

Charlas entre el viento y las olas

Talks between wind and waves

Narrativa | Narrative



Resumen: A la par de dar a conocer fenómenos raros o intrigantes que ocurren en el océano, este relato da cuenta de los principales problemas ambientales que aquejan los mares del mundo: el cambio climático y la contaminación por plásticos. La narrativa es de forma atrayente y emula charlas entre el viento y las olas. La conclusión resalta los beneficios que el océano proporciona a la humanidad y ofrece recomendaciones para aminorar esos problemas y mejorar la salud de los océanos.

Palabras clave: Cambio climático, Contaminación por plásticos, Transporte de calor, Interacción océano-atmósfera, Cataratas submarinas

Abstract: Along with showing rare or intriguing phenomena occurring in the oceans, this story addresses the major environmental problems in the world's seas: climate change and plastic contamination. The narrative is engaging and emulates conversations between wind and waves. The conclusion highlights the ocean's benefits to humanity and provides recommendations to mitigate these problems and improve ocean health.

Keywords: Climate change, Plastic contamination, Heat transport, Ocean-atmosphere interaction, Underwater waterfalls

Autores:

Laura Sanvicente-Añorve^{1,2}
Efraín Moreles^{1,3}

Correspondencia
lesa@unam.mx

Presentado
31 de marzo de 2025

Aceptado
8 de noviembre de 2025

Afiliacion:

- 1.Universidad Nacional Autónoma de México.
- 2.ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0951-4564>
- 3.ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3196-8896>



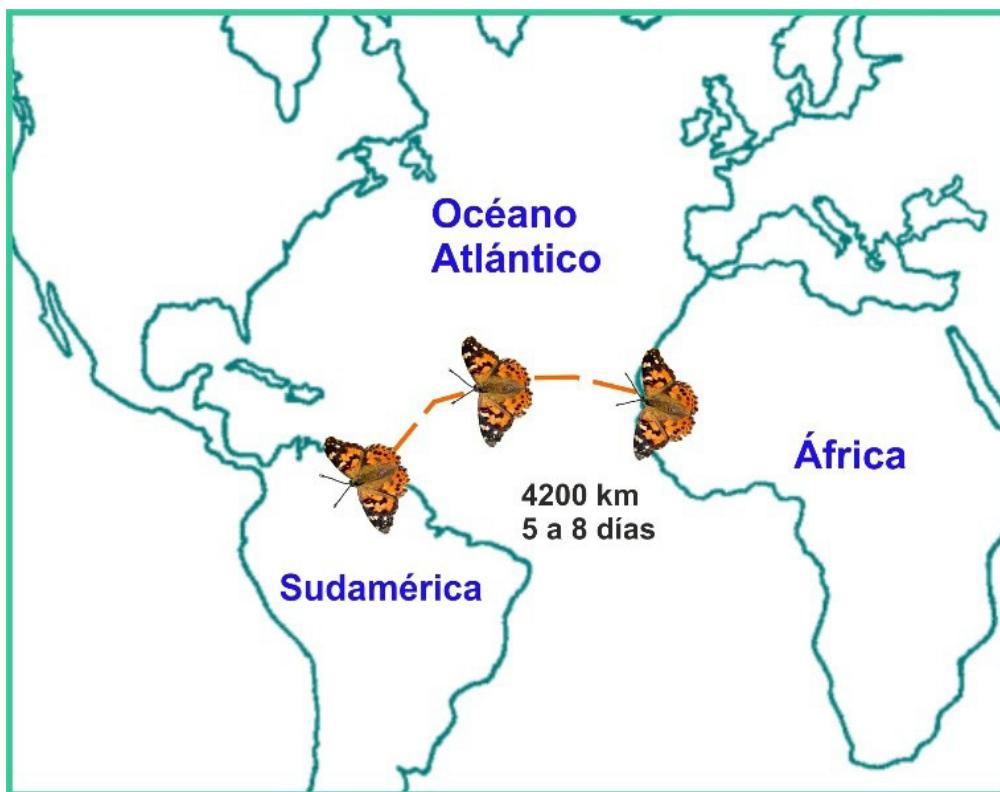
Desde la formación de los océanos, el viento y las olas han tenido una estrecha interacción. Juntos han experimentado innumerables sucesos con vitalidad y temperamento acoplados: un viento en calma apacigua las olas, su estabilidad provoca un vaivén rítmico en ellas, pero si el viento enfurece, las olas se levantan en enormes embestidas que azotan las costas. Inseparables amigos desde siempre, el viento y las olas han mantenido acaloradas y frecuentes conversaciones. Sus charlas giran en torno a temas antiguos y actuales, comentando eventos que jamás dejan de sorprenderlos.

