la orilla del mar a causa de la eutrofización.

Estas situaciones donde los organismos productores de un ecosistema se encuentran bajo presión ambiental por incremento de las poblaciones de otros seres vivos, o por un descenso en la disponibilidad de recursos, cada vez son más frecuentes debido al cambio climático y al cambio de los regímenes hídricos de muchas regiones. En esos momentos, cuando se produce estancamiento en aguas dulces superficiales o disminuye el flujo de corrientes de nutrientes en agua salada, algunos microorganismos unicelulares responden ante ese estrés sintetizando y liberando al medio sustancias tóxicas que pueden llegar a causar la muerte de otros seres vivos. Es decir, responden con toxinas para reducir la competencia por los recursos. Un ejemplo de esta situación en agua dulce sería el caso de las cianobacterias que encontramos en los pantanos, pues en momentos de baja precipitación provocan la muerte de peces y organismos acuáticos, así como la intoxicación de los consumidores de esta agua embalsada, no solo por beberla, incluso con solo bañarse.

Un ejemplo de esta situación, en el ambiente marino, son las denominadas mareas rojas (Figura 4), causadas por un dinoflagelado (microorganismo unicelular) que, en situaciones de estrés ambiental, produce un incremento de sus poblaciones provocando una coloración rojiza del mar. Su presencia en esas cantidades es indicador de la emisión de toxinas que envenenan a multitud de organismos, entre ellos,



Figura 4. Marea roja producida por un dinoflagelado.



los mejillones y otros mariscos que pueden ser consumidos por los seres humanos provocándoles la muerte. Por ello, mariscar en presencia de mareas rojas está prohibido.

Estos dos ejemplos presentados hasta aquí tienen relación con situaciones de estrés ambiental provocadas por los seres humanos directa (vertidos agrícolas) o indirectamente (cambio climático) y están asociadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que la Organización de Naciones Unidas promulgaron en 2015. En ambos casos, su origen está en el (mal) cuidado del agua (ODS 6), viéndose afectados los ecosistemas marinos (ODS 14) y terrestres (ODS 15). Asimismo, también tienen repercusiones en la salud humana (ODS 3) y, en sucesivos efectos, que conectan con otros (encarecimiento de productos de alimentación) de corte más socioeconómico (ODS 12).

Sin embargo, no todos los vertidos de compuestos de origen humano tienen un efecto tan directo. En

algunos casos, sustancias químicas con características lipofílicas (compuestos orgánicos insolubles en agua) tienen la capacidad de entrar en las células de los organismos vivos sin dificultad y de acumularse en determinados tejidos. En esas condiciones, con el paso del tiempo la concentración de estos compuestos es mayor en el interior del organismo que en el entorno que lo rodea. A este fenómeno se le denomina bioacumulación y es el responsable de multitud de efectos para la salud de los organismos de un ecosistema. Se han descrito problemas de desarrollo, reproductivos, inmunológicos, etc., relacionados con esta exposición constante (diariamente están expuestos a estas sustancias) y acumulativa. Tanto es así que animales como los cetáceos están presentando problemas para mantener estables sus poblaciones y se está reduciendo su número también por esta acción indirecta de los seres humanos.

La situación es muy complicada, los vertidos de aguas residuales

e industriales acaban llegando al mar como mezclas complejas de difícil control e imposible valoración toxicológica con las estrategias actuales. Esto nos conduce a que los organismos de los ecosistemas marinos estén expuestos a multitud de compuestos químicos que se acumulan en ellos, y son incorporados a sus depredadores conforme van entrando a formar parte de la cadena trófica. Así, los organismos de los niveles más altos de la pirámide (consumidores secundarios, terciarios, etc.) incorporan los contaminantes a mayor velocidad. Un ejemplo paradigmático de esta situación es la que reflejan estudios sobre la presencia de ácido perfluorooctanoico en la sangre de focas, osos polares y esquimales. Este compuesto forma parte, entre otros, de los teflones de las sartenes y de los envases alimentarios de cartón que permiten que se humedezcan con aceites y grasas sin que se rompan. Esas sustancias acaban llegando al mar incorporándose en todos los niveles de la cadena trófica. El lugar del cuerpo donde se bioacumulan preferentemen-

te es el tejido graso (recordemos que son sustancias lipofílicas). El motivo por el que se acumulan a mayor velocidad en los grandes carnívoros es que tienen una dieta rica en grasa, necesaria en estas latitudes. Por ello, los tóxicos del pescado que consumen las focas se (bio)acumulan en el tejido adiposo de estas, y de ahí llegan a los osos polares y a los humanos que las consumen con frecuencia.

En este punto, hay que añadir que, en muchos casos, estos compuestos alteran el sistema endocrino (disruptores endocrinos), provocando cambios hormonales que afectan al desarrollo de los organismos, desde niveles cognitivos hasta reproductivos. Por lo que es muy frecuente encontrar feminización de poblaciones de animales, por la presencia de moléculas con papel estrogénico y antiandrogénico, y problemas en la capacidad reproductiva. Tanto es así que está provocando la pérdida de biodiversidad en el planeta, fundamentalmente entre animales acuáticos como peces y anfibios. Sin embargo, es cada vez



más frecuente encontrar problemas reproductivos de esterilidad e infertilidad en seres humanos, y más en lugares donde el uso de pesticidas y herbicidas es muy elevado. Estas situaciones vuelven a tener relación con la calidad de las aguas (ODS 6), la vida submarina (ODS 14), los ecosistemas terrestres (ODS 15) y con la salud ambiental (ODS 3).

Por último, hay que mencionar un ejemplo clásico que se produce en los organismos marinos, la bioacumulación de metales. Aunque hay multitud de vertidos de compuestos orgánicos, los metales también son compuestos que acaban siendo vertidos masivamente en el mar. Tal es su peligro que existe un caso paradigmático que derivó en un problema de salud ambiental y humana en Japón en los años 60 del siglo pasado. Una industria decidió que el mercurio que se generaba como desecho de su producción se podía verter directamente al océano, ya que de esta forma la concentración de mercurio sería menor y por lo tanto menos tóxico (recordemos la idea de disolver para reducir la contaminación). La realidad fue otra, si bien el mercurio vertido se diluye en el agua, también se bioacumula en los organismos vivos del ecosistema, aumentando la cantidad acumulada según el nivel trófico en el que se encuentre el organismo. Así, con el paso del tiempo, todos los peces del entorno de las islas de Japón tenían concentraciones de mercurio elevadísimas, lo que supuso una exposición tóxica de los seres humanos a través de la dieta, ya que el pescado es uno de los principales alimentos que consumen en aquel país. La grave crisis ambiental generada se destapó a la vez que miles de personas fueron diagnosticadas de una parálisis cerebral producida por haber ingerido altos niveles de mercurio, siendo la ciudad de Minamata el origen de la crisis y dando nombre a la enfermedad de Minamata.

Esta acumulación de metales en seres vivos como el mercurio (metilmercurio) en los peces y, el cadmio en los mariscos, o el arsénico en el arroz hace que, para algunos productos (atún, pez espada, carne oscu-

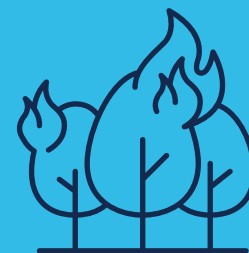
ra de los crustáceos), haya unas recomendaciones sanitarias en España que sugieren limitar su consumo en mujeres en edad fértil. Incluso se recomienda que ni la población infantil y juvenil los consuman.

Para concluir, hay que señalar que el consumo de estos productos es seguro (según la legislación vigente) si se siguen ciertas sugerencias sobre las pautas de consumo. Por ejemplo, no ingerir más de 50 g/semana de pescado de esas especies. Aunque, sin olvidar el posible efecto cóctel de las combinaciones involuntarias de consumir diferentes productos contaminados, ni de su exposición a dosis bajas y combinadas durante muchos años (exposición crónica). Con todo ello, es más que evidente que debemos actuar en dos niveles: i) evitar la contaminación de los mares para que la situación se revierta, y así mejorar la salud ambiental; e ii) informarnos de qué productos presentan estos riesgos para evitar, reducir, moderar o controlar su consumo, minimizando los riesgos para la salud humana.

En definitiva, la producción industrial está contaminando los mares y como también es una fuente de recursos alimentarios para los seres humanos, estamos provocando un efecto rebote sobre nosotros mismos a nivel de salud. La información de esta concatenación de situaciones interconectadas debe llegar a la ciudadanía, y con más celeridad a las maestras y maestros, para que comencemos a trabajar estos temas en las etapas más iniciales del sistema educativo.

La Biodiversidad Urbana como cortafuegos para prevenir los incendios.

María Jené Conde ^{ID}





Cada vez es más común, generalmente en las épocas de calor, que día tras día nos hablen de incendios forestales en el telediario. Por desgracia, ha llegado un punto en el que, además, nos lo cuentan amigos del pueblo o familiares que pierden sus fincas, incluso vídeos en las redes sociales de personas desalojando sus casas por la cercanía de ese fuego incontrolable. En lo que llevamos de año 2022, según Copernicus, en nuestro país han ardido un total de 299.760 hectáreas, un dato actualizado a día 17 de octubre y desgarrador que nos hace plantearnos la pérdida de vida terrestre que eso supone.

Gracias a este sistema de información sobre incendios forestales europeos, se demuestra que en nuestro país esta catástrofe ambiental tiene lugar en su mayoría en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Este periodo de tiempo, además, coincide con las mayores emisiones de gases de efecto invernadero que registra España, así como con temperaturas anómalas, como hemos podido comprobar recientemente siendo muy elevadas.

