

ANEXO DOCUMENTACIÓN

NOTA DE PRENSA: El DNI de los peces se estudia en Mallorca

¿Qué es un otolito?



Imagen de un otolito. Hasta hoy, la lectura de otolitos es una actividad que se sitúa a medio camino entre la ciencia y el arte. De hecho, es común que diferentes lecturas procedentes de distintos laboratorios presenten diferencias.

Los otolitos son estructuras calcáreas, de forma semejante a la de una almendra, que se hallan en el oído interno de los peces teleósteos. Todos los vertebrados tienen estructuras calcáreas homólogas, llamadas otoconias o estatolitos.; incluso el hombre las posee pero, como en todos los mamíferos, se reducen a pequeños cristales.

La función de los otolitos y de las otoconias en general se relaciona con la situación del individuo en el espacio. Bajo la influencia de la gravedad, estas concreciones calcáreas activan determinadas células sensoriales cuya señal informa al cerebro sobre la posición relativa del cuerpo en relación a la vertical. Se trata por tanto de estabilizadores de posición, aun cuando también desarrollan cierto papel en el proceso auditivo. En los peces teleósteos existen tres pares de otolitos que reciben nombres propios: *lapillus*, *sagitta* y *asteriscus*.

Podría decirse que un otolito es comparable a la huella digital de un humano. No hay un otolito igual a otro. Sin embargo, como los anillos concéntricos de xilema en los troncos de los árboles, las diferentes precipitaciones de carbonato cálcico en torno a un núcleo inicial que conforman el otolito nos informan de muchos más aspectos que una simple huella digital: además de la edad del individuo podemos saber en qué circunstancias se desarrolló, cuáles fueron las condiciones ambientales, si hubo algún déficit nutritivo a lo largo de su vida, si se enfrentó con algún elemento contaminante.

Un poco de historia

El primero en observar la similitud de los anillos de crecimiento en estas estructuras con los observados en los troncos de los árboles fue Reibisch en 1899. Los anillos se presentan como bandas translúcidas que alternan con bandas opacas. Muy pronto los otolitos se convirtieron en una especie de historial biográfico de su propietario. El estudio de la sucesión de bandas, de concreciones sucesivas, informaba a los investigadores en torno a la edad del pez. Además, al ser su forma y su tamaño particulares para cada especie también han sido utilizados para la diferenciación interespecífica. En este sentido, otolitos fósiles han servido para deducir quienes fueron

sus antiguos propietarios.

Es paradigmático que **en la década de los cincuenta del siglo XX, los investigadores consideraran que las bandas translúcidas correspondieran a la estación estival, mientras que dos décadas más tarde, la interpretación fuera exactamente la contraria. Aquí, como en la determinación de la edad, la subjetividad del investigador ha tenido un papel preponderante.** El otolito de un pez capturado en noviembre con un anillo translúcido en el borde puede haber inducido a creer que las zonas translúcidas del otolito se formaban en invierno. Noviembre no es un mes estival para nosotros y de ahí la inferencia de que el anillo translúcido se forma en los meses fríos. Pero noviembre no es un mes frío para un pez que habita la zona templada. La realidad es que en zonas templadas la temperatura del agua del mar en noviembre es más elevada, por ejemplo, que la que puede registrarse en marzo o en abril.

Hasta la década de los setenta la "lectura" de otolitos se circunscribía a los anillos anuales (dos: uno translúcido y otro más opaco). Por tanto, estas estructuras se utilizaban básicamente para calcular la edad de individuos adultos. **A partir de los setenta, se descubrió la existencia de anillos de crecimiento diario con lo que los otolitos pasaron a ser instrumentos de una gran precisión para el cálculo de la edad de individuos jóvenes y larvas, y lo más importante, su composición química no sólo podía informar de los cambios fisiológicos que se habían producido en el organismo sino también de algunos cambios ambientales.** En efecto, aunque en un 90% los otolitos están formados por carbonato cálcico, determinados cambios fisiológicos, como la nutrición del individuo, o determinados factores ambientales, parecen favorecer la precipitación de otros elementos en pequeñas cantidades: estroncio, bario, magnesio, cadmio, cobalto, cobre, silicio, fosfato, boro...

