Actualización de lo que sabemos sobre la acidificación de los océanos y de los principales retos globales

Es asombroso pensar que hace sólo diez años casi nadie había oído hablar de la acidificación del océano. Ahora es mucho más ampliamente comprendido que la creciente cantidad de dióxido de carbono (CO_2) que emitimos en el aire por nuestras actividades está reaccionando con el océano alterando su química, recorriéndolo a lo largo de la escala hacia la acidez y, entre otros efectos, reduciendo la disponibilidad de iones de carbonato que necesitan muchos animales marinos y plantas para construir sus conchas y esqueletos. Este artículo del Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica, en colaboración con programas de investigación nacionales, proporciona información esencial y destaca las acciones necesarias de los gobiernos para la acidificación oceánica.

Hay poca duda de que el océano está experimentando cambios dramáticos que afectarán a muchas vidas humanas ahora y cada vez más a las generaciones venideras, a menos que actuemos rápidamente y con decisión.

Fenómenos previos de acidificación en el registro geológico de la Tierra se asociaron a menudo con la extinción de muchas especies. Si bien las causas de estos episodios de extinción son complejas, es notable que la recuperación de la biodiversidad tomó cientos de miles de años y, después de extinciones masivas, millones de años.

La acidificación del océano en Río+20 y más allá

RIO+20
United Nations Conference on Sustainable Development

Las naciones del mundo se reunieron en junio de 2012 en Río de Janeiro en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable. Cuestiones oceánicas aparecieron más que nunca. En el documento final *El Futuro Que Queremos,* los líderes mundiales observaron (Párrafo 166):

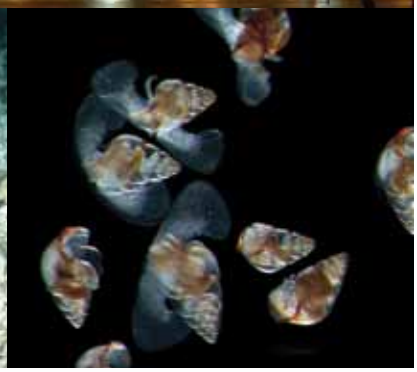
> *'Pedimos apoyo para las iniciativas dirigidas a la acidificación del océano y a los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos y costeros y sobre los recursos. En este sentido, reiteramos la necesidad de trabajar unidos para prevenir acidificación oceánica adicional, así como para mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades cuya subsistencia depende de ellos, y para apoyar la investigación científica marina, el monitoreo y la observación de la acidificación oceánica y los ecosistemas especialmente vulnerables, incluso mediante una mayor cooperación internacional en este sentido.'*

Como un medio para ayudar a lograr este objetivo, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) anunció en Río que lazaría un nuevo Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación Oceánica para servir a la comunidad científica, a los diseñadores de políticas y al público en general. El centro, la formación de lo que resulta de las acciones concertadas de la investigación sobre la acidificación oceánica global y de las comunidades de investigación, se centrarán en actividades internacionales que actualmente no están financiadas a nivel nacional o internacional. El centro contará con el apoyo de varios Estados Miembros del OIEA, con asesoramiento general por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la ONU, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU., la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la Fundación Príncipe Alberto II de Mónaco, el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica y otros.

© Bec Thomas 2006/07 Marine Photobank

© Hopcroft/UAF/COML

© Karen Hissmann, IFM-GEOMAR



© Hopcroft/UAF/COML

Datos clave sobre la acidificación oceánica

- En la actualidad, cada año el océano absorbe aproximadamente el 25% de todo el CO_2 emitido por las actividades humanas.
- Se ha estimado que este 'servicio' oceánico oculto, representa un subsidio anual a la economía global de 86 mil millones USD por año, aunque hay una gran incertidumbre en torno a esta figura[1].
- La acidez del océano[2] se ha incrementado en un 30% desde el inicio de la Revolución Industrial y si las emisiones de CO_2 siguen aumentando, la tasa de acidificación se acelerará en las próximas décadas. Esta tasa de cambio, hasta lo mejor de nuestro conocimiento, es muchas veces más rápida que cualquiera experimentada en los últimos 250 millones de años.
- Numerosos animales y plantas en el mar tienen esqueletos o conchas de carbonato de calcio. Muchos son sensibles a pequeños cambios en la acidez, especialmente las etapas jóvenes de la vida, y hay evidencia de que algunas de estas especies calcificadoras ya están siendo afectadas. Los procesos fisiológicos y el comportamiento también se muestran sensibles a la acidificación oceánica en otras especies.
- Algunos organismos marinos pueden aparentar beneficiarse de la acidificación oceánica (por ejemplo, las algas fotosintéticas, así como otras plantas marinas como los pastos marinos). Sin embargo, es importante tener en cuenta que incluso los efectos positivos en una especie pueden tener un efecto perturbador sobre las cadenas tróficas, la dinámica de la comunidad, la diversidad biológica y la estructura y función del ecosistema.
- Muchas de las especies más sensibles son directa o indirectamente de gran importancia cultural, económica o ecológica, por ejemplo, los corales de aguas cálidas que reducen la erosión costera y sirven de hábitat para muchas otras especies.