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) permiten conceder a esta problemática la importancia que merece. A pesar de que en ellos no se haga referencia a los incendios forestales de manera directa, existe gran relación entre dicha problemática socioambiental y varios ODS, tal y como se muestra en la figura 1.

Quiero destacar que esta problemática, está conectada directamente con el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres), planteado para gestionar los bosques velando por su conservación, luchar contra la desertificación, detener la degradación de los terrenos y asegurar el bienestar de la biodiversidad de los ecosistemas. Dentro de este objetivo subrayo la influencia de la ganadería y la agricultura familiar o extensiva, en la que profundizo a lo largo del capítulo.



Figura 1. Elaboración propia de la relación con los ODS.



Todo lo anterior lo podemos conseguir invirtiendo en el ODS 4 en relación con una educación de calidad que llegue a todos los puntos del mundo, garantizando un acceso universal. De esta forma, se puede formar a los futuros ciudadanos de las ciudades y pueblos en diferentes saberes, tanto teóricos como prácticos, para alcanzar el bienestar, siendo partícipes directos en el cambio hacia la sostenibilidad.

¿Qué podemos hacer nosotros y cómo nos afecta?

Los incendios hay que prevenirlos a lo largo de todo el año, se deben mantener los cortafuegos, invirtiendo en recursos humanos, económicos y materiales para el cuidado de los bosques y la limpieza de terrenos. De esta forma, será más probable que en los meses más calurosos no nos echemos las manos a la cabeza al ser conscientes de las consecuencias que conlleva no haber prestado la suficiente atención a nuestras tierras.

Me voy a adentrar en la necesidad de invertir, más específicamente en ganadería y agricultura familiar, ya que es la forma más efectiva de conservar los terrenos en un buen estado y mantener el suelo sano. El papel de los animales en cuanto al control de incendios es más importante de lo que pensamos. Los animales, tanto los salvajes como los organizados mediante técnicas como el pastoreo, se alimentan de la vegetación fresca y verde, lo que les permite obtener energía y mantenerse hidratados. Además de ello, estos animales son los encargados de limpiar la flora silvestre, y haciendo uso de diferentes vías pecuarias como cañadas, cordeles o veredas, se movilizan de unos terrenos a otros, sirviendo de cortafuegos. En el momento en el que el pastoreo o los grandes herbívoros (bisontes, cabras montesas, ciervos, caballos

salvajes, etc.) desaparecen, el riesgo de incendio es mayor, dado que la materia orgánica que no ha sido consumida se seca en los meses más calurosos. En este estado, es altamente inflamable y favorece la propagación de los incendios. Por lo tanto, a través de la ganadería controlada y extensiva se va eliminando esa acumulación de biomasa que existe cada vez más en nuestras montañas, campos y fincas, debido a la falta de personas encargadas de estos trabajos tan esenciales.

Cuidar las tierras a través de los cultivos permite obtener alimentos sostenibles, favorecer a nutrir los suelos y evitar las malas hierbas, matorrales y flora silvestre que, como ya se ha mencionado, en caso de incendio, avivan y extienden las llamas. En este sentido, la agricultura se encarga de sanear los campos durante todo el año a través de la producción y recogida de alimentos, el riego o el aireamiento de la tierra, entre otros. Tanto la ganadería como la agricultura se encargan de elaborar cortafuegos naturales que evitan la propagación del fuego y ralentizan la expansión de las llamas.

Actualmente, el fuego se propaga más rápido porque cuando se inicia no hay fincas cuidadas que lo puedan parar o frenar, por lo que son los profesionales (que deben desplazarse hasta la zona afectada) los que comienzan esas labores de extinción. Cuando cuidamos a lo largo del año del entorno que nos rodea, estamos ayudando a que, en caso de incendio, el fuego se controle más rápido y no llegue a ocasionar desgracias como las que vemos últimamente.

La mayoría de nuestros bisabuelos y abuelos se dedicaban a estos trabajos de campo, con animales, en las zonas rurales, pero con el éxodo rural a las ciudades se fue perdiendo. Actualmente, la poca gente que vivía de ello va falleciendo y cada vez son menos los implicados en esta problemática. Sin estas labores tan esenciales y sin ayudas o beneficios que atraigan a trabajar en el campo conservando la biodiversidad



urbana del entorno rural, se facilita el descuido de estas zonas verdes y una vez que el incendio está activo se vuelve incontrolable, produciéndose su expansión y descontrol. Ello provoca la deforestación y deterioro de terreno, la emisión de gases contaminantes, la muerte de flora y fauna, el alcance a las casas y la pérdida de bienes, como los propios hogares.

abandono del campo. Estamos a tiempo de educar a las futuras generaciones en la atención de la biodiversidad que existe en las ciudades y los entornos rurales y en que todas nuestras acciones, por pequeñas que parezcan, dejan huella y pueden cambiar el rumbo de los hechos.

Está en nuestras manos poder redirigirnos y plantearnos cómo colaborar en mejorar la conservación de la biodiversidad urbana en el ámbito rural que, si no es así, solo irá empeorando la conservación de los espacios naturales por la acción del fuego. Desde la educación podemos transformar nuestro estilo de vida, tanto individual como de toda la sociedad. Nos debemos dar cuenta de la importancia de las labores que el sector primario, de forma extensiva, desarrolla a nivel ambiental, protegiendo nuestras zonas verdes. Los incendios forestales descontrolados y tan intensos como los que estamos sufriendo (Figura 2) son otra consecuencia más del



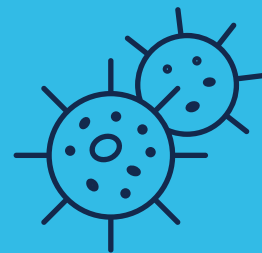
Figura 2. Incendio de Verín, imagen por Brais Lorenzo.

Fuente: <https://acortar.link/b3EIST>

"En lo que llevamos de año 2022, según Copernicus, en nuestro país han ardido un total de 299.760 hectáreas, un dato actualizado a día 17 de octubre y desgarrador que nos hace plantearnos la pérdida de vida terrestre que eso supone."

La Biodiversidad Urbana para controlar las enfermedades emergentes que provoca el cambio climático.

José Manuel Pérez-Martín ^{ID}





El calentamiento global es uno de los problemas más graves a los que actualmente nos enfrentamos (ODS 13). Esta situación deriva del incremento tanto del dióxido de carbono (CO₂) como de otros gases de efecto invernadero (GEI), procedentes del uso abusivo de los combustibles fósiles como fuentes de energía durante los últimos 200 años.

El aumento de GEI provoca que la radiación solar que llega a la Tierra no pueda ser reflejada como ocurría antes, por lo que todo el sistema (atmósfera, hidrosfera, litosfera) incrementa su temperatura. Este aumento progresivo de las temperaturas ha conducido a la reducción de los hielos perpetuos de cordilleras, montañas, glaciares y casquetes polares. Estas regiones frías tienen la función de regular este calentamiento. De forma natural, anualmente se produce el deshielo de los casquetes polares, y llegado el invierno, se produce su congelación. Este ciclo permite que el hielo (agua dulce) se descongele y se mezcle con el agua salada que está más caliente, reduciéndose la temperatura del océano. Este mecanismo moviliza grandes masas de agua que ponen en funcionamiento una cinta transportadora (la corriente del Atlántico norte) de los nutrientes que están en el océano, redistribuyendo los microorganismos que viven en el ecuador por todo el planeta. Con ello, los consumidores que viven muy alejados del ecuador se pueden alimentar. Sin embargo, el calentamiento global está causando que durante el invierno no se recupere la situación inicial, y cada vez haya menos superficie congelada. Con ello, el movimiento de masas de agua por el deshielo cada vez es más limitado, hasta llegar a un punto donde no se podrá dar porque no habrá una diferencia de temperatura suficiente, y se paralizará la corriente marina y la redistribución de nutrientes.

Por último, los casquetes polares y las regiones frías son superficies que incrementan la refracción de la luz que llega del Sol (albedo). Con ello, se consigue que el planeta se caliente menos, por lo que la reduc-

ción de su superficie al derretirse por el calentamiento global produce que se pueda absorber mayor cantidad de radiación solar. Por tanto, se genera un círculo vicioso donde más calor produce más fusión de casquetes polares, y menos casquetes polares permiten más irradiación solar que incrementa la temperatura del planeta.

En definitiva, el calentamiento global provoca incrementos de temperaturas en todo el planeta, pero eso no quiere decir que toda la Tierra se vaya a convertir en un desierto. Los cambios en la temperatura del océano conducen a que las corrientes atmosféricas y marinas cambien. Estos procesos provocan grandes cambios en el clima y eventos climáticos extremos en todas las regiones. Se podría decir que en general habrá periodos de sequías muy intensas y momentos de lluvias torrenciales con enormes inundaciones.

Estos cambios ya se están notando. Así, en el otoño de 2022, se ha detectado el huracán atlántico que más al norte se había formado, y que ha llegado en forma de borrasca profunda a Europa. Semanas después, hemos tenido una tormenta tropical azotando las Islas Canarias. Un fenómeno bastante infrecuente, puesto que los huracanes que se forman en la costa africana no suelen ir hacia el norte pegados a la costa, ya que la temperatura del agua normalmente no lo permite, pero este año sí. Sirvan estos dos eventos climatológicos para ilustrar que la situación está cambiando y lo está haciendo en una escala temporal muy corta.