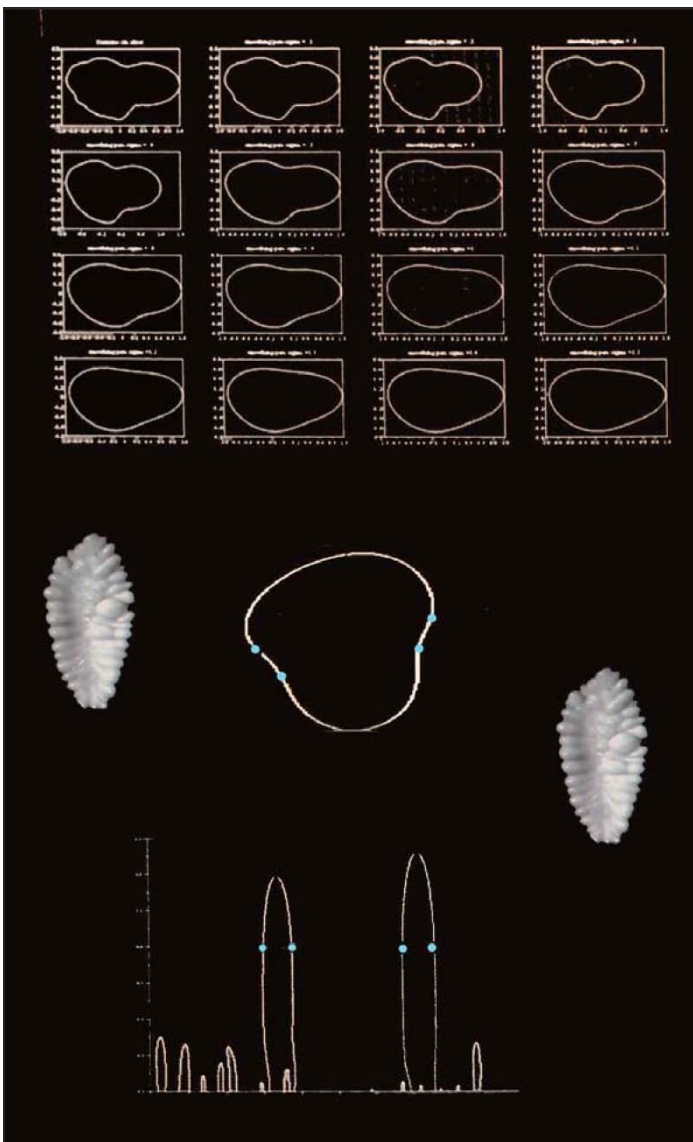
En definitiva, **los otolitos no sólo son capaces de informar sobre la edad de un individuo, sino también sobre el ambiente en el que vive y las variaciones que ese entorno ha sufrido a lo largo del tiempo.** Este aspecto es de gran importancia en especies migratorias ya que la estructura y composición de un otolito puede ofrecer información sobre la ruta seguida. Más concretamente, los isótopos del oxígeno, carbono y estroncio informan a los investigadores sobre la temperatura de las masas de agua en las que el individuo habitó.

¿Cómo se clasifica un otolito?

Una de las formas de clasificar un otolito es utilizando su forma y su perfil de rugosidades que presenta. El número de rugosidades que presenta su contorno puede ser un indicador de su edad, teniendo el otolito tantos más adornos cuanto más viejo sea el individuo. La manera de cuantificar esas rugosidades es limando la función de contorno en pasos sucesivos. Se entiende que ese "limado" es virtual, no se realiza físicamente sino sobre la función de contorno. Tras cada paso se miden los puntos de inflexión, cada vez en menor número y se trasladan a una figura en 2D (ver figura 1). Colocando la distribución de esos máximos salientes en abscisas y en ordenadas las sucesivas pulimentaciones del otolito se puede obtener una serie de curvas que son propias de cada especie y posiblemente de cada grupo de edad.

Una segunda manera de clasificar un otolito es a partir de la información "interna" o sus marcas de crecimiento. En este caso sin embargo, la clasificación puede complicarse por la ingente cantidad de información que contienen las imágenes en escala de grises de un otolito.

Con el fin de conseguir una clasificación más rápida, los investigadores del IMEDEA (CSIC-UIB) trabajan en reducir esa información a lo más básico, esto es, las marcas de crecimiento propiamente dichas.



