

IBONES > CIENCIA BAJO CERO EN EL CO



En invierno, el hielo esconde la presencia de un ibón en esta panorámica nevada de la zona de Sabocos, cercana a la estación de esquí de Panticosa (Huesca).

LA ALTA MONTAÑA ARAGONESA ATESORA PEQUEÑOS LAGOS QUE AÚNAN CALMA Y BELLEZA. EL ESTUDIO EN PROFUNDIDAD DE LOS IBONES PERMITE COMPRENDER SU DILATADA HISTORIA Y SU FRÁGIL PRESENTE. AGUAS PROCEDENTES DEL DESHIELO LLENAN CUBETAS TALLADAS POR EL HIELO EN ÉPOCAS GLACIARES. DESDE EL PUNTO DE VISTA MEDIOAMBIENTAL, UN IBÓN ES UN VERDADERO LABORATORIO NATURAL CARGADO DE INFORMACIÓN: SUS AGUAS SON LAS DE MAYOR PUREZA, POR LO QUE ES ESPECIALMENTE PREOcupante HALLAR CONTAMINANTES, Y DETERMINADAS ESPECIES SON INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA. INVESTIGAR LOS IBONES DESDE DENTRO ESTÁ CONTRIBUYENDO A CONOCERLOS Y VALORARLOS. **TEXTO ALFONSO PARDO, TOMÁS ARRUEBO, CARLOS RODRÍGUEZ, JOSÉ M. CRUZ, JORGE BURGOS Y JAVIER LANAJA FOTOS GIMACES**

> **SERENA BELLEZA** La presencia de un ibón hace de un paisaje de montaña un rincón único. El espejo de su superficie, helada en invierno, habla de una calma llena de historia y de vida. Los lagos de origen glaciar, conocidos como ibones en aragonés o "estanys" en catalán, se encuentran entre los más bellos hábitats de la alta montaña. En el Pirineo aragonés existe la mayor concentración de este tipo de lagos de toda la Península Ibérica, con un total de 197 ibones identificados y catalogados, distribuidos principalmente en los macizos de Panticosa, Posets y Maladeta.

SUPERVIVIENTES DE LA ERA GLACIAL La formación de los ibones está íntimamente relacionada con la dinámica de los flujos de hielo durante los pulsos glaciares del Cuaternario. La disminución térmica que se produjo en los máximos glaciares del Pleistoceno

no modificó las regiones climáticas del Hemisferio Norte. El nivel del mar descendió varias decenas de metros al quedar una gran parte de las precipitaciones retenidas en los mantos finoescandinavos y británicos en Europa, y el laurentino en el continente norteamericano, que avanzaron hasta latitudes próximas a 50º Norte e inferiores a 40º Norte respectivamente. Al mismo tiempo, los glaciares de tipo alpino se desarrollaron y avanzaron hasta latitudes relativamente bajas. Actualmente, los glaciares del Pirineo, reducidos a meras reliquias en franco retroceso, son los aparatos glaciares europeos más meridionales.

Fue en los periodos de mayor extensión glaciar cuando la presión ejercida por las grandes masas de hielo en su avance gravitatorio sobre el terreno produjo diferentes depresiones, denominadas cubetas de sobreexcavación glaciar. Estas estruc-

turas se localizan preferentemente en zonas con una disminución brusca de la pendiente, como es el caso de fondos de circos o valles. Ahí, la presión del glaciar es capaz de fracturar el basamento rocoso y arrastrar los fragmentos de roca, provocando su excavación. Al finalizar la glaciación de Würm, hace unos 10.000 años, el retroceso de las masas de hielo dejó al descubierto estas cubetas, que comenzaron a acumular aguas procedentes del deshielo de los glaciares relictos y neveros superiores, dando lugar al nacimiento de estos peculiares ecosistemas lacustres.

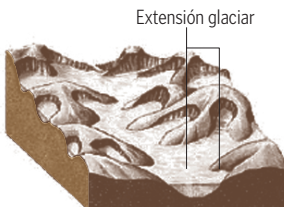
Por ello, los lagos de origen glaciar se concentran principalmente en las zonas más boreales y australes del planeta. La mayor parte se concentra en Norteamérica -fundamentalmente en Canadá y Alaska-, Groenlandia, Península Escandinava y Siberia, en el Hemisferio Norte, y Tierra de Fue-

Proceso de formación de los lagos glaciares

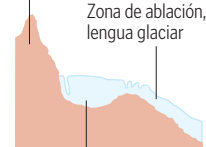
Relieve montañoso



Periodo glaciar



Zona de cabecera, circo glaciar



Cubeta de sobreexcavación glaciar. La roca se fractura debido a la presión glacioestática, el transporte del material fracturado ("plucking") y la abrasión de la masa glaciar.

Periodo interglaciar



Una vez desaparecido el aparato glaciar, la cubeta se rellena con agua de fusión formando el ibón.