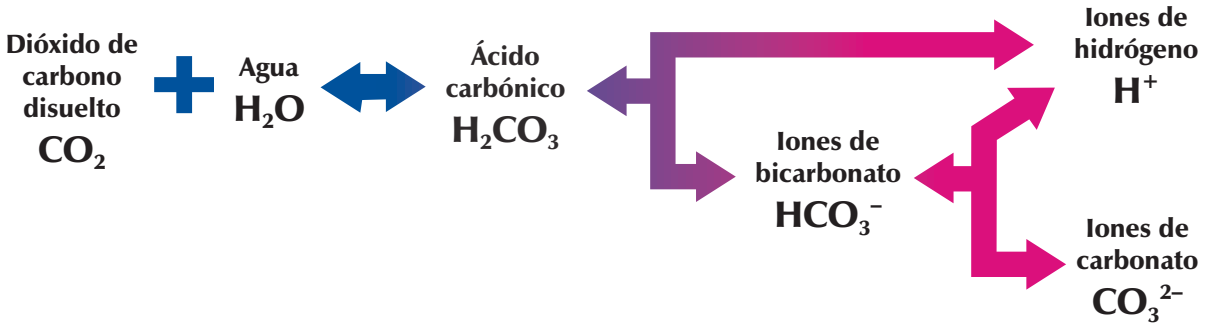
1. Esto supone un coste de reposición teórico basado en el secuestro de 2Gt C/año a un posible futuro precio de crédito de carbono de 43 USD /t carbono, y se debe considerar como valor nominal monetario para los servicios que es poco probable que sean reemplazables en la práctica.

2. Medida por concentración de iones de hidrógeno (protones).

Principales desafíos

- *Reconocer* que la acidificación oceánica es una consecuencia directa del aumento de la concentración atmosférica de CO_2. La actual concentración de CO_2 atmosférico (~ 395 ppm) puede ya estar teniendo un efecto, y ecosistemas marinos importantes son susceptibles de verse perjudicados si la concentración de CO_2 en la atmósfera supera las 450 ppm.
- *Reconocer* que reduciendo significativamente la acumulación de CO_2 antropogénico en la atmósfera es la única solución factible para la mitigación de la acidificación oceánica.
- *Apoyar* la implementación de acciones para reducir las emisiones globales de CO_2 en al menos el 50% de los niveles de 1990 para el año 2050 y continuar reduciéndolas después de eso.
- *Revitalizar* la acción para reducir, o prevenir o eliminar a escala regional o local, siempre que sea posible, otros factores de estrés ambientales, como la sobrepesca, la contaminación, las cargas de nutrientes y la eutrofización, que se considera magnifican los impactos.
- *Fortalecer* la capacidad de recuperación del mar al permitir al océano el espacio y el tiempo para recuperarse de los impactos humanos, a través de la designación y la garantía de protección de una red efectiva de reservas marinas, y mediante la implementación de planificación marina eficaz.
- *Apoyar* la coordinación internacional de investigación integrada sobre la acidificación oceánica.

La quema de combustibles fósiles no sólo aumenta el CO_2 en la atmósfera, sino también en el océano. Como resultado, la concentración de iones de hidrógeno aumenta (aumentando la acidez), mientras que la concentración de iones de carbonato disminuye. Fuente: Universidad de Maryland.



Construyendo el marco de política global

La manera más efectiva de prevenir el peligroso cambio climático es estabilizar y reducir el nivel de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en particular de CO_2 (el principal impulsor del cambio climático y la principal causa de la acidificación oceánica). Esto se refleja en el último objetivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y todos los organismos afiliados para lograr 'la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida peligrosas interferencias antropogénicas en el sistema climático' (CMNUCC, 1992, Artículo 2).

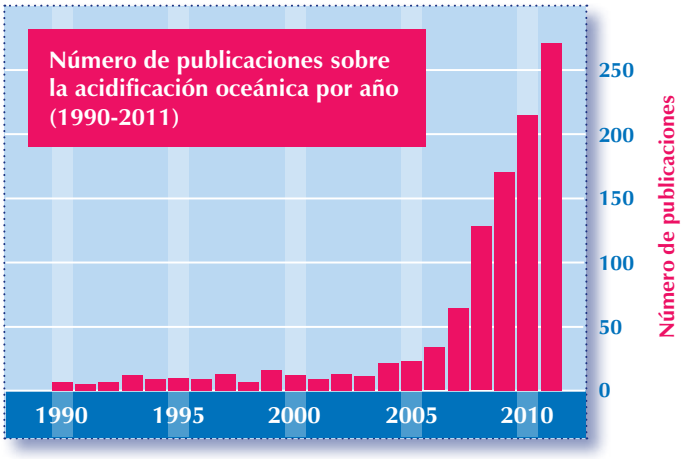
Las medidas instadas por el presente documento deben formar parte de una estrategia más amplia para hacer frente a la acidificación del océano junto con otras amenazas clave para el medio marino, tales como la sobrepesca y la contaminación. El océano es una parte integral del sistema climático global y mediante la absorción de grandes cantidades de CO_2 desempeña un papel importante para ayudar a moderar la velocidad y la gravedad del cambio climático. Lamentablemente este beneficio pone en peligro la salud de los océanos y su capacidad para seguir prestando servicios importantes del ecosistema, producción de alimentos y para apoyar el desarrollo económico sostenible.