El inesperado viaje transatlántico de la “dama pintada”

Sucedió un día en que las olas acariciaban las playas de la Guyana Francesa, en la costa atlántica de Sudamérica. Para las olas fue sorprendente ver a unas mariposas euroafricanas en la costa americana; se trataba de la llamada “dama pintada” (*Vanessa cardui*), una mariposa de unos cinco centímetros, de color naranja y negro con pintas blancas. En ausencia de una población conocida de “damas pintadas” en Sudamérica, la intriga de las olas crecía, ¿cómo llegaron hasta ahí esas mariposas? Las pequeñas damas aleteaban débilmente sobre la arena con sus rasgadas alas, indicio de un duro y largo viaje, sin descanso, desde el otro lado del Atlántico (Suchan et al., 2024). Las olas, intrigadas, preguntaron al viento cómo ese viaje, tan energéticamente costoso, pudo ser realizado por aquellas frágiles damas de tan sólo 150 mg. El viento silbó y con una gran sonrisa explicó a las olas que él mismo era el responsable de tal viaje; sin ayuda externa, a las mariposas les sería prácticamente imposible atravesar el océano Atlántico, –explicó el viento. Habitualmente las “damas pintadas” realizan grandes migraciones entre el norte de Europa y África, a través de múltiples generaciones (Stefanescu et al., 2017). Es muy probable que las damas varadas en las playas hayan sido accidentalmente atrapadas por los vientos alisios desde la costa occidental de África y transportadas al otro lado del Atlántico, recorriendo 4200 km en tan sólo 5 u 8 días (Suchan et al., 2024) (Figura 1), - agregó el viento. Desafortunadamente, el cambio climático causado fundamentalmente por acción del hombre hace que mi comportamiento pueda cambiar de manera inesperada provocando este tipo de sucesos cada vez con mayor frecuencia, –puntualizó el viento. Al ver a las agonizantes mariposas aletear sobre la arena, los amigos se lamentaban por ese infortunado accidente, causado, indirectamente, por el hombre.

Figura 1

Ilustración del viaje transatlántico de las “damas pintadas” *Vanessa cardui*.



