

# ¿El cambio climático está reduciendo el tamaño de nuestros peces?

## Autores:

Daniel Pauly and William Cheung

## Editores asociados :

Gogi Kalka and Rachel Watson

## Resumen

Imagínese que va deprisa a casa y necesita respirar cada vez más intensamente, pero hay menos oxígeno en el aire que le rodea. Esta es la situación a la que se enfrentan la mayoría de los peces marinos con el aumento de las temperaturas del océano debido al *cambio climático*. Respiran el mismo oxígeno que nosotros, salvo que tienen que sacarlo del agua, lo cual es una tarea mucho más difícil. El agua más caliente contiene menos oxígeno que el agua fría. Para empeorar las cosas, los peces también

necesitan más oxígeno en aguas más cálidas. Así que, con una mayor demanda y un menor suministro de oxígeno, el crecimiento de las *branquias* de los peces (sus órganos respiratorios) no puede seguir el ritmo. Esto está provocando, literalmente, que las especies de peces oceánicos se reduzcan. Hemos creado un modelo que puede predecir en qué medida están encogiéndose los peces, y también hemos desarrollado una teoría llamada GOLT que explica lo que está ocurriendo.

## Introducción

Nuestro estilo de vida actual está cambiando las condiciones de vida de muchas criaturas de la Tierra (¡incluidos nosotros mismos!) El cambio climático provocado por el ser humano está aumentando la temperatura media global tanto en la tierra como en los océanos. Ya hemos visto muchos cambios en la vida oceánica como consecuencia de ello. Por ejemplo, muchos peces marinos se alejan de las aguas más cálidas (cambian su distribución).

También hemos visto que las especies de peces son cada vez más pequeñas. ¿Puede ser que esto también se deba al cambio climático? ¿Y cuál puede ser la razón concreta? Antes de poder responder a estas preguntas, tenemos que entender lo que el cambio de temperaturas hace a los entornos oceánicos en general. Una cosa importante es que cambian el contenido de oxígeno en el agua. El agua más caliente contiene menos oxígeno. ¿Es esto un problema importante? Probablemente sí. Todos los peces necesitan oxígeno, igual que nosotros. Sólo tienen que obtenerlo del agua, con ayuda de unos órganos especiales llamados branquias (Figura 1).

Sospechamos que la disminución de los niveles de oxígeno dificulta la respiración de los peces. Al mismo tiempo, los peces necesitan más oxígeno en aguas más

cálidas porque éstas aceleran su metabolismo.

Entonces, ¿qué ocurriría si los peces no pueden obtener suficiente oxígeno? ¿Podría esto "encogerlos"?

Para averiguarlo, hemos creado un modelo matemático y hemos analizado algunos datos empíricos (del mundo real).



**Figura 1:**

Los peces tienen unos órganos especiales llamados branquias que les permiten respirar bajo el agua. Las branquias son estructuras delgadas llenas de vasos sanguíneos que extraen el oxígeno del agua que los rodea.

## Métodos

Examinamos qué impacto tendrá el cambio climático en los océanos (concretamente, el cambio de las temperaturas del agua y de los niveles de oxígeno) en el crecimiento, la *abundancia* y la distribución de los peces. En nuestro primer estudio (en 2013), calculamos los efectos sobre más de 600 especies de peces marinos. En los años siguientes, refinamos nuestra teoría y ajustamos nuestros modelos para obtener resultados aún más precisos. También comparamos nuestras tasas de reducción calculadas con las mediciones reales de los cambios en el tamaño de los peces a lo largo de los años.

## Resultados

Los modelos climáticos muestran que si no reducimos drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura del agua de todos los océanos aumentará y los niveles de oxígeno del agua disminuirán (Fig. 2). Nuestros primeros cálculos predicen que esto hará que la mayoría de las especies de peces marinos disminuyan entre un 14 y un 24% de su peso corporal entre 2000 y 2050.

La reducción será más dramática en las regiones tropicales (que ya tienen temperaturas de agua más altas y niveles de oxígeno más bajos). Nuestros cálculos también muestran que los peces marinos probablemente se desplacen hacia los polos unos 27-36 km cada 10 años para escapar de las aguas más cálidas. Los científicos y los pescadores ya han observado este desplazamiento hacia los polos.

