

Reconstruyendo el clima del pasado del continente blanco

Por Analía Olivera, Mariana Illarze, Juan Hordeñana, Gastón Manta, Dermot Antoniades*

La Península Antártica ha sido una de las regiones del planeta en la que se han registrado mayores impactos de la dinámica climática en el último siglo, con un aumento de la temperatura media de 0,4°C por década desde 1946. En el marco de la Escuela de Verano de Introducción a la Investigación Antártica de la Facultad de Ciencias se ha llevado a cabo un estudio paleolimnológico en el Lago Uruguay, localizado en la Isla Rey Jorge (Antártida marítima), con el objetivo de describir cambios ambientales en la región.

La Antártida es un continente de características únicas. Posee un área de 13,7 millones de km², de la cual la mayor parte está cubierta por una capa de hielo, con un espesor de hasta 4,8 km. En este se encuentra concentrada la mayor cantidad del agua dulce del planeta.

Los lagos antárticos poseen una serie de características que los distinguen de lagos en otras partes del mundo, por ejemplo, sus bajas temperaturas, bajas tasas de sedimentación, cadenas tróficas cortas, entre otros. Los sedimentos en el fondo de los lagos son de gran utilidad para estudios paleolimnológicos, o sea de las condiciones ambientales y ecológicas del pasado. En dichas capas de sedimentos se puede analizar los atributos físicos, químicos y biológicos para saber cómo cambió el ambiente en el pasado.

Los testigos de sedimento, muestras con forma de cilindro obtenidas del fondo de los lagos con un instrumento tipo sacabocados o descorazonador de frutas llamado corer, documentan cambios en la evolución del mismo así como del ambiente que lo rodea. En el caso de los lagos antárticos, por ser la velocidad de sedimentación muy baja, es decir que la decantación de sedimentos es muy lenta, del orden de milímetros por año, es posible que testigos de poca longitud registren un vasto período de tiempo. La duración y extensión de la capa de hielo en la superficie de un lago antártico suele ser el factor de mayor influencia en las variables geoquímicas, biológicas y físicas. Ésta capa evita la mezcla del agua inducida por el viento, creando una columna de agua estable y llevando a una estratificación térmica, es decir con capas a diferentes temperaturas.

Lago Uruguay en la isla San Jorge, Archipiélago Shetland del Sur, Antártida



En estudios paleolimnológicos se utilizan indicadores biológicos como las diatomeas, que son una clase de algas microscópicas unicelulares, integrantes del fitoplancton y del fitobentos, debido a su sensibilidad a cambios en la química y física del agua, como la temperatura, salinidad, cantidad de nutrientes, profundidad, etc.

Se pueden hacer inferencias de la duración y extensión de la capa superficial de hielo sobre un lago mediante el análisis de la composición y abundancia de las comunidades de diatomeas fósiles presentes en este. Estudios previos sugieren que un fiel indicador de la extensión y duración de la cubierta (o capa) de hielo en un lago a lo largo del tiempo es la relación entre dos tipos de diatomeas fósiles, las

que eran originariamente planctónicas, que son las que viven en suspensión en el cuerpo de agua y las que eran originariamente bentónicas que son las que viven en el fondo, adheridas al sedimento, a piedras o a plantas. Esto se puede explicar por el hecho de que la capa de hielo impide la mezcla del agua del lago por viento y con ello la turbulencia, que es la que ayuda al desarrollo de diatomeas planctónicas a quedar en la zona donde penetra la luz -ya que no se mueven independientemente, haciendo que sus abundancias sean menores a las de las comunidades de algas bentónicas. Por lo tanto, la relación entre las diatomeas planctónicas y bentónicas puede brindar información importante del clima en el pasado.

También se utilizan los pigmentos fotosintéticos presentes en los sedimentos de los lagos para la reconstrucción de cambios ambientales en el pasado, ya que proveen conocimiento acerca de una amplia gama de organismos, productores primarios, provenientes originariamente tanto de algas como de plantas y bacterias fotosintéticas. La concentración de carotenoides y clorofilas puede brindar información acerca de estas poblaciones pasadas. Esto se ve potenciado en la Antártida donde, por sus condiciones frías y el bajo consumo de productores primarios, se ve favorecida la conservación de sus pigmentos.

Además, la composición química del sedimento constituye un indicador de la acumulación de biomasa durante su formación. La abundancia de carbón orgánico, así como también de nitrógenos y sulfuros, señalan fases de productividad de organismos vivos, lo que a su vez indica condiciones ambientales apacibles, con largos períodos de deshielo, acceso de luminosidad, y temperatura del agua más templada, mientras su escasez registra los períodos de máxima intensidad del frío.

Cambio climático

De estudios realizados por científicos de diferentes nacionalidades que han trabajado desde la década del 90, se conoce que el clima durante el período cuaternario (período que va desde hace 2,588 millones de años hasta el presente) más específicamente en los últimos 800.000 años, se ha caracterizado por una sucesión de ciclos glaciales repetidos, es decir que se han sucedido largos períodos de tiempo en los cuales desciende la temperatura del planeta, dando como resultado una expansión del hielo que se encuentra en los continentes, en los casquetes polares y los glaciares, de una duración de 100.000 años aproximadamente, intercalados con períodos interglaciares de duración de entre 4.000 y 10.000 años.