Generalmente, cuando ha habido cambios en la composición de la atmósfera de la Tierra y se han producido grandes cambios climáticos, han sido acompañados de grandes extinciones en el planeta. Un ejemplo de ello fue la extinción del Pérmico, con casi el 90% de las especies del momento extinguidas. En esa ocasión, el incremento de CO₂ se produjo por la erupción de volcanes en Siberia durante



casi 100.000 años, con un incremento de la temperatura de los océanos de hasta 8 °C. Nosotros la hemos aumentado casi 2 °C en 200 años. El planeta, ante situaciones de desajuste de los niveles de CO₂, tiene mecanismos de autorregulación a través de los organismos vivos que fijan este gas (organismos fotosintéticos), y también mediante reacciones químicas no biológicas que devuelven los niveles a valores iniciales. Recientemente, se ha descrito la meteorización de los silicatos como una vía para restaurar los niveles de CO₂, aunque el tiempo que tardan en volver a los valores iniciales son varios cientos de miles de años (Arnscheidt y Rothman, 2022). En ambas situaciones, y, por supuesto, también en la actual, las exigencias para adaptarse a los cambios son enormes y la amplia diversidad biológica ni pudo ni está pudiendo hacerlo, por lo que hubo y habrá extinciones (ODS 14 y ODS 15).

Los cambios ambientales producen dificultades para encontrar

alimento y hábitats necesarios para que los seres vivos se asienten y se reproduzcan. En ese contexto, los seres vivos dejan menos descendencia, aumentan las dificultades para encontrar pareja y se reduce más aún la población con el paso del tiempo. Si a esto le añadimos que, al disminuir el número de individuos nacidos, también lo hace la diversidad genética, entonces la capacidad de que aparezcan nuevos individuos con características que les permitan adaptarse mejor al medio es inferior. Así, pasadas unas pocas generaciones con dificultades para encontrar recursos, las especies se extinguen. Esta es la situación en la que nos encontramos y es la que se lleva describiendo como la sexta extinción masiva, esta vez sí está provocada por los seres humanos.

Sin embargo, nuestros entornos próximos suelen ser ricos en recursos para los seres vivos, aunque no para todos. La cantidad de residuos que generamos, en ocasiones, se convierten en los nutrientes de fauna, flora y microorganismos que no solían vivir

cerca de nosotros. Por ejemplo, todo el mundo relaciona la presencia de las gaviotas con zonas de costa, pero cada vez es más frecuente que vivan en regiones continentales cerca de grandes urbes. Lo que se debe a que los grandes basureros son zonas con nutrientes para sus poblaciones. Esto mismo ocurre con las cigüeñas, y el caso de Alcalá de Henares (Madrid) es un muy buen ejemplo. El cambio climático hace que cada vez haya más aves migratorias que se asienten en España y no viajen a África en invierno, ya que la temperatura en nuestro país es soportable durante este periodo. Esto ha convertido ciudades como Cáceres o Alcalá de Henares, ciudades con una arquitectura histórica de relevancia patrimonial y cultural, en lugares ideales para la nidificación de las cigüeñas por sus grandes cúpulas y tejados, permitiendo ver a estas aves durante prácticamente todo el año. Ya no es tan correcto decir: *“por San Blas, la cigüeña verás; y si no la vieres, mal año tuvieres”*. Sin embargo, eligen estas ciudades porque además de espacios don-

de anidar, también tienen fácil acceso a recursos como residuos urbanos. Se estima que el 80% de los alimentos que consumía una cigüeña de Alcalá de Henares procedía del basurero. De hecho, su ayuntamiento, hace unos años, estuvo valorando el impacto negativo que tendría la retirada del vertedero municipal principal sobre la población de cigüeñas, y fue propuesta, como solución, la creación de comederos artificiales, para que poco a poco la población encontrase alimento en otros lugares sin abandonar la ciudad.

En este punto, hay que señalar que la fauna y la flora que tenemos en las ciudades está muy vinculada con los recursos del entorno en el que viven, pero también se acercan a las ciudades porque el cambio climático reduce sus opciones lejos de ellas. Esto convierte a las ciudades en nuevos hábitats que ocupar y, en ocasiones, llenos de oportunidades. Sin embargo, esta situación no es tan bucólica como pudiera parecer. Otras especies animales, procedentes de otras partes del mundo, están asen-



"La fauna y la flora que tenemos en las ciudades está muy vinculada con los recursos del entorno en el que viven, pero también se acercan a las ciudades porque el cambio climático reduce sus opciones lejos de ellas."

tándose al norte de la cuenca del Mediterráneo. Muchos mosquitos, entre los que es bien conocido el mosquito tigre, han comenzado a colonizar zonas costeras del levante (iniciándose en Cataluña), donde los humedales permiten el establecimiento de sus poblaciones tras llegar por carretera en neumáticos transportados desde oriente. Estos mosquitos (hembras) se alimentan de sangre de mamíferos para poder hacer sus puestas de huevos y alimentar a sus larvas. Su picadura es muy dolorosa, en comparación con la producida por el mosquito común. Sin embargo, este no es su principal peligro. De todos es conocido que multitud de enfermedades en los países en desarrollo (por ejemplo, África, sudeste asiático y Latinoamérica) se producen por microorganismos patógenos que se transmiten a través de las picaduras de estos insectos (ODS 3). Así se transmiten: la malaria, el Zika, el dengue, el virus de Nilo Occidental, o el chikungunya, entre otros; todas enfermedades o patógenos que se consideran erradicados o no endémicos de

Europa. Estos mosquitos, a la vez que extraen la sangre de la que se alimentan e introducen sustancias de su saliva que contienen a los microorganismos patógenos. Por lo tanto, la transmisión de estas enfermedades solo es posible si un microorganismo infecta las glándulas salivares del mosquito (o insecto) y cuando este "pica" a un mamífero, le inyecta el patógeno/parásito. Por ello, preocupa la llegada de una población de mosquitos infectados con el patógeno/parásito. Asimismo, también puede originarse porque un grupo humano (turistas generalmente) esté infectado y puedan ser picados por mosquitos y que estos se infecten y comiencen a transmitir la enfermedad a otros humanos. En cualquiera de ambas situaciones, podemos dar por iniciado el asentamiento de la enfermedad.

Actualmente no hay ninguna zona declarada como "de riesgo" en España, pero no hace mucho de ello. En 1964, la Organización Mundial de la Salud declaró la malaria erradicada en España.



Hasta entonces, varias regiones en nuestro país tenían declarada la presencia endémica de paludismo (o malaria), como eran Extremadura, Andalucía y Murcia (Figura 1). Estas situaciones en pequeñas poblaciones suelen ser peligrosas, pero en cierta medida controlables. Sin embargo, en grandes urbes se pueden convertir en epidemias en toda regla.



■ Endemia grave ■ Endemia intensa ■ Endemia leve

Figura 1. Zonas endémicas de paludismo (malaria) en España 1933. Extraída de Bueno Marí y Jiménez Peydró (2008).

Durante el confinamiento parcial de la COVID-19, se iniciaron protocolos de respuesta para erradicar en Sevilla la presencia de mosquitos que parecían estar infectados con el virus del Nilo occidental que estaban provocando graves daños en personas que habían sido picados por el mosquito y que, además, no habían viajado a la zona donde la enfermedad es endémica.

Como se puede entender, la situación sanitaria en una gran ciudad es preocupante y compleja de controlar. Por ello, se deberían promover, en los entornos urbanos, las condiciones naturales que permitan que se establezca una red trófica que controle la presencia de este tipo de insectos (ODS 15). Sin embargo, los animales insectívoros más voraces están siendo desplazados de las ciudades por diferentes motivos. Uno de ellos es la contaminación acústica que no permite que algunos de ellos se comuniquen y puedan mantener estables las poblaciones. Tal es el caso de los jilgueros, gorriones y golondrinas. Pájaros de trinos muy agudos y suaves que con el tráfico rodado ven dificultado su emparejamiento y apareamiento. Además, la aparición de especies invasoras como urracas y cotorras también ha dificultado la obtención de su alimento y desplazan sus poblaciones.

"Se deberían promover, en los entornos urbanos, las condiciones naturales que permitan que se establezca una red trófica que controle la presencia de este tipo de insectos transmisores de enfermedades."



Otro motivo es la mala prensa de algunas especies como animales venenosos o que generan enfermedades y miedos. En esta situación, se hallan las arañas y los murciélagos, que son animales que pueden consumir grandes cantidades de insectos, mosquitos fundamentalmente. Un murciélago podría comer hasta 1200 mosquitos en una hora, siendo una especie ideal para el control de plagas. Sin embargo, los prejuicios que han generado el cine y la literatura sobre los murciélagos sobre la transmisión de la rabia (virus) o patologías ficticias como el vampirismo (una minoría de murciélagos son hematófagos y todos americanos), y recientemente la COVID-19 (siendo los murciélagos uno de los posibles reservorios), han fomentado una mala prensa de estos animales. Sin embargo, los datos dicen lo contrario, ya que se producen en el mundo casi 600.000 muertes al año por malaria (200 millones de casos clínicos), frente a los 55.000 casos de muerte por rabia, siendo el 99% producidos por perros, y menos del 1% por murciélagos.

Así que las formas de erradicar mosquitos en las ciudades es el uso de insecticidas de amplio espectro, con lo que se erradican también otros insectos beneficiosos para el ecosistema y hacen desaparecer los nutrientes de los animales insectívoros, que también desaparecen. Así que, cuando llega una plaga de insectos transmisores de enfermedades (vectores) estamos desprotegidos de la respuesta natural de un ecosistema y dejamos la puerta abierta a esta nueva especie invasora que puede provocar grandes daños a nivel de salud humana (ODS 11).

