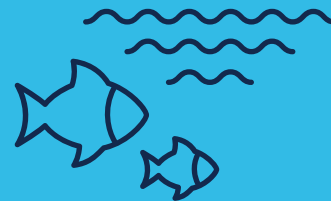


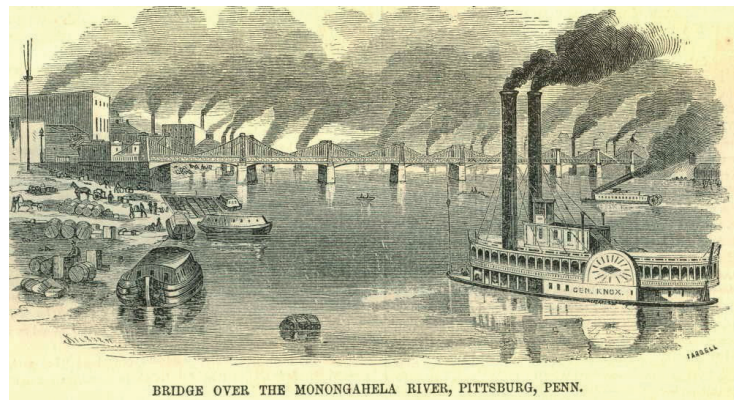
# Efectos de la Biodiversidad Urbana en salud alimentaria.

José Manuel Pérez-Martín <sup>ID</sup>





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.