Actualmente nos encontramos en un período interglacial, el más largo de los últimos 420.000 años, de aproximadamente 11.000 años.



Testigo de sedimento de 20cm de largo, tomado con un corer del fondo del Lago Uruguay a 14,7 m de profundidad

Esto coincide con que la atmósfera ha sufrido en los últimos años un aumento de gases de efecto invernadero llegando a las mayores concentraciones de los últimos 420.000 años, provocando un aumento de la temperatura global. Se ha registrado un aumento de 0,4°C por década en la temperatura de la península antártica (1946-2006), que ha tenido como consecuencia un retroceso paulatino de los glaciares y una desaparición de las plataformas de hielo debido al derretimiento, y la no recuperación de su volumen inicial en los meses fríos.

Como estos cambios afectan toda la diversidad del planeta y tienen consecuencias inesperadas, hay un creciente auge de estudios científicos que abordan la temática. En este contexto, el presente trabajo cobra especial interés, ya que intenta aportar evidencia de los fenómenos ocurridos, respaldando diversos estudios que anuncian los cambios

que se están dando a nivel global.

Es así que el objetivo que se propuso en este estudio consistió en la descripción de los posibles cambios que hayan existido a lo largo del tiempo a través del análisis de diferentes indicadores de un testigo de sedimento del Lago Uruguay. Los indicadores analizados fueron: porcentaje de materia orgánica, concentración de pigmentos fósiles y composición de la comunidad de diatomeas.

Lago Uruguay

El lago Uruguay, se encuentra localizado en las inmediaciones de la Base Científica Artigas, en la Península Fildes de la Isla Rey Jorge. Esta isla forma parte del archipiélago Islas Shetland del Sur, por lo que pertenece a la Antártida marítima, con una precipitación de 400-600 mm/año y un promedio de temperatura de 3°C.

La muestra fue tomada el día 7 de febrero de 2014, cerca de las 17 hs. Por ser verano el lago se encontraba descongelado, aunque no en su totalidad, ya que en el centro aún persistía una espesa capa de hielo.

Muestreo

Se extrajo del lago un testigo de sedimento de 20 cm a los 14,7 m de profundidad -la profundidad máxima del lago es de 16 m. Las condiciones de temperatura de ese día eran óptimas para la preservación del testigo, no se necesitó de heladeras portátiles para transportarlo al laboratorio.

Una vez en el laboratorio se sub-muestreó el testigo, siendo cada sección de aproximadamente 1 cm de espesor. Las mismas fueron refrigeradas en bolsas etiquetadas y envueltas en papel de aluminio para proteger los pigmentos de la luz y evitar su degradación, para su posterior análisis.

El análisis se hizo al otro día en el laboratorio de la base Antártica. De cada submuestra se tomó una porción para un análisis de concentración de pigmentos por medición de su absorbancia (2). Por otro lado se tomaron pequeñas porciones de las muestras refrigeradas y se colocaron en crisoles para el análisis de materia orgánica; y otras porciones se colocaron en tubos falcón (tubos de plástico de forma cónica y graduados) para el análisis de la comunidad las diatomeas.

Resultados

La Figura 1 muestra el análisis de las capas para diferentes variables. El porcentaje de materia orgánica aumentó levemente hacia las capas más profundas del testigo. En cambio, el porcentaje de diatomeas aumentó exponencialmente hacia las capas superficiales del testigo, encontrándolas a partir del centímetro 10 con un pico en el centímetro 3 de 47,52%. Las concentraciones de clorofila a y b y de carotenoides aumentaron desde el centímetro 8 hacia la superficie y desde el centímetro 12 hacia la parte inferior. La relación absorbancia 430/410 se mantiene entre 0,51 y 0,78 a lo largo de todo el testigo.

Discusión

El aumento sostenido en el porcentaje de diatomeas planctónicas hacia la superficie puede indicar un mayor período del año en el cual el lago se encuentra descongelado, permitiendo un mayor desarrollo de las mismas. Por lo que podemos inferir se produjo un probable aumento en la temperatura media en la región hacia el presente provocando un cambio en la comunidad de diatomeas en el lago. Existe un único antecedente paleolimnológico en el Lago Uruguay, que consistió en un muestreo en 1986 y, si bien en ese estudio se encontró un aumento en la proporción de diatomeas hacia la superficie, no presentaba la intensidad que se obtuvo en el presente estudio. Esto apoya la inferencia enunciada acerca del aumento de las diatomeas hacia la actualidad, posiblemente debido al aumento de la temperatura media en la región en los últimos años.

Con respecto a los pigmentos, la absorbancia 430nm/410nm se mantuvo relativamente constante (máx-min = 0,25) a lo largo de la columna, lo que indica que no hay grandes variaciones en la tasa de degradación de pigmentos en el testigo.