Asimismo, otro ejemplo de esta situación es la de multitud de aves que viajan por todo el planeta en diferentes estaciones del año para invernar o pasar el verano en climas más agradables como ocurre en la península Ibérica. En algunos casos, se producen brotes de aves enfermas como la gripe aviar. El potencial peligro de esta enfermedad y su posible infección a humanos (zoonosis), que ya se ha dado en ocasiones a través de animales de granja, supone una situación de alerta constante

en los servicios de control de enfermedades. En algunos casos, estas situaciones se dan en regiones periurbanas como lagunas y humedales cercanas a pueblos, en entornos rurales. En estos casos, la depredación natural de cernícalos, águilas y otras rapaces ayuda al control natural de estas enfermedades, ya que las rapaces no pueden contagiarse con este virus porque sus jugos gástricos lo destruyen, deteniendo así la cadena de contagios. Esto no ocurriría si el animal quedase muerto en el humedal, cerca de donde se alimentan otros individuos, y donde el suelo y el agua podría contener partículas virales. Lo que vuelve a poner de manifiesto el valor de los depredadores en los ecosistemas como controladores de enfermedades y posibles zoonosis.

-

Referencias

- Arnscheidt, C. y Rothman D. H. (2022). Presence or absence of stabilizing Earth system feedbacks on different time scales. *Science Advances*, 8(46).
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adc9241>
- Bueno Marí, R., y Jiménez Peydró, R. (2008). Malaria en España: aspectos entomológicos y perspectivas de futuro. *Revista Española de Salud Pública*, 82(5).

¿Cómo afecta el ruido de la ciudad a las aves?

Elena Aranda-Cuerva 





"Esta transformación y creación de ciudades contemporáneas afecta directamente a las aves, sus conductas y hábitos."

El ser humano ha cohabitado con las aves desde sus primeros asentamientos hasta las ciudades contemporáneas, aproximadamente un total de 10.000 años.

En las últimas décadas se ha producido un crecimiento exponencial de la urbanización, que permite estimar que en 2030 más del 60% de la población humana mundial vivirá en zonas urbanas. Cuando se habla de urbanización se está haciendo referencia al proceso por el que se convierten hábitats rurales en zonas con una densidad moderada o elevada de casas unifamiliares con espacios privados seminaturales.

Esta transformación y creación de ciudades contemporáneas afecta directamente a las aves, sus conductas y hábitos; en algunos aspectos de manera positiva, pero también pudiendo resultar perjudiciales. Por ejemplo, muchas aves encuentran en las ciudades recursos tróficos abundantes y predecibles, una reducción evidente de depredadores o una buena provisión de estructuras donde ubicar sus nidos. Pero también se enfrentan a la pérdida de espacios verdes naturales o la contaminación de distintos tipos: química, lumínica y, centrando el trabajo de este documento, la contaminación acústica.

Gran parte de la comunicación entre aves se desarrolla a través de la emisión de señales acústicas, de modo que, en aquellas ciudades en las que la contaminación sonora se encuentra en los mismos decibelios y frecuencias de onda que las señales que emiten las aves, se ve directamente afectada su capacidad de relacionarse, ocasionando un impac-

to inmediato a nivel poblacional. Aunque algunas especies de aves se han adaptado a la vida en las ciudades, el ser humano necesita realizar cambios en los espacios urbanos que faciliten que ambos podamos cohabitar.

A continuación, pasamos a desarrollar en detalle todas estas ideas relacionadas con la contaminación acústica y la biodiversidad urbana, pero antes merece la pena considerar cómo esta problemática, a pesar de no aparecer de manera explícita en la Agenda 2030 está relacionada con distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figura 1).



Para cohabitar aves y humanos en espacios beneficiosos para ambos.



Adaptación de nuevas construcciones a las necesidades avícolas.



Reducción de todo tipo de contaminación para favorecer la vida de seres humanos y aves.



Mejora de las condiciones de vida de las aves de la ciudad.



Implicación de los humanos para cambiar la urbanización de las ciudades y mejorar la vida de las aves.

Figura 1. Relación entre la urbanización sostenible con las especies avícolas y el resto de ODS.

La transformación del paisaje, a la que se hacía referencia anteriormente, ha sido ocasionada no solo mediante la construcción de edificios e industria, sino también introduciendo nuevas especies de plantas (arbolado urbano y malezas) y animales (principalmente los



domésticos: perros y gatos), que cambian las interacciones que se realizan con el medio y los seres vivos que en él habitan. Además de estos cambios tangibles, existen otros como la iluminación nocturna o el ruido ambiental, que también afectan a las especies animales que habitaban el lugar previo a la urbanización, pudiendo beneficiarles o perjudicarles, dependiendo de sus requerimientos ecológicos.

En función de su tolerancia a la urbanización y su dependencia o no de los recursos provistos por los humanos, se han clasificado las aves en: evitadoras, adaptadoras o explotadoras urbanas (Tabla 1).

Evitadoras	Adaptadoras	Explotadoras urbanas
Necesitan grandes extensiones sin urbanizar para alimentarse y nidificar. Acaban expulsadas de las ciudades.	Toleran niveles intermedios de urbanización, aunque también viven fuera de ella.	Se han adaptado de tal manera que ya solo viven en ciudades. Suelen ser especies generalistas, que nidifican en oquedades y con dietas omnívoras o insectívoras.
		

En cualquier caso, aunque muchas especies de aves acaben adaptándose a la vida en la ciudad, no todo lo que inicialmente parece beneficioso para ellas lo es. A continuación, se presentan una serie de circunstancias en las que, aunque en apariencia las aves pueden verse beneficiadas, a la larga existen perjuicios para su desarrollo y supervivencia.

Alimentación:

- **Beneficios:** las aves se alimentan de los desperdicios humanos, que encuentran en el entorno de contenedores, papeleras o terrazas de los bares; disponen de comederos para aves en jardines particulares; y la gran presencia de vegetales nativos y exóticos les proporcionan constantemente frutos e insectos.
- **Perjuicios:** los alimentos que encuentran como desechos humanos son nutricionalmente deficientes, con exceso de azúcares, grasas e hidratos; que conllevan costes ocultos en la salud de las aves, como estrés oxidativo o aumento de patologías, entre otros.

Tabla 1. Definiciones y comparativa de tipos de aves en función a su adaptación a la urbanización. Como ejemplos, en verde el Arrendajo euroasiático; en amarillo el Petirrojo europeo; y en rojo el Gorrión común.

Fuente: Arrendajo euroasiático (Fuente: <https://acortar.link/3CAth2>); Petirrojo europeo (<https://acortar.link/nSSZTk>); Gorrión común (<https://acortar.link/DzGUrX>).



Contaminación:

- **Beneficios:** el aumento de temperaturas en las ciudades con respecto al entorno rural es conocido como Isla de Calor Urbana; y se debe a la quema de combustibles o a la emisión de calor de asfaltos y cementos. Esta subida de temperatura atrae más temprano a especies de aves migratorias, que inician antes y durante más tiempo su periodo reproductivo.
- **Perjuicios:**
 - **Contaminación química:** por la combustión de gases procedentes de vehículos, industria o calderas.
 - **Contaminación acústica:** con el transporte y la construcción como principales responsables. En función del volumen, frecuencia, constancia y duración, afectan en las aves alterando su comportamiento, reduciendo el éxito reproductivo y dificultando su comunicación.
 - **Contaminación lumínica:** altera el comportamiento de las aves, modificando sus periodos de actividad y reproducción, incluso alterando su fisiología. La luz atrae a la ciudad a muchas especies migratorias, poniéndolas en peligro y aumentando su mortalidad por todos los factores de riesgo que encuentran en las ciudades a los que no se enfrentarían fuera de ellas. Además, la iluminación nocturna repele la presencia de insectos o polillas que solo aparecen con la oscuridad de la noche y que podrían servir como alimento para algunas aves.

Depredadores y competidores:

- **Beneficios:** con la aparición del ser humano y sus construcciones, desaparecen algunos de los depredadores más importantes de aves, como las serpientes o los coyotes.
- **Perjuicios:** proliferan otros depredadores, como los gatos o las ratas. Además, las ciudades se han convertido en puntos calientes para invasiones biológicas. Actualmente hay más de 30 especies de aves invasoras en nuestras ciudades (como la Cotorra argentina o la Cotorra de Kramer), que afectan al resto reduciendo su eficacia reproductora y compitiendo por los lugares de anidación y por los recursos tróficos.

Arquitectura para la nidificación:

- **Beneficios:** algunas edificaciones urbanas pueden ser un buen lugar para la nidificación: campanarios, iglesias, puentes, postes de electricidad, etc.
- **Perjuicios:** los edificios modernos son más lineales y no tienen tantos elementos salientes donde las aves puedan anidar. Además, hay más ventanas y cristales y con mayores tamaños, provocando más colisiones de aves.



Zonas verdes:

- **Beneficios:** el llamado “Efecto lujo” hace que en zonas residenciales de alto poder adquisitivo se construyan piscinas, jardines privados, lagos, estanques y se instale más vegetación, que hace proliferar el crecimiento de algunas especies de aves.
- **Perjuicios:** muchas zonas verdes se gestionan utilizando pesticidas y herbicidas que impiden la proliferación de insectos. Además, en muchas nuevas construcciones, las zonas verdes son creadas a base de césped artificial o sustratos impermeables con la finalidad de reducir costes de mantenimiento.