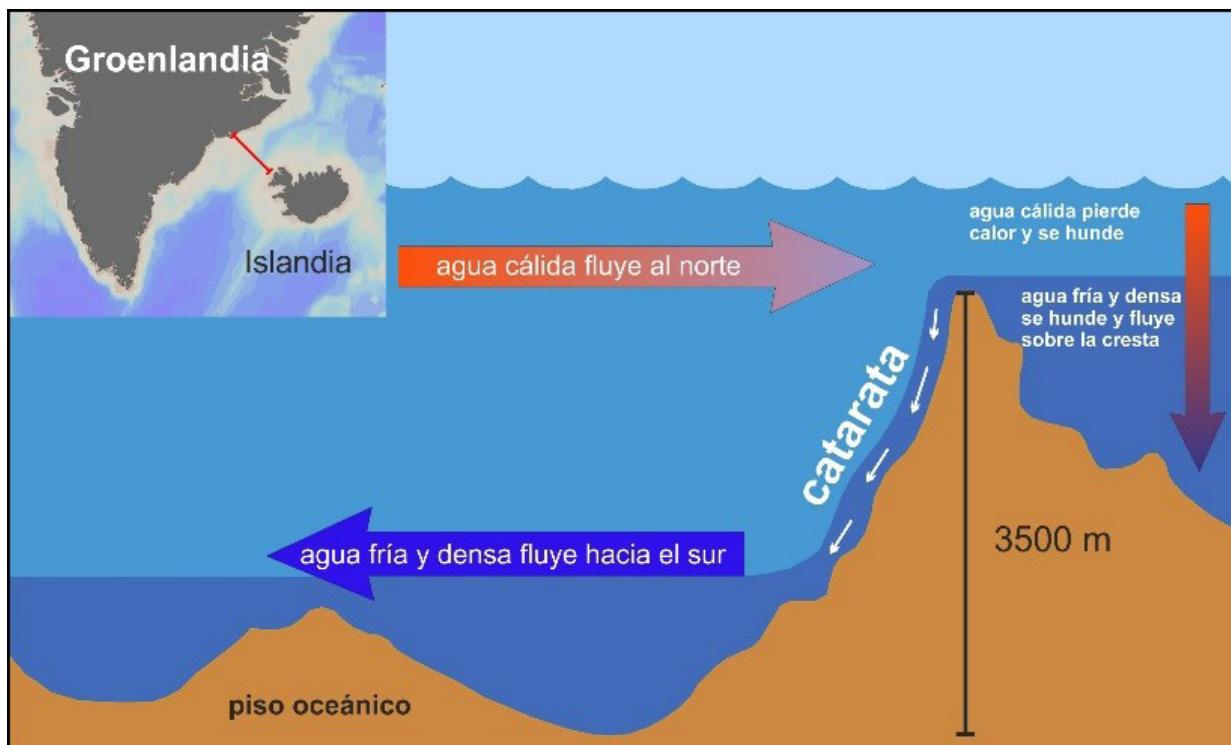
Nota. Las mariposas fueron accidentalmente atrapadas por los vientos alisios en África y llegaron vivas a América. Modificado de Suchan et al. (2024).

Las cataratas invisibles

Un día más, el viento narraba a las olas sobre las maravillas terrestres, como las grandes cataratas, a las cuales soplaba esparciendo infinidad de gotas de agua a su alrededor. El viento refería la gran altura del Salto del Ángel, de más de 800 m, o el gran caudal de las Cataratas del Niágara, con más de 2000 m^{3/s} (Hennings & Lynch, 2020). Las olas, atentas, relataron al viento sobre un fenómeno submarino paralelo. Bajo la superficie, en el Estrecho de Dinamarca, entre Groenlandia e Islandia, existe una gran catarata submarina de más de 3500 m de altura y 480 km de ancho, pero invisible desde la superficie. Se origina por diferencias de densidad: las aguas heladas provenientes del norte se encuentran con aguas más cálidas que vienen del sur, provocando el hundimiento de las primeras sobre una gran pendiente (NOAA, 2024) (Figura 2). Si bien parece un fenómeno local, prosiguieron las olas, la ocurrencia de esta catarata permite establecer un flujo de agua que recorre todo el océano Atlántico y ejerce un impacto significativo en la circulación oceánica del planeta y, por tanto, en la regulación del clima en la Tierra (Whitehead, 1989). En efecto, las olas tenían razón. La catarata forma parte de la Circulación de Vuelco Meridional del Atlántico (AMOC, por sus siglas en inglés) que consiste en el flujo superficial de agua cálida hacia altas latitudes, en donde pierde calor, se hace más densa, y se hunde; el agua profunda se mueve hacia el sur, viaja por el fondo del Atlántico y emerge en las cercanías de la Antártida por efecto del viento (Whitehead, 1989; National Geographic, 2025) (Figura 3).

Figura 2

Esquema sobre el origen de la catarata submarina en el Estrecho de Dinamarca.