La acidificación del océano ya no está en la periferia de los debates internacionales sobre el clima o el medio ambiente. Aunque no es una consecuencia del calentamiento global, es un problema concurrente con amplias consecuencias potenciales para los hábitats, las especies y la humanidad. La CMNUCC es considerada como el órgano más adecuado para tratar la mitigación de la acidificación oceánica, pero otras convenciones ambientales globales, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, deben desempeñar su papel para tomar acciones exitosas.

Uno de los ajustes fundamentales que se requieren implica el reconocimiento de las diferencias entre las estrategias de mitigación de los problemas interrelacionados de la acidificación oceánica y del cambio climático, ya que a la larga esto influye en los tipos de medidas que se utilizan para hacerles frente. Las medidas centradas en la regulación de las emisiones de otros gases de efecto invernadero como el metano, si bien una contribución esencial a la lucha contra el cambio climático, no tendrán impacto en la progresiva acidificación de los océanos. Por otra parte, las propuestas de estrategias alternativas de 'geoingeniería' destinadas a reducir las temperaturas globales a través de la gestión de la radiación solar no contribuiría a la estabilización o reducción de los niveles atmosféricos de CO_2 y por lo tanto sería igualmente ineficaz en el tratamiento de la acidificación oceánica, independientemente de cualquier ventaja y desventaja en relación con el cambio climático.

¿Quién está tomando acción sobre la acidificación oceánica?

En los últimos pocos años ha habido un crecimiento significativo en los estudios científicos para comprender lo que está sucediendo ahora y lo que puede suceder en el futuro como consecuencia de la acidificación oceánica.



Extraída de la base de datos bibliográfica de EPOCA.

Los estudios científicos actuales se centran en la comprensión de las consecuencias y los mecanismos de este problema global para identificar las mejores estrategias para hacerle frente. Hay una necesidad de asegurar que las preocupaciones de los países en desarrollo se tratan adecuadamente, y también que los nuevos hallazgos se difunden rápidamente a medida que surgen en la comunidad de investigación.

En noviembre de 2010, el Centro Científico de Mónaco (CSM, por sus siglas en francés) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (patrocinado por la Iniciativa de Usos Pacíficos de EE.UU.) organizaron conjuntamente un taller internacional con el respaldo y apoyo del Principado de Mónaco, el Museo Oceanográfico, la Fundación Príncipe Alberto II de Mónaco y el Ministerio Francés de Ecología, Energía, Desarrollo Sostenible y el Mar. Esta reunión sobre la *Economía de la acidificación oceánica: Uniendo la Brecha entre los Impactos de la Acidificación Oceánica y la Valoración Económica* produjo una serie de recomendaciones como base para las decisiones políticas relativas a la acidificación oceánica (www.iaea.org/nael/page.php). Otro taller está previsto para el año 2012 para desarrollar aún más las colaboraciones científicas en ciencias naturales y sociales.

Los principales estudios en marcha o en etapas avanzadas de planificación

Unión Europea

En 2008, la Comisión Europea financió el Proyecto Europeo sobre Acidificación Oceánica (EPOCA, por sus siglas en inglés), como el primer esfuerzo multinacional para investigar la acidificación oceánica y sus consecuencias. El proyecto, que acaba de terminar, reunió a 32 laboratorios ubicados en 10 países europeos. Este proyecto de investigación de cuatro años tuvo el objetivo de monitorizar la acidificación del océano y sus efectos sobre los organismos y ecosistemas marinos, para identificar los riesgos de la continua acidificación, y para comprender cómo estos cambios afectan al sistema de la Tierra como un todo. En 2011, la Comisión Europea financió el proyecto *Acidificación del Mar Mediterráneo* en el marco del Cambio Climático (MedSeA) que evalúa las incertidumbres, los riesgos y los umbrales de la acidificación del mar Mediterráneo y del calentamiento en los organismos, los ecosistemas y las escalas económicas y la potencial adaptación regional y estrategias de mitigación. El proyecto MedSeA está financiado durante tres años e involucra a más de 110 investigadores de 20 institutos ubicados en 12 países, principalmente del Mediterráneo.

Australia

La investigación sobre la acidificación oceánica en la región de Australasia se centra en los impactos del Océano Antártico a través de la Gran Barrera de Coral y en Papúa Nueva Guinea. La investigación en el Océano Antártico por el *Centro de Investigación Cooperativa sobre el Clima Antártico y los Ecosistemas* (una asociación multidisciplinar de 21 organizaciones nacionales e internacionales) incluye el monitoreo de cambios en la química del agua de mar y las respuestas de especies clave. El Sistema Integrado de Observación Marina (IMOS, por sus siglas en inglés) despliega una amplia gama de equipos de observación en los océanos alrededor de Australia y ofrece todos los datos de manera libre y abierta a través del Portal IMOS del Océano.