HERALDO

LA CIENCIA SUBACUÁTICA SOBRE EL TERRENO



ACCESO

Por su localización, el acceso al ibón de Sabocos con todo el equipo científico y de buceo se hizo con vehículos todoterreno e incluso un helicóptero en las campañas de invierno y otoño. Las muestras se tomaron en todas las estaciones del año y en toda clase de condiciones meteorológicas. Esto obligó a perforar agujeros de entrada en la banquisa invernal, en ocasiones con un grosor de hielo de más de 50 cm.



TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Una correcta toma de muestras de agua es crítica para obtener datos fiables; el agua debe proceder de puntos seleccionados, sin mezclas que falseen los resultados. No resulta nada fácil manipular recipientes cerrados bajo presión y con gruesos guantes de neopreno. Todo ello nos animó a diseñar y probar nuestras propias botellas de muestreo subacuático, con excelentes resultados.



ANÁLISIS IN SITU

Entre el material que hay que desplazar in situ están todos los aparatos que permiten hacer diversas medidas del agua (temperatura, pH, conductividad, oxígeno).

ORAZÓN DEL PIRINEO



LAS AGUAS MÁS PURAS

> **HIELO FUNDIDO** El agua es el elemento fundamental de un ibón. Se trata de aguas procedentes directamente de fusión y contienen muy pocos elementos disueltos. Además, por su localización en las cabeceras, son las aguas de mayor pureza de la red hidrográfica, en nuestro caso la del Ebro, pues la práctica totalidad de las aguas de los ibones pirenaicos desaguan en su cuenca. Por tanto, la calidad ambiental de esta agua resulta crítica para el resto de los tramos de la red y los diferentes ecosistemas de los que ésta forma parte.

Las sustancias disueltas en el agua inciden directamente en el equilibrio del ecosistema. Un exceso de materia orgánica disparará el crecimiento del fitoplancton y provocará una disminución de la biodiversidad, lo que en Ecología se conoce como eutrofia. Por otra parte, determinados contaminantes, como los compuestos organoclorados o los me-

tales pesados, son tóxicos para los organismos que viven en el medio, y algunos de ellos, al ser persistentes y bioacumulativos, pueden ir transfiriéndose de unos organismos a otros a lo largo de la red trófica. Desde esta perspectiva ha estado trabajando el Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales del CSIC. Según un estudio llevado a cabo en once lagos de Europa y Groenlandia, las concentraciones de estos compuestos organoclorados en peces crecen proporcionalmente a su edad y a la altitud de su hábitat, siendo los lagos que se encuentran a mayores cotas los que están más contaminados.

Para conocer éstas y otras afecciones es necesario conocer cuáles son las características físico-químicas de sus aguas. Por ello, los científicos recurrimos al análisis de distintos parámetros para determinar el estado medioambiental en el que se encuentran estos ibones.

INFORMANDO DESDE EL FONDO

> **RESIDENTES** Los macroinvertebrados son todos esos pequeños organismos no microscópicos, mayoritariamente anélidos, gasterópodos e insectos -fundamentalmente sus larvas-, que pueblan los fondos cenagosos de los ibones. Se trata, pues, de especies bentónicas -esto es, cuyo modo de vida está ligado al sustrato del fondo del lago-, que están especializadas para medrar en determinadas condiciones ambientales. Factores como la luz, la temperatura, la corriente, los nutrientes o el estado de acidificación, entre otros, limitan su hábitat. Por ello, la presencia de determinados ejemplares y la diversidad de las comunidades nos proporcionan valiosa información sobre el estado medioambiental de los ecosistemas subacuáticos.

En general, y simplificando mucho, podemos decir que comunidades con mucha variedad de especies suelen representar ecosistemas más sanos que aquéllos que presentan poca biodiversidad. Además hay determinados organismos muy especializados, denominados especies índice, cuya presencia en la comunidad nos



Rana pirenaica, un caso de endemismo.

informa de condiciones medioambientales muy precisas. Si bien todavía queda mucho por hacer en este campo, recientemente se está trabajando con determinadas especies como indicadoras de afecciones concretas, tales como el estado de acidificación, presencia de determinados metales o el grado de eutrofia (por ejemplo, la presencia de dípteros quironómidos en los fondos de los lagos habla de su estado trófico). En un futuro próximo, estos avances ampliarán la utilidad de estos organismos como indicadores de calidad ecológica, permitiendo, no sólo determinar cuál es el estado medioambiental de los ecosistemas, sino también deducir sus causas.

go y Patagonia, en el Hemisferio Sur. En todos estos lugares son los grandes reservorios naturales de agua dulce, y el hombre los ha explotado con intensidad siempre que ha sido necesario.