Profundizando en la afectación que la contaminación acústica tiene sobre las distintas especies de aves, es importante distinguir dos tipos de ruidos: el crónico/frecuente, que es predecible, como el tráfico o los aeropuertos; y el temporal/intermitente, que es impredecible, como los fuegos artificiales o las alarmas. Ambos afectan al uso que las aves le dan al hábitat, a su comunicación, su fisiología, la reproducción o el comportamiento, aunque de distinto modo en función de su intensidad, frecuencia u hora del día.

Se pueden clasificar en cuatro categorías de afectación de la contaminación acústica a las aves:

- Cambios en sus rutinas: modificando sus periodos de sueño y actividad.
- Modificación en su distribución espacial y movimientos.
- Disminución de la alimentación, ya que aumentan los periodos de vigilia y los comportamientos anti-depredador.

- Cambios en la atracción de pareja y/o defensa territorial.

Todos estos cambios están afectando directamente a los hábitos reproductivos de las aves y, en última instancia, viendo reducida su población y tamaños. Y es que la presencia de ciertos ruidos se ha vinculado también con la disminución de asistencia al nido, provocando malas condiciones de incubación y alimentación insuficiente de las crías; con consecuencias tan graves como una alta tasa de mortalidad embrionaria, nidos más pequeños y crías menos desarrolladas y con una reducción general de sus aptitudes biológicas.

Observando las graves consecuencias que provoca la urbanización sin conciencia avícola, es responsabilidad del ser humano el cambio urgente para la conservación de la biodiversidad de estas especies en las ciudades. Para ello es necesario abordar la problemática desde una perspectiva social, económica y política. Pero mientras esos cambios llegan, hay algunas acciones que se pueden implementar a nivel individual. Por ejemplo, asumir la responsabilidad cuando adquirimos un ave como animal de compañía, proporcionándole un espacio amplio, seguro e higiénico donde vivir. Esto asegurará que el animal no se escape (dando por supuesto que tampoco se debe soltar sin más cuando ya no se le quiere), ya que por acciones como estas han proliferado algunas especies invasoras, como las cotorras, durante la última década. Otra posible acción de ayuda a pequeñas aves de ciudad, como los gorriones (que se están viendo expulsados de las mismas por aves más grandes como las urracas) es la instalación de comederos de aves con acceso solo para aves pequeñas. Así, se asegura la alimentación de estas especies sin que las más grandes les quiten la comida. Estos ejemplos son modelos que se pueden llevar a las aulas desde edades muy tempranas para despertar la responsabilidad de los menores, incluyendo los como parte necesaria de la solución de esta problemática.

Eventos de nidificación de la tortuga boba en nuestras costas: una oportunidad para proteger esta especie amenazada.

Toni de la Torre^{ID} y Maite Novo^{ID}





La tortuga boba (*Caretta caretta*) se localiza prácticamente en todos los mares y océanos cálidos del planeta y es la especie de tortuga marina más ampliamente distribuida en el Mediterráneo, con hábitats de alimentación en la mayoría de las zonas marinas. Las mayores colonias de nidificación en el Mediterráneo se encuentran en Grecia, Turquía, Chipre y Libia, donde las playas más concurridas albergan entre 53 y 222 nidos/km. Aun así, estamos ante una especie amenazada, catalogada a nivel mundial como especie vulnerable por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN). Si bien es cierto que los proyectos de conservación en las principales colonias de nidificación están dando resultados positivos, los expertos han señalado que las poblaciones de tortuga boba son totalmente dependientes de la conservación y cualquier disminución en el actual esfuerzo de conservación sería muy probablemente perjudicial para estas poblaciones.

Estamos ante una especie muy longeva, ya que su esperanza de vida en libertad ronda los 62 años. Son animales migratorios que, en el Mediterráneo, se desplazan ayudados por las corrientes marinas hacia el mar de Alborán, al mar Adriático y a la cuenca argelina para alimentarse. Cuando la temperatura del agua baja, se dirigen hacia aguas más cálidas. Las hembras salen a tierra firme de manera excepcional para excavar los nidos y desovar. Una característica importante es que la tortuga boba presenta filopatria de manera que tiende a regresar a desovar al mismo punto en el que nació. El número de huevos que se encuentran en una zona de nidificación oscila entre 70-120 por nido, enterrados aproximadamente a medio metro por encima de la línea de marea. El periodo de incubación oscila de 50 a 80 días, los neonatos son de 4-5 cm, más oscuros que los adultos y unos 20 g de peso. Cuando los huevos eclosionan, que suele ser por la noche, las crías se dirigen al agua guiándose por la luz de la luna. Los neonatos sufren una intensa depredación natural ya que son muy vulnerables.

En la última década, el número de eventos de nidificación esporádica de tortuga boba en las costas occidentales del Mediterráneo (España, Italia y Francia) ha ido en aumento (Figura 1), desde que en 2001 se publicaran los datos del primer evento de nidificación registrado en una playa turística de la localidad de Vera (Almería). La actividad de nidificación presenta una tendencia creciente, aunque todavía en números bajos y ha asumido un carácter regular en algunas regiones.

Nidos registrados en el Mediterráneo Occidental

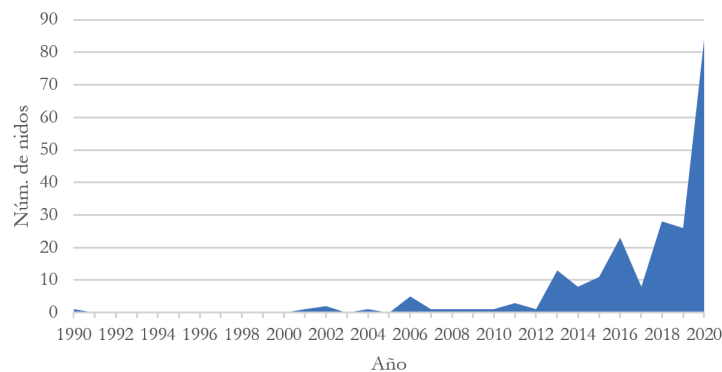


Figura 1. Número de nidos de tortuga boba documentados en el Mediterráneo Occidental durante el período 1990-2020 (N=219).

Fuente: Hochscheid et al. 2022



Estos informes sobre eventos de nidificación de tortuga boba en el Mediterráneo occidental han dado lugar a especulaciones sobre las posibles razones que están impulsando este cambio de comportamiento en las tortugas. Basándose en las series temporales mensuales de las temperaturas de la superficie del mar Tirreno durante los últimos 60 años, investigadores italianos asociaron una tendencia de calentamiento constante de las temperaturas al aumento del número de nidos en el suroeste de Italia. El calentamiento del clima puede ofrecer a las tortugas la oportunidad de formar nuevas colonias a medida que se hacen disponibles nuevos hábitats que antes eran demasiado fríos para ellas. Este mismo calentamiento global provoca un incremento de la temperatura de la arena en las playas de origen que, atendiendo a que en la especie *Caretta caretta* la determinación sexual depende de la temperatura de incubación (con temperatura pivotal alrededor de 29,5°C), podría provocar nuevas generaciones compuestas casi

exclusivamente por hembras. Algunos autores trabajan con la hipótesis de que las hembras maduras podrían detectar este sobrecalentamiento de las playas y explorar nuevas zonas con arenas menos cálidas para desovar.

La presencia de eventos de nidificación en las costas españolas supone una nueva responsabilidad ecológica, ya que nos plantea una serie de retos centrados en entender la importancia para la especie de estas colonizaciones de nuevas zonas y, no menos importante, cómo afrontar la gestión sostenible de estos nuevos nidos. La temporada de nidificación de las tortugas marinas en el Mediterráneo occidental comprende los meses de junio a agosto para la nidificación y de julio a octubre para la eclosión de las crías. Por lo tanto, este periodo coincide con la temporada alta de turismo en el litoral español, durante los meses de verano (Figura 2). Las consecuencias medioambientales causadas por el desarrollo del turismo y por la creciente presión demográfica en estas zonas supo-

ne un riesgo para el establecimiento de playas de nidificación permanentes de tortugas marinas. Además, si existe una actividad de nidificación esporádica, la limpieza diaria de las playas para los turistas mediante el rastrillado y alisado de la superficie de la arena elimina todas las huellas de las tortugas marinas, haciendo prácticamente imposible la detección de esta actividad.

Figura 2. Mascletà: hembra adulta de tortuga *Caretta caretta* volviendo al mar después de desovar en la playa de La Pineda (Vilaseca, Tarragona). Verano de 2020.

Fotografía cedida por:
Ferran Aguilar ©



El seguimiento y la gestión de estos nuevos eventos de nidificación de la tortuga boba se alinean completamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y recursos marinos. Se trata además de casos de especial relevancia y gran potencial de sensibilización al producirse en la interfase entre el medio marino y el terrestre, lo que permite una mayor accesibilidad de la población a conocer la realidad ambiental de mares y océanos. Si tenemos en cuenta que una buena parte de los eventos de nidificación descritos se producen en playas urbanas o periurbanas, estamos ante una situación excepcional que permite comunicar la importancia de la conservación de la biodiversidad (marina y en este caso urbana) a un público general usuario de las playas que, por falta de sensibilización u oportunidades, no se aproximaría a proyectos de



conservación en otro contexto. En este público toman especial relevancia los grupos infantiles y juveniles.