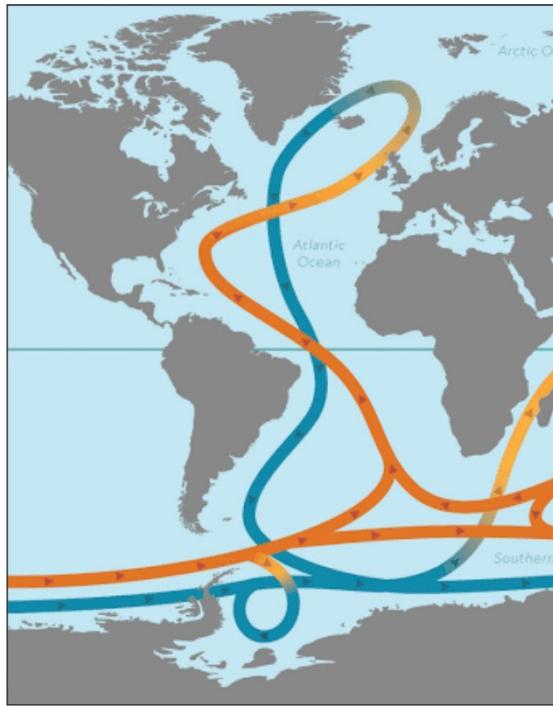


Nota. En el Estrecho de Dinamarca, el agua cálida procedente del sur pierde calor, se hace más densa, se hunde y desliza sobre una gran pendiente formando la catarata submarina. Redibujado de la NOAA website, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/largest-waterfall.html>.

El viento dijo haber escuchado sobre el debilitamiento de la AMOC. Efectivamente –respondieron las olas– un gran aumento de la temperatura global provocaría deshielo polar; el agua circundante sería entonces menos salada y densa y, por tanto, la gran cascada submarina no existiría (Rahmstorf, 2024; Moreles, 2023). El calentamiento global podría atenuar la fuerza de la AMOC o hacer que “colapse”, –agregaron las olas. ¿Y qué consecuencias habría?, –preguntó el viento. Las olas advirtieron sobre cambios severos en el clima, nivel del mar, distribución de las especies y desaparición de algunas de ellas, como los arrecifes de coral. Por ejemplo, un colapso de la AMOC provocaría que el norte del Atlántico sea mucho más frío y el resto de la Tierra más caliente, habría cambios en el patrón de lluvias, redefiniendo la ocurrencia de sequías e inundaciones y afectando el rendimiento de cultivos (Rahmstorf, 2024; Moreles, 2023). Si bien hay mucha incertidumbre acerca de lo que podría ocurrir con la AMOC en un futuro cercano –indicaron las olas– es importante que la humanidad ejerza acciones para que dichas catástrofes no sucedan. Ambos amigos coincidieron en que la gran catarata submarina no sólo era bella, sino necesaria para el bienestar de la humanidad, al ser un engrane fundamental del funcionamiento de la AMOC.

Figura 3

Esquema simplificado de la Circulación de Vuelco Meridional del Atlántico (AMOC).



Nota. El color naranja indica un flujo superficial y el azul por el fondo marino. Tomado de la NatGeo website <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-conveyor-belt/>.

Las islas de plástico

El viento y las olas gustaban de juguetear sobre grandes extensiones del océano. Un diseño que ambos gozaban dibujar eran las llamadas “olas cuadradas”, un raro fenómeno con patrón uniforme, como si el mar estuviera cubierto por una extensa colcha. Esto ocurre cuando dos trenes de olas inducidas por el viento chocan en un ángulo oblicuo y ambas tratan de seguir su trayectoria (Wu et al., 2021) (Figura 4).

Figura 4

Formación de olas cuadradas en la superficie del mar.



Nota. Este raro fenómeno ocurre cuando dos trenes de olas inducidas por el viento chocan en ángulo oblicuo. Captura de pantalla de <https://www.youtube.com/watch?v=bhzwgUuZato>