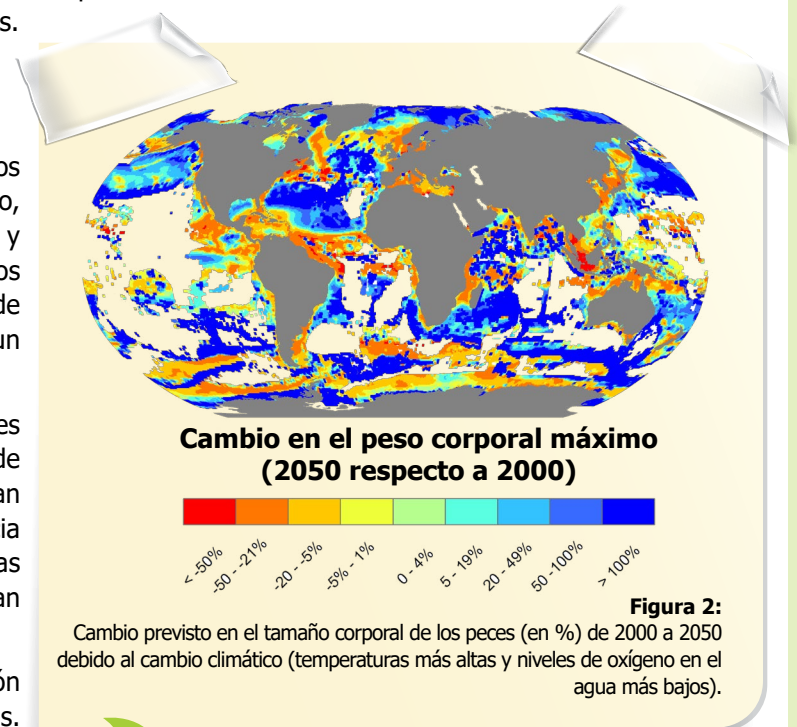
Nuestros cálculos más recientes muestran que la reducción será en realidad peor de lo que preveíamos hace unos años. Ahora hemos calculado que el tamaño del cuerpo de los peces se reducirá aún más: entre un 20 y un 30% por cada grado centígrado de aumento de la temperatura del agua. Esto es mucho. Y cuanto más activa sea la especie de pez, más se reducirá su tamaño por término medio.

## Discusión

Nuestro modelo predice una drástica disminución del tamaño medio de las especies de peces oceánicos debido al cambio de las temperaturas oceánicas y al contenido de oxígeno provocado por el cambio climático global. Ya hemos observado que algunas especies de peces se han reducido en tamaño, no sólo en los océanos, sino también en los lagos de agua dulce.

Hemos identificado las limitaciones en el crecimiento de las branquias de los peces como el principal factor que reduce su

Los estudios anteriores se centraban principalmente en lo que el cambio de las temperaturas del océano provocaría en la vida marina. Nosotros decidimos incluir en nuestro análisis la disminución del contenido de oxígeno porque es un factor importante para la supervivencia y el crecimiento de los peces. Incluso formulamos una teoría basada en nuestros resultados, denominada teoría de la *limitación del oxígeno en las branquias* (GOLT, por sus siglas en inglés). La explicaremos con más detalle a continuación.



Al ver nuestros resultados, ¿esperas que los peces del océano se reduzcan por igual en todo el mundo? Si no es así, ¿dónde ves las mayores pérdidas de tamaño corporal?

tamaño cuando hay menos oxígeno disponible. Las branquias crecen mucho más lentamente que el resto del cuerpo de los peces, por lo que no pueden compensar la mayor demanda de oxígeno de los peces en aguas más cálidas.

Algunos investigadores han cuestionado estas limitaciones de crecimiento de las branquias. Argumentan que las branquias pueden simplemente crecer más para satisfacer la mayor demanda de oxígeno. Sin embargo, todas nuestras investigaciones y cálculos indican lo contrario: el crecimiento

de las branquias está limitado por la reducción del suministro de oxígeno. Simplemente no pueden satisfacer la mayor demanda de oxígeno de los cuerpos más grandes en aguas más cálidas con menor contenido de oxígeno.

Nuestra teoría GOLT no sólo describe con precisión las observaciones empíricas de los cambios en el tamaño de los peces debido al calentamiento de las aguas, sino que también ayuda a explicar muchas otras características de la biología de los peces. Todavía no sabemos qué tipo de impacto tendrá toda esta reducción de peces en general sobre la vida marina

y la ecología de los océanos. Pero es probable que estos grandes cambios en el tamaño de los peces afecten a todo, desde las pesquerías hasta las redes alimentarias marinas, las relaciones entre depredadores y presas, la edad en que los peces ponen huevos y mucho más.

Y, por desgracia, el cambio climático no es el único gran factor de estrés ambiental para las criaturas oceánicas. Toda la contaminación y la sobrepesca que ya se están produciendo no harán más que empeorar las cosas para los peces cuyo tamaño se está viendo reducido.

Este es un concepto físico importante para el crecimiento de los animales: cuanto más grande es un animal, menor es su superficie en relación con el volumen de su cuerpo, y viceversa. (Los animales más pequeños tienen más superficie en relación con el volumen de su cuerpo en comparación con animales más grandes).

Puedes entenderlo mejor si simplificas el animal para que parezca un cubo. El volumen de un cubo aumenta exponencialmente por la tercera potencia, pero la superficie sólo por la segunda. Por tanto, a medida que los cubos o los animales se hacen más grandes, su volumen aumenta más rápido que su superficie.

En las branquias de los peces, el área superficial es muy importante, porque es la zona donde se extrae el oxígeno del agua. Los peces más pequeños tienen una superficie mayor (y también sus branquias) que los peces más grandes en relación con su peso corporal.