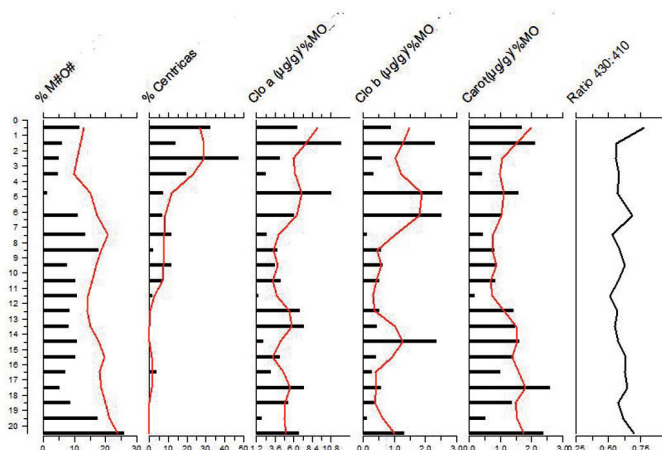


Figura 1. Análisis estratigráfico de porcentaje de materia orgánica (%MO), porcentaje de valvas de diatomeas plantónicas con respecto a las totales (% Céntricas), concentración de clorofila a (Clo-a), clorofila b (Clo-b), y carotenoides (Carot), y el índice de degradación de pigmentos (Ratio 430:410).

Esto permite una correcta interpretación de los resultados de las concentraciones de pigmentos, ya que los cambios observados se pueden atribuir a cambios que acontecen en el lago y no a cambios en la tasa de degradación que hayan ocurrido en el sedimento. El aumento de la concentración de pigmentos hacia la superficie podría reflejar, junto con el aumento de porcentaje de diatomeas céntricas, un aumento en la productividad del lago hacia el presente.

Por otro lado, hacia los últimos centímetros del testigo obtuvimos altos valores en cuanto a la concentración de pigmentos y porcentaje de materia orgánica, los cuales coinciden con grandes cantidades de musgos observados en el testigo, por lo que planteamos que estos pueden haber afectado los resultados en dicha parte de la muestra testigo. Si bien se intentó sacarlos durante el procesamiento, varios quedaron en la muestra. Esta hipótesis a su vez es apoyada por el bajo porcentaje de diatomeas plantónicas encontradas en dichas secciones.

La Base Científica Antártica Artigas ubicada en la Isla Rey Jorge, Archipiélago Shetland del Sur, Antártida



Como corolario, nuestros resultados indican que a lo largo del periodo abarcado por el testigo, que representa unos siglos de deposición, ha aumentado la productividad del lago y se ha registrado un cambio en la composición de la comunidad de diatomeas provocado, posiblemente, por un aumento en la temperatura media de la región. Esto coincide con datos previos al presente estudio, que indican un aumento constante de la temperatura media en la Península Antártica en las últimas décadas.

Proponemos continuar con el estudio a futuro datando el testigo, para así poder relacionar los resultados obtenidos con datos cronológicos. Así mismo, sería conveniente hacer un análisis más exhaustivo en el conteo de las diatomeas y, por último, generar nuevos muestreos y análisis en diferentes lagos antárticos a modo de realizar comparaciones y respaldar, o no, las inferencias realizadas.

Agradecimientos: Al Coronel González y la dotación Antarkos 30 en la Base Científica Antártica Artigas, y al Instituto Antártico Uruguayo, por su apoyo en la realización de este estudio.



Investigadores realizando la toma de la muestra del fondo del Lago Uruguay, Antártida

Notas

1. El fitoplancton es el conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que tienen capacidad fotosintética y que viven en suspensión en ecosistemas acuáticos. Fitobentos es el conjunto de organismos autótrofos que viven asociados a cualquier sustrato del fondo en los ecosistemas acuáticos
2. Absorbancia es la cantidad de intensidad de luz que absorbe una muestra.

* Analía Olivera es estudiante de la Licenciatura en Geología, Marian Illarze, Juan Hordeñana y Gastón Manta son estudiantes de la Licenciatura en Biología, Dermot Antoniadis es docente y pertenece a la Sección Limnología, todos de Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

La **solución** perfecta para su revista

¿Qué beneficios obtendrá usted para su Revista?

- Alcanzar **nuevos lectores** para su revista en todo el mundo
- Rentabilizar su revista sumando **anunciantes inteligentes**
- Obtener importantes ganancias con **suscripciones pagas**
- **Analizar el rendimiento** de sus contenidos y optimizarlos
- Comunicarse directamente con los lectores con **notificaciones push**

¿Beneficios para sus lectores?

- No solo leen su revista, **interactúan** con ella
- Comparten su contenido en **redes sociales**
- **Reciben notificaciones** sobre nuevas ediciones
- Guardan sus páginas favoritas para **fácil acceso**
- Realizan zoom mientras leen o ven **fabulosas imágenes**

¿Beneficio para sus anunciantes?

- Presencia en la **mayor plataforma publicitaria** mobile de revistas
- Análisis y métricas de **rendimiento de anuncios**
- **Anuncios interactivos** en video para destacar su marca
- Invitar a los lectores a sumarse en sus **redes sociales**
- Mostrarse como marca a la **vanguardia tecnológica**