Estamos, además, ante un caso paradigmático que apela a diferentes colaboraciones de acción ciudadana y voluntariado ambiental, en donde las instituciones educativas pueden tener un gran papel en la difusión y concienciación ambiental de la población (ODS 4: Educación de calidad). La interacción de ejemplares de tortuga boba con plásticos flotantes y las graves consecuencias que les genera permite abordar la necesidad de reducir la liberación de desechos al medio (ODS 12: Producción y consumo responsables).

Una iniciativa muy interesante centrada en abordar esta situación es el proyecto de divulgación científica “*Caretta a la vista*”, coordinado por la Universidad de Vic–UCCC (<https://mon.uvic.cat/caretta-a-la-vista/es/el-proyecto/>). Este proyecto surgió en 2016 con el objetivo de proporcionar a los ciudadanos las herramientas para detectar y reconocer un rastro o nido de tortuga marina en nuestras playas, y poder actuar adecuadamente frente a un posible avistamiento de tortuga boba, participando así en la conservación de la especie. Una acción importante de este proyecto se centra en campañas informativas y de sensibilización a la población en general, para que el mayor número de personas sepa identificar los rastros de la tortuga boba en la arena y pueda avisar al 112. Asimismo, durante los veranos se organiza una red de voluntariado para vigilar las playas y localizar nidos de tortuga boba (Figura 3). Con el objetivo de incrementar las posibilidades de supervivencia de la especie, las puestas de los nidos localizados se gestionan balizando las zonas y con una presencia constante de voluntarios hasta que se produzca la eclosión de los huevos.

Ante la aparición de nidos de tortuga boba en nuestras costas y la tendencia creciente que han mostrado durante las dos últimas décadas se

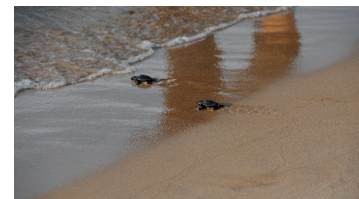


Figura 3. Emergencia y llegada al mar de neonatos. Playa del Miracle (Tarragona). Verano de 2021. Fotografías de los autores.

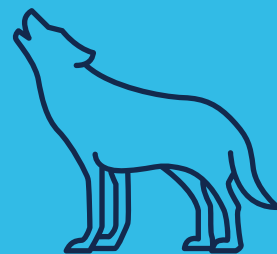
hace necesaria la reflexión sobre si los nuevos eventos de nidificación de tortuga boba deberían ser identificados como acciones de fauna invasora. La opinión de los autores, y de especialistas consultados, es que estamos ante un caso de ampliación de acciones dentro del ciclo vital de una especie presente en nuestras costas desde hace millones de años, y que estas acciones de nidificación aparentemente no suponen un desplazamiento o perjuicio para otras especies existentes en los lugares de nidificación, por lo que no deberían ser identificadas como especie invasora.

Referencia

Hochscheid, S.; Maffucci, F.; Abella, E.; Nejmeddine Bradai, M.; Camedda, A.; Carreras, C.; Claro, F.; Andrea de Lucia, G.; Jribi, I.; Mancusi, C.; Marco, A.; Marrone, N.; Papetti, L.; Revuelta, O.; Urso, S. & Tomás, J. (2022). Nesting range expansion of loggerhead turtles in the Mediterranean: Phenology, spatial distribution, and conservation implications. *Global Ecology and Conservation*, 38; e02194.

¿De quién depende la fama del lobo?: historia de su controvertida protección en España.

Tamara Esquivel-Martín 





Las problemáticas ambientales asociadas a la pérdida de biodiversidad constituyen contextos muy apropiados en el marco de la Educación Ambiental, ya que, para comprenderlas integralmente, es preciso considerar todas las dimensiones involucradas (ecológica, económica, social, etc.).

En este capítulo, nos centraremos en la controversia que gira en torno a la protección del lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) en España, una de las especies más fascinantes de la fauna peninsular.

Para poder entender el problema que supone velar por su preservación en el ecosistema, se deben tener en cuenta los distintos puntos de vista existentes, basados en intereses económicos y/o ambientales.

Así, si consultamos noticias recientes sobre esta cuestión, nos podemos encontrar con titulares a favor de la protección del lobo ibérico, que defienden la necesidad de prevenir su extinción. Pero también con titulares en contra de su especial consideración, solicitando la retirada inmediata de las normas que lo protegen. Las razones esgrimidas son: el perjuicio económico que esta especie ocasiona al sector ganadero, y el impacto que tiene sobre especies cinegéticas que producen alta rentabilidad. Esta petición alude a la Orden TED/980/2021, establecida por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en septiembre de 2021, que prohíbe la caza del lobo ibérico en toda España, por quedar incluido en el listado de *Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial*. Previamente, solo las poblaciones de *Canis lupus* al sur del Duero estaban incluidas en el mismo.

Finalmente, para tratar de poner en diálogo ambas posturas, en los medios de comunicación también nos encontramos con titulares conciliadores, que proponen soluciones con el fin de mejorar la aceptación social de la especie. Entre ellas, el incremento de ayudas económi-

cas para la prevención de ataques y de indemnizaciones por daños al ganado; así como la protección del ganado con mastines o perros de guardia, el pastoreo y la recogida nocturna. Todas ellas son claves para disminuir las pérdidas y lograr una coexistencia plausible.

Si nos centramos ahora en el problema que supone la extinción de cualquier especie, sabemos que es un fenómeno que ocurre de forma natural en el ecosistema. Pero cuando la acción o, más bien, la intervención humana en el entorno lo acelera (deforestación, expansión de tierras de cultivo, urbanización del suelo agrícola, caza furtiva, comercio ilegal de especies, etc.), el resultado es devastador para el planeta. Y es que la pérdida de biodiversidad que supone la extinción de cualquier especie altera por completo el ambiente en el que esta habita.

La posible desaparición del lobo ibérico es uno de los casos más controvertidos que existen. Por ello, sería conveniente trabajar esta temática en las aulas desde las etapas educativas más tempranas. Algo que precisa de una formación docente suficiente sobre el tema, entendiendo el verdadero papel que juega esta especie en el ecosistema. En primer lugar, como animal superdepredador situado en la cima de la pirámide trófica, el lobo ibérico es una pieza fundamental, y su desaparición provocaría un gran desequilibrio (Figura 1). Este podría traducirse en:

"Para poder entender el problema que supone velar por su preservación en el ecosistema, se deben tener en cuenta los distintos puntos de vista existentes, basados en intereses económicos y/o ambientales."



- Extinciones en cadena;
- Superpoblación de sus presas (jabalíes, ciervos, cabras, conejos) que, por ser en su mayoría herbívoros, dificultarían la regeneración de los bosques y, con ello, la viabilidad de las explotaciones ganaderas por falta de alimento;
- Propagación de enfermedades infecciosas entre animales y humanos (zoonosis), ya que los lobos se alimentan de animales débiles y enfermos (más fáciles de capturar), así como de carroña.

Si indagamos sobre las ideas alternativas que los recursos didácticos infantiles transmiten sobre esta especie, es frecuente encontrar en dibujos animados, películas y cuentos (p.ej., *Caperucita Roja y el Lobo Feroz*; *Los Tres Cerditos*) lobos bípedos [son cuadrúpedos], con aspecto y comportamiento humano (antropomorfismo) [no hablan ni se ven], que atacan a personas u otros animales, preferiblemente de noche, porque son seres temibles y feroces [huyen de los humanos por instinto]. Lo anterior evidencia la tradicional demonización de esta especie, frente a lo que ocurre en el mismo tipo de recursos con la imagen de otros superdepredadores como el león (p.ej., *El Rey León*). Por ello, es importante desligar dichas ideas del trabajo de aula, salvo que se usen para lograr el cambio conceptual del alumnado al contrastar la información con datos reales. De lo contrario, no es de extrañar que inculcar miedo desemboque en el rechazo del lobo ibérico por parte de la población.

¿Y de quién depende la mala fama del lobo? Para comprenderlo autónomamente, sería interesante plantear a los docentes en formación una actividad de argumentación donde tuvieran que investigar sobre las distintas aristas de este controvertido problema, planteándose:

- ¿Qué diría un ganadero o el dueño de una carnicería sobre la importancia de que existan los lobos?
- ¿Qué diría un animalista, un ecólogo o un profesor de Educación Ambiental sobre este mismo hecho?
- ¿Qué diría el planeta si pudiera hablar sobre lo que supone para él perder biodiversidad?
- ¿Existe alguna manera de llegar a un consenso entre todas las partes?

Una herramienta que facilita la construcción de argumentos sólidos es el diagrama de Toulmin, que insta a considerar los datos y evidencias disponibles o la literatura de referencia para defender una determinada postura; pero también a contemplar posibles contraargumentos y excepciones para las cuales la aserción no sería del todo válida. En este sentido, es importante considerar que la legislación previa obliga a retirar y destruir cadáveres de animales del campo por razones sanitarias. En consecuencia, los carroñeros como el lobo ibérico o el buitre leonado ven limitadas sus posibilidades de alimentación y buscan otras alternativas. Así, la ganadería extensiva pone a su disposición comida fácil que pueden cazar (ovejas, vacas, cabras). Lo que deriva en un elevado número de reses muertas. Gran agravio para los ganaderos, que califican como límite la situación actual de superpoblación de lobos. Por ello, comunidades autónomas como Castilla y León, Cantabria, Asturias o Galicia y varias organizaciones agrarias han recurrido la orden TED/980/2021, solicitando la suspensión cautelar de sus efectos y la consideración del lobo como especie cinegética, al menos hasta que haya una sentencia firme de la Audiencia Nacional. Entre sus argumentos, señalan que los censos que se están considerando para calificar la situación de insostenible datan de 2014, y solicitan un re-



cuento actualizado de ejemplares y manadas de lobo ibérico en España, pues ellos perciben un claro aumento.