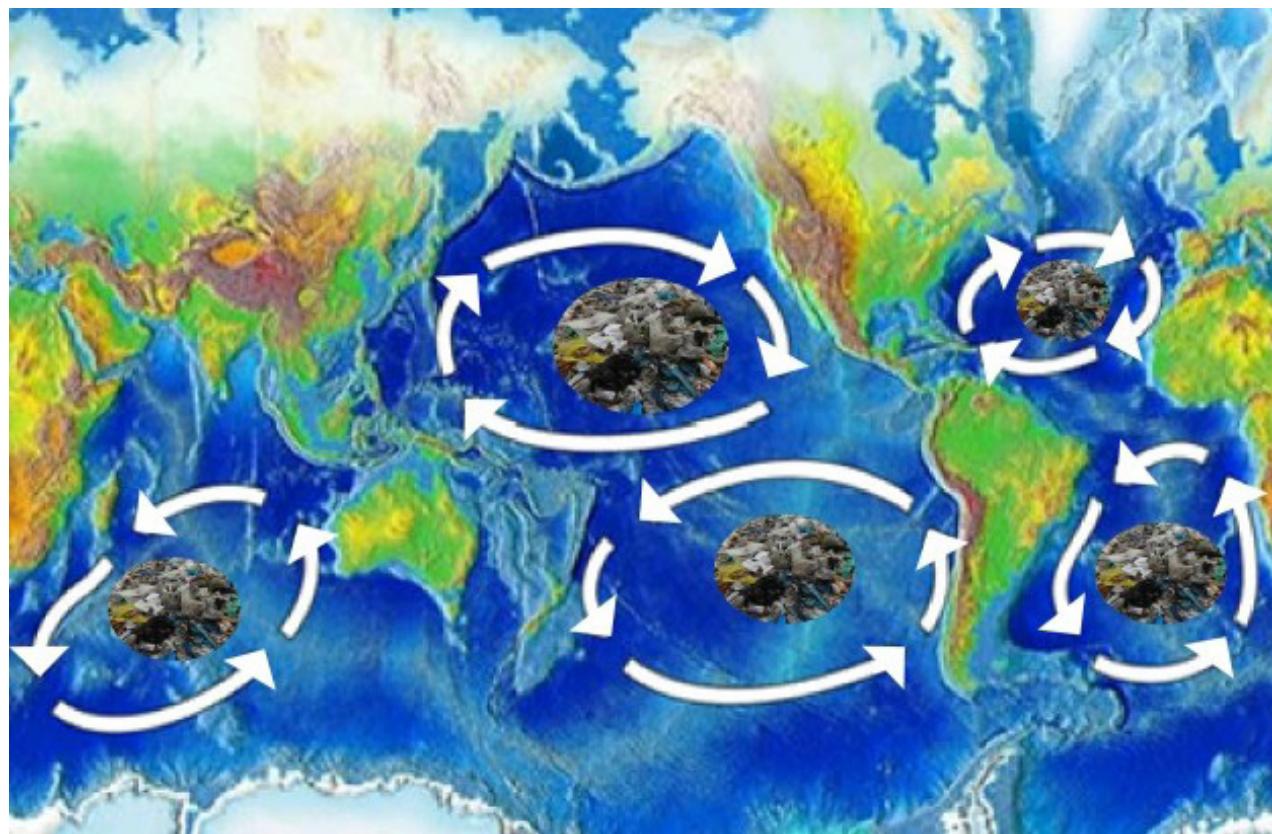
Un día, sus juegos y diseños fueron interrumpidos por una gran masa de residuos plásticos que flotaba en los mares; las olas lamentaron no poder fluir libremente. El sobrevuelo del viento sobre los grandes océanos le permitía observar el alarmante desarrollo de las “islas de plástico”. ¿Y por qué se forman estas grandes acumulaciones de basura?, –preguntaron las olas. Porque hay una mala gestión de residuos por parte de los hombres, –indicó el viento. Se estima que el 80 % de los plásticos vertidos al océano llega desde la tierra y el resto procede de las embarcaciones marinas; los ríos son la principal fuente de entrada, sólo el río Danubio arroja 4200 kg al día (Eriksen et al., 2016; Jambeck et al., 2015), –agregó el viento. Una vez en el mar, gran parte de la basura es atrapada por enormes corrientes oceánicas, como los grandes giros subtropicales; estos giros transportan y acumulan el plástico hacia el interior de estos, como si fuera un remolino, generando así las gigantescas y falsas islas flotantes. Existen cinco grandes “islas de plástico”, una en cada hemisferio de los océanos Pacífico y Atlántico, y otra más en el Índico (Eriksen et al., 2016) (Figura 5), –añadió el viento. Pues la cantidad de plástico debe ser enorme, porque ya no podemos jugar como antaño, –expresaron las olas. De hecho, se estima que la masa de plásticos flotantes en los océanos fluctúa entre 7000 y 35000 toneladas y ocupa no menos de siete millones de km² en superficie (Eriksen et al., 2016; Conopoima-Moreno, 2022), –respondió el viento.