China

El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST, por sus siglas en inglés) y la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (NSCF, por sus siglas en inglés) han comenzado a apoyar la investigación sobre la acidificación oceánica. CHOICE-C es un nuevo proyecto financiado durante cinco años para estudiar cuestiones sobre el alto CO_2 y la acidificación oceánica en los mares marginales chinos, un proyecto conjunto de los siete institutos más importantes. NSCF empezó a financiar proyectos sobre la acidificación oceánica en 2006, y hay varios proyectos en curso a nivel nacional que exploran los impactos de la acidificación oceánica en organismos calcificadores.

Alemania

El programa *Impactos Biológicos de la Acidificación Oceánica* (BIOACID) incluye 15 institutos de investigación y universidades, y está financiado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF, por sus siglas en alemán). Después de completar un período inicial de tres años a partir de septiembre de 2009, BIOACID continuará durante al menos otro período de tres años hasta 2015. Su enfoque principal es sobre los efectos de la acidificación oceánica sobre la biota marina desde el nivel sub-celular hasta el de ecosistemas y sus impactos potenciales sobre los servicios de los ecosistemas y las retroalimentaciones biogeoquímicas.

Japón

Cinco programas principales en Japón financian la investigación relevante para la acidificación oceánica. El Ministerio de Medio Ambiente de Japón apoya los programas de investigación para dilucidar el futuro impacto de la acidificación oceánica sobre diversos organismos marinos utilizando instalaciones sofisticadas de mesocosmos (por ejemplo, AICAL, Impacto de la Acidificación sobre los CALcificadores). El Ministerio de Educación, Ciencia, Deporte y Cultura (MEXT) y la Agencia Japonesa de Ciencias Marinas y TECnología (JAMSTEC, por sus siglas en inglés) también apoyan la investigación sobre la acidificación oceánica, tales como esfuerzos de modelización con el superordenador el Simulador de la Tierra para predecir futuras condiciones del océano.

Corea

La Fundación de Ciencia e Ingeniería de Corea está financiando el Proyecto de Mesocosmos de Corea, de cinco años, para examinar los efectos de niveles elevados de CO_2 y de la temperatura sobre las asociaciones naturales de fitoplancton, en lo cual se involucran cinco laboratorios coreanos.

Mónaco

En octubre de 2011, los Laboratorios para el Medio Ambiente del OIEA iniciaron un PCI (Proyecto Coordinado de Investigación), titulado *Acidificación Oceánica y el Impacto Económico en la Pesca y en la Sociedad Costera*, apoyado por el Departamento de Estado de los Estados Unidos. El PCI busca involucrar a los países en desarrollo en la investigación sobre los impactos de la acidificación oceánica sobre la pesca, la acuicultura y los servicios de los ecosistemas marinos que sustentan la seguridad alimentaria sostenible y el bienestar humano.

Reino Unido

El programa de investigación del Reino Unido sobre la Acidificación Oceánica (UKOA, por sus siglas en inglés) de cinco años (www.oceanacidification.org.uk) comenzó en 2010, y actualmente incluye a alrededor de 120 investigadores en 26 laboratorios. La investigación de UKOA incluye estudios experimentales y de observación, así como modelización y paleo-análisis; el enfoque de campo está en las plataformas marítimas de Europa, el Ártico y el Océano Antártico. El programa está financiado por el Consejo de Investigación del Medio Ambiente Natural (NERC, por sus siglas en inglés), el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Desarrollo Rural (Defra, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC).

Estados Unidos

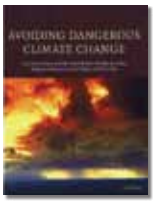
Ley Federal sobre la Investigación y la Supervisión de la Acidificación oceánica de 2009 (Federal Ocean Acidification Research and Monitoring Act, FOARAM) fue firmada por el Presidente Obama en marzo de 2009. La Ley requiere que la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), la Fundación Nacional para la Ciencia (National Science Foundation, NSF) y otras agencias federales trabajen juntas a través del Grupo de Trabajo Interinstitucional sobre la Acidificación Oceánica (www.st.nmfs.noaa.gov/iwgoa/) para desarrollar un programa nacional integrado sobre la acidificación oceánica que se inició en 2010.

La investigación en curso y las actividades programáticas están apoyadas por la NSF, NOAA, el Departamento de Estado (DOS), la Oficina de Coordinación de la Energía Oceánica (Bureau of Ocean Energy Management, BOEM), la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA), la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (National Aeronautics and Space Administration, NASA), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service, FWS), el Departamento de Estudios Geológicos de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey, USGS), y la Marina de los EE.UU.

Más sobre la acidificación oceánica – fuentes útiles con información adicional

La acidificación oceánica aparece como un nuevo tema en la prensa desde la primera reunión global de El Océano en un Mundo con Alto CO_2 the Ocean in a High CO_2 World, apoyada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). A partir de dicha reunión en 2004, ha ocurrido una rápida expansión en el trabajo concerniente a este tema.