¿Qué más debemos tener en cuenta a la hora de trabajar este tema en el aula? Anteriormente, ya hemos señalado la relevancia de un abordaje realista, que no transmita concepciones alternativas. Además, es importante que las actividades sean variadas para lograr tres objetivos diferentes. En primer lugar, la alfabetización conceptual del alumnado sobre la especie. Para ello, convendría introducir variaciones en el método de enseñanza tradicional, dejando a un lado la forma de presentar al personaje del lobo en cuentos como el de *Caperucita Roja* y el *Lobo Feroz*. ¿Por qué no contar otra versión, no más bonita sino más cierta, para ayudar a cambiar la percepción del alumnado sobre estos animales? En este sentido, existen cuentos que narran la historia desde un punto de vista diferente. Por ejemplo, en “*El lobo calumniado*” o “*El Cuento de Caperucita Roja Contado por el*

Lobo”, este personaje, en su rol de protector ambiental, regaña a Caperucita por arrancar las flores del bosque o por caminar sola de noche, y se propone darle un escarmiento junto a su “abuelita”. Pero también sería conveniente idear nuevas historias que salven las limitaciones y errores conceptuales detectados en los relatos existentes, y que pongan en valor el verdadero papel del lobo ibérico en el ecosistema.

En un siguiente paso, para lograr la sensibilización del alumnado, se podría presentar la problemática usando noticias sobre la caza furtiva, envenenamientos o leyes antiguas que recompensaban cazar a los lobos. Pero también podríamos concienciar desde la belleza, explicando las asociaciones que se formaron entre el lobo gris y los primeros *Homo Sapiens*, al compartir presas en común; o contando lo que ocurrió en 1995 tras introducir 14 lobos en el Parque Nacional de Yellowstone (Estados Unidos). Estos, gracias a que la intervención humana fue mínima, lograron recuperar

y aumentar la biodiversidad de la zona, lo que enriqueció las interacciones biológicas entre los organismos del ecosistema. Además, impactaron positivamente en la geografía del terreno, cambiando incluso el curso de los ríos (consolidando su cauce, disminuyendo el serpenteo y aumentando la velocidad del agua) al haber más vegetación en las orillas, lo que ayudó a fijar el terreno y a disminuir la erosión (Figura 1).

Y el último objetivo sería el de promover la toma de acción, la parte más difícil de cualquier actividad, ya que busca que los alumnos contribuyan a solventar la problemática implicándose de forma activa. En el contexto de la formación de docentes, el poder de actuación parece lejano si pensamos que, para evitar que una especie desaparezca, hacen falta una gran cantidad de recursos y acciones concretas, tanto a nivel individual como social, que se escapan de la realidad del aula (p.ej., evitar la fragmentación de sus hábitats, perseguir y sancionar duramente la caza ilegal y el

tráfico de especies, crear reservas naturales, llevar a cabo programas de reproducción, reintroducción y mejora genética, etc.). Sin embargo, la toma de acción que está al alcance del profesorado pasa, simplemente, por el diseño e implementación de actividades de Educación Ambiental en las aulas con las que se trabajen todas las dimensiones de la competencia ambiental, y no solo la alfabetización conceptual. Igualmente, difundir los resultados (p.ej., divulgar, tras su diseño colectivo, el cuento realista que se mencionaba anteriormente), también contribuiría a cambiar las percepciones de la sociedad, alfabetizando desde otro enfoque (una suerte de aprendizaje-servicio).

Si relacionamos todo lo anterior con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 que se estarían trabajando, tanto al presentar esta problemática en el aula (Figura 1) como a la hora de proponer soluciones para la misma, en primer lugar, nos encontramos con el ODS 8: *trabajo decente y crecimiento económico*.



Este ODS nos invita a reflexionar sobre la situación económica de los ganaderos, que se ven obligados a competir y no a convivir con el lobo. Además, debemos considerar que, si el lobo desapareciera, muchos animales domésticos tendrían dificultades para alimentarse por la superpoblación de herbívoros que excederían la capacidad de carga del entorno y acabarían con los recursos (¿extinción en cadena?) (ODS 11: *ciudades y comunidades sostenibles*). Respecto al ODS 3: *salud y bienestar*, si desapareciera el lobo del ecosistema se estaría promoviendo la transmisión de enfermedades, ya que este desempeña un papel sanitario (caza animales enfermos y contribuye a eliminar sus cadáveres). Y, si consideramos la *vida de los ecosistemas terrestres* (ODS 15), el lobo es una especie clave para mantener el equilibrio del ecosistema y aumentar la biodiversidad, pues controla el crecimiento de las poblaciones de otras especies. De ahí la relevancia de preservar su presencia en la naturaleza.

En cuanto al planteamiento de soluciones efectivas, estas pasan por la *reducción de las desigualdades* (ODS 10), tanto a nivel global, como estatal y local; y por la existencia de Gobiernos fuertes que establezcan *alianzas/sinergias para lograr los objetivos* (ODS 16 y ODS 17), atendiendo, en la medida de lo posible, a los intereses de todos los implicados. Como ejemplos de medidas a corto plazo, sería conveniente ampliar las ayudas e indemnizaciones a los propietarios de ganado para que puedan seguir llevando a cabo su trabajo y cubrir las pérdidas causadas por los ataques del lobo, teniendo en cuenta la situación económica tan vulnerable que atraviesan los trabajadores del sector primario de la “España vaciada” (ODS 8). Además, se podría aumentar el listado de carnes con denominación de origen en España para reconocer el esfuerzo invertido por los ganaderos. Y a ti, que estás leyendo esto, ¿se te ocurre alguna más?

"No es de extrañar que inculcar miedo desemboque en el rechazo del lobo ibérico por parte de la población."



Figura 1. ¿Por qué es importante la conservación del lobo ibérico en el ecosistema? Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

CV autoras y autores.



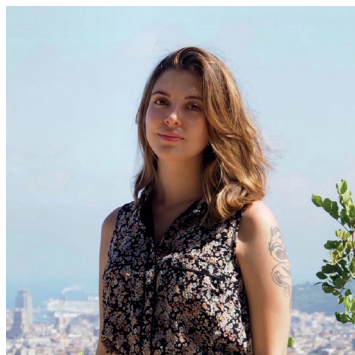
Irene Guevara-Herrero

Graduada en Magisterio de Educación Infantil con Máster en Educación para la Justicia Social, ambos por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Actualmente está cursando el Programa de Doctorado en Educación (UAM) y trabaja desde 2021 como contratada predoctoral FPI-UAM en el departamento de Didácticas Específicas. Perteneció al Grupo de Investigación Cambio Educativo para la Justicia Social (GICE) y es miembro de la Cátedra UNESCO de Educación para la Justicia Social (UAM). Su principal línea de trabajo es la investigación en Didáctica de la Educación Socioambiental para despertar el sentido crítico mediante la argumentación, el uso de pruebas y las controversias sociocientíficas.



José Manuel Pérez-Martín

Doctor en Biología por la Universidad Autónoma de Madrid (España) y Máster en Toxicología por la Universidad de Sevilla. Actualmente, es Profesor Contratado Doctor de Didáctica de las Ciencias en el Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad Autónoma de Madrid. Ha sido profesor en varias universidades. Ha contribuido con más de cien publicaciones de investigación en diferentes líneas de trabajo (efectos tóxicos de los contaminantes en la salud humana y ambiental y sobre la enseñanza de las ciencias). Actualmente, pertenece a los grupos de investigación de Cambio Educativo para la Justicia Social (GICE) y Educación Científica y Matemática en la Sociedad (GIECMES), y es miembro de la Cátedra UNESCO de Educación para la Justicia Social (UAM). Su principal línea de trabajo es la investigación en Educación Ambiental mediante la argumentación y uso de pruebas en controversias socio-científicas relacionados con la salud humana y ambiental (*One Health*).



Alba Aguado-Arroyo

Graduada como Maestra de Educación Infantil por la Universidad Autónoma de Madrid con beca de Excelencia en el Rendimiento Académico durante los cursos 2020-21 y 2021-22. Actualmente está cursando el Máster Universitario en Educación para la Justicia Social en la Universidad Autónoma de Madrid. Ha participado en proyectos nacionales relacionados con la Enseñanza de las Ciencias y la Educación Ambiental, que han derivado en distintas publicaciones y comunicaciones a congresos.



Elena Aranda-Cuerva

Graduada en Magisterio de Educación Infantil por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) con Máster en Atención Temprana (Universidad Complutense de Madrid), actualmente complementa la actividad docente con la investigación como colaboradora con el Departamento de Didácticas Específicas de la Facultad de Formación del Profesorado y Educación de la UAM. Ha coordinado el Proyecto Ludotecas CEMU (2018-19) y ha colaborado en otros proyectos de investigación, como *Marine Litter-Hub* o FECYT Indagación en Educación Infantil: actividades de razonamiento científico (FCT-17-12079). Además, ha sido autora de varias publicaciones sobre la enseñanza de las Ciencias en aulas de Infantil.