Ambos amigos estaban conscientes de los daños que los plásticos causaban a la fauna marina, como el enredado de animales en las redes de pesca y su ingestión accidental por tortugas, aves u otros animales, causando lesiones, asfixia o falsa saciedad. Los plásticos se descomponen en partículas más pequeñas, menores a 5 mm, conocidas como microplásticos, que son diseminadas por todos los mares del mundo e ingeridas accidentalmente por animales más pequeños, como el zooplancton, con la posibilidad de transferirse a otros organismos a través de la cadena alimentaria, incluidos los humanos. Además de los efectos físicos, los plásticos liberan sustancias tóxicas causando un problema de salud a los ecosistemas (Sánchez-Campos et al., 2024).

Al continuar su camino, el viento y las olas se toparon con barcos de la fundación The Ocean Cleanup, una organización sin fines de lucro que trabaja para proteger el océano. Expectantes, los amigos observaban cómo las embarcaciones recolectaban el plástico mediante el arrastre de redes de manta. Una luz de esperanza les envolvió, aunque ambos entendían que, a la par de la recolección, los hombres debían frenar de inmediato la entrada de plásticos al mar.

Figura 5

Ilustración de “islas de plástico” en los grandes giros oceánicos.



Nota. Cuando el plástico llega al mar, es atrapado por las corrientes y llevado al interior de los grandes giros oceánicos. Modificado de la NOAA website

https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_currents/04currents3.html

El viento y las olas, amigos ¿y el hombre?

El viento y las olas no tenían ninguna duda sobre los grandes beneficios que los mares proporcionan al hombre, como la obtención de alimento, medicamentos y energía, extracción de metales y otras materias primas, además de proveer rutas de transporte y medios para actividades recreativas (NOAA, 2025; Müller & Sacco, 2023). Los hombres se divierten haciendo “surfing” conmigo, –dijeron las olas; y yo soplo sobre sus veleros, –agregó el viento. Pero hay más beneficios: los océanos absorben una gran parte del dióxido de carbono y del calor generado por las actividades humanas, con lo que se reducen los efectos del cambio climático; además, más de la mitad del oxígeno en la Tierra se produce en el mar (Müller & Sacco, 2023). En pocas palabras, sin los océanos, la vida humana no sería posible. La pregunta fundamental era entonces: ¿cuidan los hombres realmente los océanos? El viento instruyó a las olas sobre las acciones de conservación del ecosistema marino: el mayor esfuerzo para combatir los problemas ambientales de los océanos se hace a través de las Naciones Unidas, con acuerdos internacionales enfocados en reducir las presiones ejercidas por el hombre sobre los océanos (ONU, 2023). El viento también advirtió sobre la necesidad urgente de reducir las emisiones de dióxido de carbono para aminorar

los efectos del cambio climático, así como disminuir o eliminar la utilización de plásticos de un solo uso y hacer una gestión adecuada de los residuos (Müller & Sacco, 2023; Schmidt Koch & Barber, 2019). No obstante, para tener resultados efectivos, estas acciones deben ejecutarse a nivel mundial, regional e individual, ¿qué opinas de ello?, –preguntó el viento. Las olas no contestaron, su gran sonrisa había quedado congelada por efecto del viento frío. Sin darse cuenta, el viento y las olas recorrieron el mundo hasta llegar a tierras australes; las gotas de agua de las olas, al roce con un viento frío y fuerte, se congelaron dando la impresión de producir olas congeladas (National Geographic, 2024) (Figura 6).

Figura 6

Formación de “olas congeladas”.



Nota. El roce de un viento frío con gotas de agua de las olas produce este fenómeno.