Los siguientes son reportes clave que, juntos, proveen una completa fuente de conocimiento



La primera vez que muchos asesores de políticas se enteraron de la acidificación oceánica fue a través de la conferencia internacional, en 2005 *Evitando un cambio climático peligroso: Un simposio científico sobre la estabilización de los gases de efecto invernadero* (Avoiding Dangerous Climate Change: A Scientific Symposium on Stabilisation of Greenhouse Gases). Ésta tomó lugar bajo la presidencia del Reino Unido del G8, con la participación de cerca de 200 científicos de renombre internacional provenientes de 30 países. Examinó la conexión entre la concentración de los gases de efecto invernadero y el aumento en 2°C (3.6°F) del calentamiento global, considerando la necesidad de los efectos más serios del cambio climático.

La primera publicación importante sobre acidificación oceánica apareció rápidamente. El documento de políticas *Acidificación oceánica debido al incremento en dióxido de carbono atmosférico* de la Real Sociedad (the Royal Society) de 2005, reconoció la acidificación oceánica como una amenaza significativa para muchos organismos calcificadores, con potencial de alterar las redes alimenticias y otros procesos ecosistémicos, conduciendo a una reducción en la biodiversidad de los océanos. Dicho grupo de trabajo recomendó políticas específicas incluyendo la limitación en la acumulación de emisiones de CO_2 para evitar los inminentes peligros de la acidificación oceánica.

En el 2006, el Consejo Asesor Alemán sobre el Cambio Global (German Advisory Council on Global Change) publicó *Los océanos futuros – Calentándose, Elevándose, Acidificándose (The Future Oceans – Warming Up, Rising High, Turning Sour).* Este documento presenta los peligros de la acidificación en el contexto de otros procesos de cambio climático en el océano. Los legisladores instaron a reconocer el rol del CO_2 como un peligro para el océano durante futuras negociaciones bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Impactos de la acidificación oceánica sobre los arrecifes de coral y otros calcificadores marinos: una guía para la investigación futura nació de un esfuerzo conjunto de la NSF, NOAA y USGS. Es un reporte del 2006 sobre el estado de la ciencia concerniente a las consecuencias biológicas de la acidificación, particularmente porque éstas afectan organismos calcificadores. El reporte concluye con una agenda de investigación recomendada y enfatiza la necesidad de contextualizar históricamente los cambios biológicos a largo plazo inducidos por la acidificación.

En el 2006 se produjo un reporte de la Convención para la Protección del Medio Marino del Atlántico Noreste (Convención OSPAR). *Efectos en el medio marino de la acidificación oceánica resultante de los elevados niveles de CO_2 en la atmósfera* fue un producto del taller sobre el Alcance de la Investigación en Acidificación Oceánica (The Scoping Workshop on Ocean Acidification Research).

A partir del 2007, la acidificación oceánica empezó a aparecer regularmente en reportes en el Reino Unido sobre impactos del cambio climático marino. Dichos documentos tomaron la forma de *Informes Anuales* producidos por El Consorcio sobre Impactos Marinos del Cambio Climático (Marine Climate Change Impacts Partnership, MCCIP). En Abril de 2009, la acidificación oceánica tuvo una cobertura más significativa a través de la publicación *Explorando conexiones ecosistémicas*. Se basa en los Informes Anuales previos para mostrar como la naturaleza interconectada del ecosistema marino magnifica muchos de los discretos impactos del cambio climático.

El programa estadounidense sobre Carbono y Biogeoquímica de Océano (Ocean Carbon and Biogeochemistry Program, OCB) financió un taller en conjunto con la NOAA, la NASA y la NSF en la Institución Scripps de Oceanografía (Scripps Institution of Oceanography) para desarrollar una estrategia estadounidense de investigación. Cerca de 100 científicos desarrollaron un plan para investigar los impactos de la acidificación oceánica en cuatro ecotipos marinos: arrecifes de coral, márgenes costeros, sistemas de mar abierto tropical-subtropical y regiones de altas latitudes. La investigación recomendada fue presentada en el 2008 en *Impactos Presentes y Futuros de la Acidificación Oceánica en los ecosistemas marinos y ciclos biogeoquímicos (Present and Future Impacts of Ocean Acidification on Marine Ecosystems and Biogeochemical Cycles).*

También en el 2008, un importante documento de política fue generado por el gobierno de Australia: *Análisis de Posición: Emisiones de CO_2 y Cambio Climático: Impactos oceánicos y Aspectos de Adaptación (Position Analysis: CO_2 Emissions and Climate Change: Ocean Impacts and Adaptation Issues).* Este documento buscó describir el proceso de acidificación, enlistar los efectos biológicos y humanos y asesorar al gobierno australiano en asuntos concernientes a políticas de desarrollo. Estuvo acompañado por una página de hechos *Acidificación Oceánica: Impactos Australianos en el Contexto Global (Ocean Acidification: Australian Impacts in the Global Context)*, que discutía la acidificación oceánica en términos científicos: lo que se conoce, lo que se necesita conocer y lo que se puede hacer.