A algunos tal vez les sorprenda saber que, de hecho, los Grandes Lagos -frontera natural entre Estados Unidos y Canadá- son de origen glaciar. Estas formidables masas de agua son, sin duda, las más estudiadas de todos los lagos glaciares, pues han experimentado a lo largo de los últimos milenios todo tipo de acciones y alteraciones por parte del ser humano: desde naufragios -nada menos que una docena de navíos se fueron a pique en sus aguas en una sola tormenta en el año 1913-, a la invasión del mejillón cebrá en la década de los ochenta.

Al aproximarnos a los trópicos, su frecuencia y tamaño disminuye drásticamente, y los pocos que hay se en-

contran a considerable altitud en el corazón de las cadenas montañosas, como es el caso de los ibones altoaragoneses.

UNOS ECOSISTEMAS FRÁGILES Y AISLADOS

Debido a su localización y a su aislamiento, cada ibón puede considerarse como un ecosistema casi cerrado y único donde es posible observar las diversas relaciones entre las poblaciones de organismos, sus respuestas a los cambios medioambientales, así como la influencia que la actividad humana ejerce sobre los mismos. Además, su localización geográfica -normalmente por encima de los 1.700 metros- produce unas condiciones ambientales extremas (por ejemplo, importantes fluctuaciones térmicas estacionales, crecimiento de una banquisa invernal) y un aislamiento ecológico que favorecen la presencia de endemismos de gran valor, como el tritón pirenaico (Eu-

proctus asper) o la rana pirenaica (*Rana pyrenaica*).

Resulta, pues, evidente el gran valor de los ibones para una amplia variedad de disciplinas científicas naturales. Para los geólogos y geógrafos, los ibones aportan valiosa información sobre dinámica y geomorfología glaciar, así como información sobre la paleoclimatología del Cuaternario estudiando sus sedimentos -las varvas glaciares-. Para biólogos y ecólogos, los ibones son verdaderos laboratorios naturales con interesantes características ambientales y una flora y fauna adaptadas a la dureza del entorno.

ALFONSO PARDO PERTENECE AL GRUPO GIMACES DE LA UNIVERSIDAD SAN JORGE Y A LA FEDERACIÓN ARAGONESA DE ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS (FARAS), **TOMÁS ARRUEBO** Y **CARLOS RODRÍGUEZ** PERTENECEN A GIMACES, **JOSÉ MANUEL CRUZ** Y **JORGE BURGOS** PERTENECEN A LA FARAS, Y **JAVIER LANAJA** PERTENECE A LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

UN PROYECTO CIENTÍFICO PIONERO

■ Hace cuatro años, científicos del Grupo de Investigación del Medio Ambiente del CES (GIMACES) de la Fundación San Valero, junto a buceadores de la Federación Aragonesa de Actividades Subacuáticas (FARAS), penetraron en las frías aguas del ibón de Baños (junto al Balneario de Panticosa). Se trataba de evaluar el estado medioambiental de un ibón que el hombre ha usado hasta el abuso durante milenios. El estudio confirmó que aquel ibón estaba enfermo. Un exceso de nutrientes de origen humano había provocado una eutrofia desmedida en el ecosistema. Ahora, con el patrocinio de la Fundación Biodiversidad, está en marcha otro proyecto más ambicioso: un estudio comparativo entre los ibones de Sabocos (próximo a la estación de esquí de Panticosa) y el de Baños. El objetivo es llegar a desarrollar un método eficaz y fiable que permita evaluar el estado medioambiental de cualquier ibón pirenaico y obtener datos objetivos para diseñar modelos de gestión sostenible. Desarrollan este proyecto GIMACES (Universidad San Jorge) y FARAS, con la colaboración del Ayuntamiento de Panticosa, Armon Panticosa y la Guardia Civil (unidad GEAS y UHel 41).

Al menos en España, nunca antes el muestreo y observación sistemáticos de los ecosistemas de los lagos de alta montaña se había realizado desde su interior. Tras comprobar la inexistencia de indicadores biológicos específicos para los ecosistemas lagunares de alta montaña, ésa será una de las futuras líneas de trabajo. También se detectó una gran falta de información en la base de datos de los ibones aragoneses, con una práctica total ausencia de datos batimétricos. En lo puramente deportivo, al alcanzar un fondo de 22 m en el ibón de Sabocos se estableció un récord de buceo profundo bajo hielo en el Pirineo.

UN IBÓN ENFERMO



En Baños, el exceso de fitoplancton daña la biodiversidad.

UN IBÓN SANO



Sabocos, un ecosistema equilibrado.



EN BUSCA DE MACROINVERTEBRADOS

El muestreo se realiza en la orilla mediante la técnica de "kick-sampling". Diez veces por punto, se remueve el fondo y se recogen con una red las partículas en suspensión.



TRIADO

El sedimento obtenido se extiende en bandejas, donde se seleccionan y separan los especímenes de macroinvertebrados, que son conservados en etanol para su posterior estudio taxonómico, que se realizará con lupas binoculares en el laboratorio.