Tomado de NatGeo website. Autor Mersey Viking, atribución CC BY 2.0. https://static.nationalgeographicla.com/files/styles/image_3200/public/371866792_5b47c3dcdb_c.webp?w=760&h=570

El letargo de las olas hizo reflexionar al viento sobre los últimos acontecimientos juntos. Pensaba en la inútil agonía de las “damas pintadas”, en la importancia de las mariposas y otros insectos en la polinización de las plantas, en los corales y su relevancia en la protección de costas contra la erosión e inundaciones, en los peces contaminados: ¿cómo era posible que el hombre no hiciera conciencia de ello? Era inminente: el hombre debería redefinir su escala de valores y priorizar en ellos la conservación de la naturaleza. El tiempo transcurría, y las olas permanecían dormidas. No se sabe si las olas escarcharon su sonrisa por efecto del cambio climático; lo que sí se sabe es de la urgente necesidad de conocer y cuidar el planeta.

Referencias

- Suchan, T., Bataille, C. P., Reich, M. S., Toro-Delgado, E., Vila, R., Pierce, N. E., & Talavera, G. (2024). A trans-oceanic flight of over 4,200 km by painted lady butterflies. *Nature Communications*, 15(1), 5205. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49079-2>
- Stefanescu, C., Puig-Montserrat, X., Samraoui, B., Izquierdo, R., Ubach, A., & Arrizabalaga, A. (2017). Back to Africa: Autumn migration of the painted lady butterfly *Vanessa cardui* is timed to coincide with an increase in resource availability. *Ecological Entomology*, 42(6), 737–747. <https://doi.org/10.1111/een.12444>
- Hennings, J., & Lynch, H. (2020). *Wondrous waterfalls* [Audio podcast episode]. *EarthDate*. Bureau of Economic Geology. <https://www.earthdate.org>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024). Where is Earth's largest waterfall? *NOAA National Ocean Service*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/largest-waterfall.html>
- Whitehead, J. A. (1989). Giant ocean cataracts. *Scientific American*, 260(2), 50–59. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0289-50>
- National Geographic. (2025). *The global conveyor belt*. *National Geographic Education*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-conveyor-belt/>
- Rahmstorf, S. (2024). Is the Atlantic overturning circulation approaching a tipping point? *Oceanography*, 37(3), 16–29. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2024.501>
- Moreles, E. (2023). La circulación oceánica del Atlántico podría colapsar. *Gaceta UNAM*, 5(404), 16–17.
- Wu, Y., Liu, L., Wang, L., Ma, Y., & Zhang, Z. (2021). Analysis of square wave characteristic based on viscous flow CFD. In *Proceedings of the International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering* (Vol. 85185, p. V008T08A034). American Society of Mechanical Engineers. <https://doi.org/10.1115/OMAE2021-62345>
- Eriksen, M., Thiel, M., & Lebreton, L. (2016). Nature of plastic marine pollution in the subtropical gyres. In H. Takada & H. K. Karapanagioti (Eds.), *Hazardous chemicals associated with plastics in the environment*. Springer. https://doi.org/10.1007/978_2016_123
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Conopoima-Moreno, Y. C. (2022). Las islas de plástico: su vinculación ambiental en el Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(2), 96–103. <https://orcid.org/0000-0001-9998-3681>
- Sánchez-Campos, M., Ponce-Vélez, G., Sanvicente-Añorve, L., & Alatorre-Mendieta, M. (2024). Microplastic contamination in three environmental compartments of a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(11), 1012. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-13156-2>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2025). Why should we care about the ocean? *NOAA National Ocean Service*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/why-care-about-ocean.html>
- Müller, M., & Sacco, D. (2023). *El océano: un pilar esencial de la vida en nuestro planeta*. Deutsche Bank, Chief Investment Office. <https://www.deutschewealth.com>

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2023*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES). <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023>

Schmidt Koch, B., & Barber, M. M. (2019). Basuras marinas: impacto, actualidad y las acciones para mitigar sus consecuencias. *Revista de Marina*, 968, 30–39. <https://revistamarina.cl/revistas/2019/6/schmidt.pdf>

National Geographic. (2024). ¿Pueden congelarse las olas del mar a causa del frío intenso? *National Geographic en Español*. <https://www.nationalgeographiccl.com/medio-ambiente>