En el 2008, The Nature Conservancy y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) sostuvieron una reunión sobre la acidificación oceánica que resultó en la *Declaración de Honolulu*. Ésta identificó dos estrategias principales que deben ser implementadas urgente y concurrentemente para mitigar los impactos del cambio climático y salvaguardar el valor de

los sistemas arrecifales de coral: 1) limitar las emisiones de combustibles fósiles; 2) construir la resiliencia de los ecosistemas marinos tropicales y comunidades para maximizar su habilidad de resistir y recuperarse de los impactos del cambio climático.

En el 2008, la Unión Europea de Geociencias, la sociedad de Geociencias de Asia Oceanía y La Unión Japonesa de Geociencias, en conjunto, produjeron una *Declaración de la Postura sobre la Acidificación Oceánica (Position Statement on Ocean Acidification)*. Se concluyó que los impactos de la acidificación oceánica podrían ser tan dramáticos como los del calentamiento global (resultado de las actividades antropogénicas en adición a la variabilidad natural) y que la combinación de los dos probablemente exacerbará las consecuencias, resultando en cambios potencialmente profundos a lo largo de los ecosistemas marinos y en los servicios que proveen a la humanidad.

En el 2009, se produjo otro reporte que fue piedra angular. La *Declaración de Mónaco* apareció del 2do Simposio Internacional El Océano en un Mundo con Alto CO_2 *(The Ocean in a High-CO_2 World)*, y fue aprobado por 155 científicos de 26 países con el patrocinio del Príncipe Alberto II de Mónaco. Hace un llamado a los legisladores a actuar rápidamente para estabilizar los niveles de CO_2 atmosférico en un nivel seguro, no sólo para evitar un cambio climático peligroso sino también para evitar el problema adicional de la acidificación oceánica.

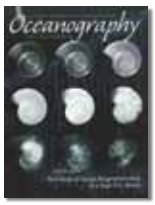
Otro de los resultados del 2do Simposio Internacional El Océano en un Mundo con Alto CO_2 celebrado en 2008, fue la producción de un *Sumario para legisladores (Summary for Policy Makers)* con los nuevos descubrimientos investigativos presentados durante el simposio. Información más detallada está sintetizada en el reporte científico, Prioridades de Investigación para la Acidificación Oceánica (2009), disponible en www.ocean-acidification.net.

En el 2009, el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica produjo una guía para la acidificación oceánica, recalcando de manera clara los *Hechos esenciales para los legisladores y tomadores de decisiones sobre la acidificación oceánica*. Disponible en inglés, francés, español, chino y árabe, la guía fue lanzada en Copenhague durante la CMNUCC COP17 y provee una introducción al tema resumiendo aspectos clave alrededor de éste. La guía será actualizada en el 2013.

El manifiesto del Panel Interacadémico (IAP) sobre la acidificación oceánica (The Interacademy Panel statement on ocean acidification) (2009) fue firmado por más de 100 Academias nacionales. Declaraba que los suministros de alimentos marinos probablemente se reducirán y que los arrecifes de coral y ecosistemas polares serán severamente afectados para el año 2050, o posiblemente antes; más aún, incluso con una estabilización del CO_2 atmosférico en 450 ppm, la acidificación oceánica tendrá profundos impactos en muchos sistemas marinos. Una reducción grande y rápida de las emisiones globales de CO_2 es entonces necesaria, como mínimo en un 50% para el año 2050.

La *Reunión informativa en política científica de la Fundación Europea para la Ciencia sobre los Impactos de la Acidificación Oceánica*, 2009 (*European Science*

Foundation Science Policy Briefing on Impacts of Ocean Acidification, 2009) incluyó recomendaciones para mejorar la coordinación de la investigación en acidificación oceánica y de colaboración tanto a nivel nacional como internacional, así como la integración de esfuerzos entre las ciencias naturales y sociales, para entender los impactos sobre los recursos naturales y humanos(2009).



En el 2009, un volumen especial de *Oceanography* fue dedicado al entendimiento de los impactos presentes y futuros de la acidificación oceánica en un mundo con alto CO_2. Éste contiene una revisión de artículos sobre procesos e impactos de la acidificación en ecosistemas marinos.

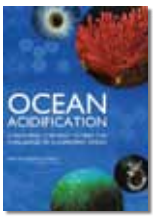
El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) publicó una síntesis sobre los *Impactos de la acidificación oceánica en la biodiversidad marina (Impacts of ocean acidification on marine biodiversity)*, en 2009. Subsecuentemente la CDB decidió desarrollar una serie de procesos de revisión experta conjunta, para monitorear y evaluar los impactos de la acidificación en la biodiversidad marina y costera. La primera reunión de expertos (Montreal, 19-20 de Octubre 2011) acordó que, para preservar la biodiversidad, las emisiones de CO_2 tienen que ser reducidas y la resiliencia gestionada.

Preguntas Frecuentes sobre la Acidificación Oceánica (2010) *(Ocean Acidification Frequently Asked Questions)* fue publicada por la OCB, EPOCA y UKOA en respuesta a la creciente investigación a través de diversas disciplinas y la creciente necesidad de respuestas claras, por expertos, a las preguntas frecuentes. En total, 27 expertos de 19 instituciones y cinco países contribuyeron.