Así, si los cubos fueran peces que respiran por sus seis caras, las células del pez cubo grande tendrían un suministro de oxígeno mucho peor que el pez cubo pequeño. Así que para aumentar la superficie relativa de sus branquias, los peces tienen que crecer hasta un tamaño corporal menor.

Mayor superficie en comparación con el volumen.



Superficie más pequeña comparada con el volumen.

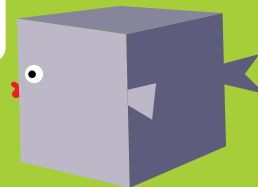
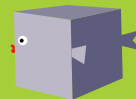


Figura 3

	1mm "pez-cubo"	2mm "pez-cubo"	4mm "pez-cubo"
Relación superficie	6 sides x $1^2 = 6\text{mm}^2$	6 sides x $2^2 = 24\text{mm}^2$	6 sides x $4^2 = 96\text{mm}^2$
Volumen	$1^3 = 1\text{mm}^3$	$2^3 = 8\text{mm}^3$	$4^3 = 64\text{mm}^3$
Superficie/volumen	6:1	3:1	1.5:1

## Conclusión

A veces los investigadores no están de acuerdo, pero eso es realmente bueno. Significa que tenemos un debate más profundo sobre la investigación, así como más investigación pionera que podría permitirnos abordar las cuestiones desde diferentes ángulos. ¿Alguna vez estás en desacuerdo con tus amigos sobre cosas que consideramos un hecho? Trata de entender de dónde vienen y tal vez puedas encontrar un terreno común.

Sin embargo, estamos de acuerdo en que todavía hay muchas preguntas sin respuesta respecto a cómo el cambio climático va a afectarnos a todos, incluidos los peces. Pero está claro que habrá grandes cambios, así que será mejor que intentemos reducir nuestro impacto en el clima. ¿Tienes alguna idea sobre lo que puedes hacer? Mira otros artículos de la revista Science Journal for Kids para inspirarte.

## Glosario de Términos clave

**Abundancia** – número de miembros de una especie (como los peces) en una zona determinada.

**Empírico** – basado en la observación o la medición real de las cosas, en contraposición a la teoría o los cálculos.

**Cambio climático** – cambio en los patrones climáticos evidente desde mediados del siglo XX y atribuido en gran medida al aumento de los niveles de dióxido de carbono atmosférico producido por la actividad humana como el uso de combustibles fósiles.

**Distribución** – el área en la que se puede encontrar una especie animal o vegetal. Si una especie de pez cambia su distribución se traslada a una zona diferente.

**Branquias** – órganos respiratorios de los peces (y algunos anfibios) que extraen el oxígeno del agua (es decir, permiten a los peces respirar bajo el agua).

**Factor limitante** – factor que limita el crecimiento o la abundancia de los organismos.

**Metabolismo** – los procesos químicos que ocurren dentro de un organismo vivo para mantener la vida. La mayoría de estos procesos (y por tanto el organismo, como los peces) necesitan oxígeno.

## Revisa si entendiste

- 1 ¿Qué problemas plantea el cambio climático global para las criaturas marinas?
- 2 ¿Qué describe nuestra teoría GOLT?
- 3 Entonces, ¿cuál es el factor limitante para el crecimiento de los peces, según nuestra teoría?
- 4 ¿Cuál es el argumento contrario de algunos de nuestros críticos?
- 5 ¿Qué otras pruebas, además de los cálculos o los modelos, tenemos que indiquen que nuestra teoría GOLT es válida?

## REFERENCIAS

William W. L. Cheung, Jorge L. Sarmiento, John Dunne, Thomas L. Frölicher, Vicky W. Y. Lam, M. L. Deng Palomares, Reg Watson & Daniel Pauly (2013). Shrinking of fishes exacerbates impacts of global ocean changes on marine ecosystems. *Nature Climate Change* 3: 254-258. (artículo original)  
<https://www.nature.com/articles/nclimate1691>

Pauly D, Cheung WWL (2017) Sound physiological knowledge and principles in modeling shrinking of fishes under climate change. *Global Change Biology* 2017;00: 1-12. (artículo original)  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13831/full>

Sjannie Lefevre, David J. McKenzie and Goran E. Nilsson (2017) Models projecting the fate of fish populations under climate change need to be based on valid physiological mechanisms. *Global Change Biology* 23:3449-3459. (artículo original)  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13652/full>

National Geographic. El cambio climático podría reducir el tamaño de los peces de todo el planeta  
<https://www.nationalgeographic.es/animales/2017/08/el-cambio-climatico-podria-reducir-el-tamano-de-los-peces-de-todo-el-planeta>

BBC: Por qué los océanos se están quedando sin oxígeno (y qué significa esto para la vida marina)  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-50729621>

### Reconocimiento:

La traducción de este artículo del inglés al español fue apoyada por la Asociación para el Estudio del Comportamiento Animal (ASAB).