Tamara Esquivel-Martín

Graduada en Biología Sanitaria, Máster en Formación de Profesorado y Educación (especialidad de Biología y Geología). Es profesora Ayudante del Departamento de Didácticas Específicas (área de Didáctica de las Ciencias Experimentales) de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Anteriormente, ha impartido docencia en varios Grados y Másteres en Formación del Profesorado de la Universidad Isabel I y de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Sus múltiples publicaciones contribuyen a mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en general, y de la Biología en particular. Su principal línea de investigación se centra en la caracterización del desempeño de los estudiantes a la hora de usar pruebas para argumentar sobre controversias socio-científicas como el tratamiento del cáncer o los problemas de fertilidad derivados de la contaminación ambiental, que se enmarcan dentro del enfoque *One Health* (interrelación entre salud humana, salud animal y salud ambiental). Ha participado en varios proyectos nacionales e internacionales de innovación e investigación.



Andrea Estrella Torres

Bióloga y agroecóloga de formación y educadora ambiental por pasión. Es la coordinadora del área educativa de Germinando desde donde desarrolla proyectos de educación agroalimentaria y sostenibilidad a través de los huertos educativos/escolares desde una perspectiva eco-social. La reflexión en torno a la dimensión educativa de la agroecología y la intervención en los centros escolares desde la agroecología escolar como herramienta transformadora, son sus líneas de acción e investigación prioritarias. En 2019 comenzó el Mapeo Estatal de huertos escolares, con el objetivo de identificarlos y generar una plataforma de intercambio de experiencias que pueda enriquecer los diferentes proyectos tanto a nivel de centro como a nivel de instituciones que los impulsan.



Nuria Fernández-Huetos

Graduada en Magisterio de Educación Infantil y Primaria por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) con beca de Excelencia por aprovechamiento académico durante los cursos 2018-19 y 2020-21. Actualmente está cursando el Máster Universitario en Innovación en Didácticas Específicas en la UAM, a la vez que disfruta de una Beca de Colaboración en el Departamento de Didácticas Específicas. Desde 2020 es vicecoordinadora del Proyecto Escuelas y Objetivos ODS en la UAM. Su línea de trabajo es la investigación en Educación Ambiental desde el enfoque *One Health*.



Marina Grande

Maestra en Educación Infantil y Primaria con especialización en Audición y Lenguaje y Técnico Superior de Educación Infantil. Actualmente está trabajando como educadora en una asociación sin ánimo de lucro con familias en riesgo de exclusión social ubicada en la Cañada Real Galiana. Su pasión por el mundo marino y el submarinismo la ha llevado a mostrar preocupación e interés por acercar a las aulas el estado actual de los océanos, tratando de que el alumnado tome acción para conservar los ecosistemas marinos.



Laura Hernando Vicente

Miembro del equipo de Germinando desde 2021, motivada por una acción educativa que acerque la agroecología y la mirada ecosocial a los centros escolares. Interesada en los procesos comunitarios, y la participación en los huertos urbanos, así como en el uso de las experiencias artísticas para repensar cómo vivimos e imaginar futuros sostenibles. Es licenciada en Biología y tiene un máster en Educación. Es también diplomada en Arte Dramático por la Escuela Cuarta Pared y tiene especial interés en investigar en torno a los cuidados, la comunidad y el huerto, desarrollando un proyecto de teatro ecosocial para poner en el cuerpo las preocupaciones y utopías que compartimos.



María Jené Conde

Mi nombre es María, soy educadora y maestra infantil. Aunque soy madrileña y de ciudad, me siento más gallega, ya que, desde pequeña, paso parte del año en una pequeña aldea rodeada de naturaleza en Ourense. Ahí he tenido el placer de crecer e involucrarme con los trabajos rurales, el respeto, cuidado y pasión hacia nuestra tierra. Desde esos momentos empezó mi educación ambiental de manera informal, gracias a mi familia. No fue hasta la universidad, donde me especialicé más firmemente en este campo. Me dedico a intentar transmitir mis conocimientos, mejorar la sociedad y proteger el planeta, gracias a nuestra forma de ver, actuar y comprender el entorno que nos rodea.



Camilo Jené Perea

Soy una persona preocupada por el medioambiente tanto entornos urbanos como rurales. Arquitecto con formación en el mundo de la educación, implicándome en las Asociaciones de Madres y Padres, FAPA “Francisco Giner de los Ríos” y CEAPA, así como a través del Máster de Didácticas Específicas en el Aula, Museos y Espacios Naturales. Además, he sido miembro de los Consejos Escolares del Estado y de la Comunidad de Madrid.



Ana Isabel Mora-Urda

Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y Doctora en Antropología Física por la UAM, Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Universidad de Alcalá (UAH) con especialización en ecología y salud humana, nutrición y calidad de vida con perspectiva del ciclo vital. Profesora en el del departamento de Didácticas Específicas (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales) en la Facultad de Formación del Profesorado, (UAM). Está focalizando su investigación en el campo de la educación para la salud con el propósito de orientar y organizar procesos educativos que puedan influir positivamente en los conocimientos, prácticas y costumbres de individuos y sus comunidades en relación con su salud.



Maite Novo

Apasionada de la ciencia, la educación y la infancia. Es Titular de Universidad en el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en la Universidad Rovira i Virgili (URV). Su investigación se centra en el estudio, aplicación y evaluación de las metodologías de enseñanza y aprendizaje que contribuyen al desarrollo de la competencia científica en alumnos de Educación Infantil y Primaria. Parte importante de su trabajo está dedicado a la mejora del capital científico de estudiantes que pertenecen a colectivos vulnerables en riesgo de exclusión social.



María Ocaña

Soy María Ocaña, aunque todo el mundo me llama Mery. Estudié Magisterio Educación Primaria por vocación y porque no quería que los niños y niñas del mundo se sintieran como yo me sentí cuando era estudiante. A lo largo de mi formación me di cuenta de la importancia de la educación en la vida, y es por eso por lo que quise formarme también como Educadora Ambiental, para, de forma transversal, incluirla en mis clases. Además, soy creadora de contenido en redes sociales; divulgo sobre educación, medio ambiente y veganismo, así como transmito cómo vivir de forma más consciente y sostenible. También soy ponente, considero que el mensaje de que hay que vivir de una forma más consciente y real, tiene que llegar mucho más allá de las aulas de los colegios. En mis ratos libres leo, estudio, planto y abrazo árboles; me cuesta mucho parar cuando todo en mi vida está tan conectado.



Lorena Sánchez-Ferrezuelo

Graduada en Magisterio de Educación Infantil y en Máster de Psicología de la Educación, con itinerario en Atención Temprana. Además, es Técnico Superior de Educación Infantil y tiene formación en Metodología Bosquesescuela. Actualmente se encuentra trabajando en el Departamento de Didácticas Específicas de la Facultad de Formación del Profesorado y Educación en la Universidad Autónoma de Madrid como personal científico-técnico del programa YO INVESTIGO de la Comunidad de Madrid. Ha colaborado en proyectos de investigación que han derivado en distintas publicaciones relacionadas con la indagación en Educación Infantil y el razonamiento científico.



Toni de la Torre

Licenciado en Biología (Zoología) por la UB. Técnico de medio ambiente de la Universitat Rovira i Virgili (URV) desde 1998, actualmente responsable del área de medio ambiente de la *Oficina de Compromís Social*. Redactor del *Pla de Sostenibilitat Ambiental i Acció Climàtica 2021-2030* de la URV y del *Compromís per la Biodiversitat* de la URV.

El crecimiento de la población humana en el planeta hasta casi los 10.000 millones de personas supone una necesidad elevadísima de consumir recursos naturales. La sobrepoblación y nuestros estilos de vida han provocado una crisis ambiental sin precedentes, que en los últimos 50 años ha reducido en dos tercios la biodiversidad del planeta. Para contener esta situación, la educación se convierte en un medio clave, resultando necesario que el alumnado adquiera unos conocimientos, actitudes y habilidades que le permitan afrontar situaciones socio-ambientales complejas. Sin embargo, la trayectoria de la Educación Ambiental no parece avanzar en esta dirección. En este sentido, se ha centrado en lo ambiental, limitándose a informar al alumnado sobre los grandes problemas ecológicos, de una manera descontextualizada y alejada de su entorno próximo, y desvinculada de las distintas dimensiones (social, económica, política y de salud, entre otras) con las que se relacionan. Y todo ello, desatendiéndose las estrategias didácticas que potencian la eficacia de los aprendizajes y promueven cambios de conductas.

Tratando de dar respuesta a esta situación, el proyecto “*Teachers as Environmental Learning Hub: Biodiversidad Urbana*”, en el que colaboran la Fundación Endesa y la Universidad Autónoma de Madrid, pretende mejorar las estrategias educativas que promuevan la conservación y la restauración de los hábitats de la biodiversidad urbana en lugares expuestos a una intensa transformación por la urbanización. Dicho proyecto focaliza su acción sobre el colectivo de maestros y maestras de etapas iniciales (Educación Infantil y Primaria), dado que entiende que son el nodo princi-

pal para mejorar la enseñanza de la Educación Ambiental, aunque tengan carencias formativas en cuanto al contenido y su didáctica. En este sentido, se realizó un estudio sobre sus necesidades e intereses, y se han elaborado los 17 capítulos que componen este libro. En ellos se abordan temáticas concretas y variadas, contextualizadas en la Biodiversidad Urbana, que presentan situaciones cercanas al alumnado y sus distintas interrelaciones desde el punto de vista de la Agenda 2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Educación Ecosocial. Por ello, este libro se convierte en un recurso didáctico para que los maestros adquieran una visión ampliada e interconectada de los problemas ambientales de su entorno próximo y les permita diseñar actividades didácticas para su alumnado.