En 2010, el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica produjo su *Segunda guía sobre acidificación oceánica para proveer respuestas a algunas preguntas clave*, para decir qué tan segura está la comunidad científica acerca de lo que ya está ocurriendo a los océanos, para discutir qué puede traer el futuro al océano en un mundo con alto CO_2 y para explorar las consecuencias para todos nosotros de lo que está sucediendo. La guía está disponible en inglés, francés, español, chino, árabe y alemán.

Consecuencias medioambientales de la acidificación oceánica: una amenaza para la seguridad alimentaria. UNEP Emerging Issues Bulletin (2010). Con mil millones de personas dependientes de las proteínas marinas como su única fuente de proteínas, una creciente población global cada vez más supeditada a las fuentes de comida marina incluyendo la acuicultura, ésta es la primera vez que la acidificación oceánica ha sido relacionada como un riesgo potencial para la seguridad alimentaria.

El Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos lanzó *Acidificación oceánica. Una estrategia nacional para*



conocer los retos de un océano cambiante (2010). Esta publicación, solicitada por el congreso, es un paso entre los muchos que los científicos estadounidenses y patrocinadores están tomando hacia la formación de un Programa Nacional de Investigación en Acidificación Oceánica.

El 4to Informe de Evaluación del Panel Intergobernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2007) reconoció la acidificación oceánica por primera vez en un reporte del IPCC. Desde ese entonces, un *Taller sobre los Impactos de la Acidificación Oceánica* en la Biología y Ecosistemas Marinos se sostuvo por el segundo/primer grupo de trabajo del IPCC (WGII/WGI, respectivamente por sus siglas en inglés) en Okinawa, Japón, en Enero de 2011. El 5to Informe de Evaluación del IPCC, previsto para el 2014, incluirá una evaluación más detallada de ambos: cambio climático y acidificación oceánicos.

En el 2011, el Centro Cooperativo de Investigaciones del Clima y los Ecosistemas Antárticos (the Antarctic Climate & Ecosystems Cooperative Research Centre) creó un reporte enfocado en el Océano Antártico, a petición del gobierno de Australia; *Reporte sobre la Acidificación Oceánica del Océano Antártico (Southern Ocean Acidification Report Card)*, para comunicar claramente lo que sabemos, lo que necesitamos saber y lo que está en riesgo debido a la acidificación oceánica en la región.

El libro *Ocean Acidification* (Gattuso y Hansson, eds, 2011) incluye capítulos sobre los impactos en organismos marinos, ecosistemas y la biogeoquímica, incluye también proyecciones de las consecuencias de los diferentes escenarios de CO_2 en la acidificación futura y socioeconomía, incluye respuestas políticas y retos sociales.

Caliente, ácido e irrespirable: El Océano bajo estrés (Hot, Sour and Breathless: Ocean under stress). En las décadas y siglos por venir, la salud de los océanos se verá en creciente estrés por al menos tres factores interactuantes: Temperatura del agua en aumento, acidificación oceánica y la desoxigenación del océano. Este documento resume el conocimiento actual de estos tres factores estresantes y cómo pueden reaccionar juntos en 'puntos calientes' de vulnerabilidad en el océano. Fue producido en conjunto por el Plymouth Marine Laboratory, el Programa de Investigación sobre la Acidificación Oceánica del Reino Unido, el Proyecto Europeo sobre Acidificación Oceánica, el Proyecto Acidificación del Mar Mediterráneo en el marco del Cambio Climático, la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California de San Diego y OCEANA. Su mensaje ha contado con el soporte de importantes organizaciones y programas internacionales y fue presentado en CMNUCC COP17 en Durban, en la conferencia en Londres 'Planet Under Pressure', y en la conferencia sobre Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas Río+20.

Filmes

En los últimos años también se han producido un número de filmes para explicar la acidificación de los océanos a una audiencia amplia, y cómo este asunto está siendo abordado en estudios científicos y por nuevas e innovadoras colaboraciones de alcance científico-político. Cuatro filmes clave lanzados en años recientes son:

Acid Test, un filme producido en el 2009, por el Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC, por sus siglas en inglés), narrado por Sigourney Weaver, fue concebido para crear conciencia acerca del, mayormente desconocido, problema de la acidificación oceánica, el cual representa un desafío fundamental para la vida en los océanos y la salud del planeta.

Un grupo de estudiantes de entre 11 y 15 años, del Ridgeway School en Plymouth, trabajando con el Laboratorio Marino de Plymouth (Plymuth Marine Laboratory), han expuesto claramente sus preocupaciones sobre el estado de los océanos en el mundo a través de un filme contundente. *El otro problema del CO_2 (The Other CO_2 Problem)*, lanzado en el 2009, es una animación de siete minutos y medio, protagonizada por personajes provenienentes del Reino de Poseidón, bajo el mar, que lamenta el hecho de que Doctorpus, Britney Star, Michelle Mussel, Derek la Diatomea y otras criaturas submarinas están sufriendo a medida que el océano se vuelve más ácido como resultado de las actividades humanas. Los niños, con su animación, ganaron el premio Royal Society of Chemistry's Bill Bryson por comunicación científica. El DVD ha sido traducido al francés, español, italiano y catalán.

La película *Tipping Point* lanzada en el 2011, mayormente describe la investigación desarrollada en el marco del Proyecto Europeo sobre Acidificación Oceánica (EPOCA). En junio de 2011, recibió el premio especial Príncipe Rainier III en el 51 Festival de Televisión de Montecarlo. También ha sido premiada como "Mejor documental científico del 2011" en el 15 Festival Internacional de Documentales y Películas Científicas, y como "Mejor Película Científica" en el Festival de Cine del Mediterráneo.

Un poderoso filme corto: *Acidificación Oceánica: Conectando ciencia, industria, política y público (Ocean acidification: Connecting science, industry, policy and public)* fue lanzado en el 2011 por el Laboratorio Marino de Plymouth (Plymouth Marine Laboratory) como parte del Programa de Investigación del Reino Unido sobre la Acidificación Oceánica. El filme congrega un amplio rango de partes interesadas incluyendo: el Príncipe Alberto II de Mónaco, niños de escuela, una pescadería en Plymouth, el Jefe del Consejo Científico del gobierno del Reino Unido, representantes de la industria y departamentos legislativos, así como un grupo de científicos expertos internacionalmente reconocidos. Versiones subtituladas de este filme de 12 minutos están disponibles en portugués (Brasil), francés y coreano. La versión en inglés ha sido exhibida en importantes eventos alrededor del mundo, incluyendo la CMNUCC COP17 en Durban y la Conferencia el Planeta Bajo Presión (Planet Under Pressure) en Londres; la versión coreana ha sido exhibida en el World Expo 2012 y en el Congreso de los Mares de Asia Oriental (East Asian Seas Congress); mientras que la versión en portugués ha sido extensivamente mostrada durante la Conferencia sobre Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas Río+20.

Guía en línea

Descargue una copia de esta nueva guía sobre acidificación oceánica y conozca más acerca de este tema en www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG/

¿Qué es el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica?

Un desafío clave es asegurar que la ciencia básica en temas como la acidificación oceánica aborde las preguntas que necesitan ser respondidas y que aquellas respuestas lleguen rápida y efectivamente a manos de los consultores políticos y tomadores de decisiones para que se pueda actuar.

El Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica (International Ocean Acidification Reference User Group, IOA-RUG) aproxima la experiencia europea e internacional para rastrear rápidamente el intercambio de información entre científicos y usuarios finales.

El RUG original se estableció en el 2008, para apoyar el trabajo del Proyecto Europeo sobre Acidificación Oceánica (EPOCA), y ahora también apoya estudios complementarios en Alemania (BIOACID), el Reino Unido (El programa de investigación del Reino Unido sobre la Acidificación Oceánica, UKOA), el Mediterráneo a través del proyecto Acidificación del Mar Mediterráneo en el marco del Cambio Climático (MedSeA), y cuenta con lazos fuertes con procesos similares en los Estados Unidos y con el RUG sobre Acidificación Oceánica de Australia. El IAO-RUG reúne una amplia gama de usuarios finales para apoyar el trabajo de científicos líderes en acidificación oceánica, para facilitar el rápido intercambio de conocimiento y para ayudar a la entrega eficiente de ciencia de calidad.

Este documento reúne la experiencia del RUG, con el conocimiento de expertos líderes en acidificación oceánica para proveer una introducción para los consejeros políticos y tomadores de decisiones en un tema tan crítico y urgente como éste.

Detalles adicionales y contactos

Información más detallada sobre el trabajo del Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica y su membrecía puede encontrarse en www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG
Si usted tiene cualquier comentario adicional por favor contáctenos a policyguide-epoca@obs-vlfr.fr

Fuentes y contribuyentes

Este documento se beneficia de previas presentaciones y materiales asociados del RUG. También de la reciente publicación de Harrould-Kolieb y Herr (Ellycia R. Harrould-Kolieb & Dorothée Herr (2011): Ocean acidification and climate change: synergies and challenges of addressing both under the UNFCCC, Climate Policy, DOI:10.1080/14693062.2012.620788).

Agradecemos a todos los científicos y expertos que contribuyeron al desarrollo de este reporte. Sus contribuciones han asegurado que este documento represente un amplio consenso con la información clave y las acciones necesarias para enfrentar la acidificación oceánica.

Por favor cite este documento como: Laffoley, D. d'A., and Baxter, J.M. (eds). 2012. Ocean Acidification: The knowledge base 2012. Updating what we know about ocean acidification and key global challenges. European Project on Ocean Acidification (EPOCA), UK Ocean Acidification Research Programme, (UKOA), Biological Impacts of Ocean Acidification (BIOACID) and Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate (MedSeA). 8pp.

El artículo fue producido con el soporte financiero del programa de Investigación en Acidificación Oceánica del Reino Unido, y está basado en el enfoque de mejores prácticas de comunicación, presentado por vez primera por el Consorcio sobre Impactos Marinos del Cambio Climático (Marine Climate Change Impacts Partnership, MCCIP) del Reino Unido. El proyecto MedSeA contribuyó a la traducción al español.

Designed by Ian Kirkwood www.ik-design.co.uk