Distintos enfoques han sido evaluados, desde la utilización de sistemas multiagentes (en que "hormigas" con antenas se pasean por la imagen buscando gradientes de luminancia para así detectar los anillos de crecimiento) hasta la tecnología que se emplea en el análisis de huellas dactilares.

Figura 1. Colocando la distribución de esos máximos salientes en abscisas y en ordenadas las sucesivas pulimentaciones virtuales de un otolito se puede obtener una serie de curvas que son propias de cada especie y posiblemente de cada grupo de edad.

A día de hoy, los algoritmos que más éxito han tenido trabajan detectando mínimos locales y reconstruyen el anillo a base de unir mínimos locales adyacentes que más probabilidad tengan de pertenecer al mismo anillo (figura 2). El éxito obtenido en el reconocimiento de anillos de crecimiento permite pensar en la posibilidad de implementar un sistema experto. Un sistema experto no dependería de la información contenida en bases de datos sino que estaría basado en imitar la forma de interpretar los anillos de crecimiento por los expertos pero eliminando la subjetividad y la variabilidad entre lectores.

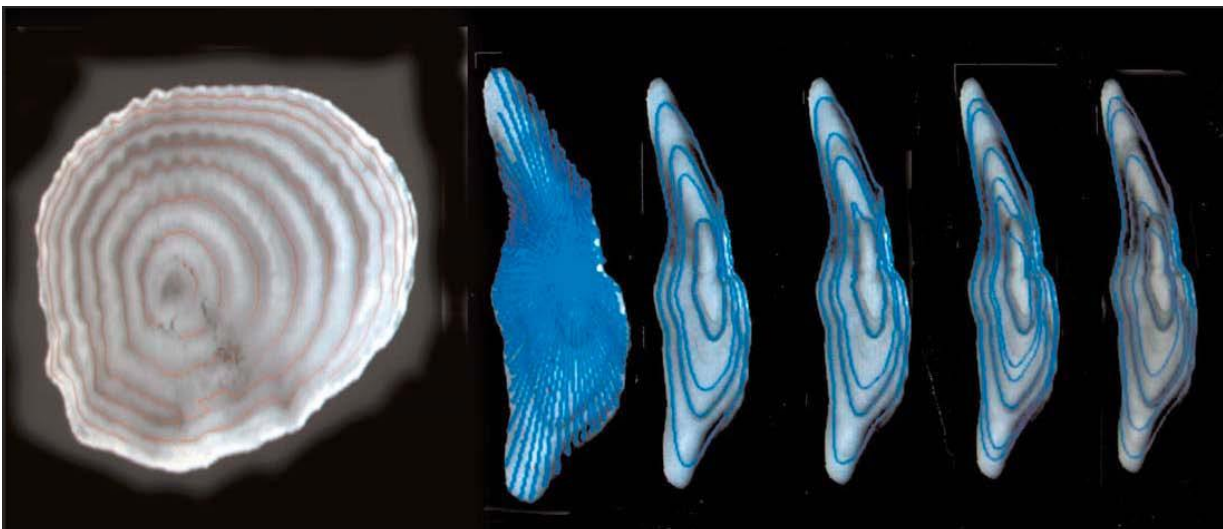


Figura 2. Los algoritmos que más éxito han tenido trabajan detectando mínimos locales y reconstruyen el anillo a base de unir mínimos locales adyacentes que más probabilidad tengan de pertenecer al mismo anillo

Lectores de otolitos

Cada año en el mundo se "leen" cerca de dos millones de otolitos. Esta lectura es indispensable para realizar un correcto asesoramiento pesquero.

En la base de la gestión pesquera se halla el trabajo realizado por comisiones internacionales (el ICES en el Atlántico y el CIEM en el Mediterráneo). Estos foros científicos internacionales evalúan anualmente el estado de cada recurso pesquero y emiten distintas recomendaciones de cara a su explotación. Posteriormente, la administración pesquera (Unión Europea), establece también anualmente las cuotas de captura para cada especie y área de pesca.

Evidentemente no siempre existe una relación directa entre lo recomendado y las decisiones de la administración. El caso de la merluza en el Atlántico es paradigmático. La merluza se halla desde hace años en una situación alarmante de sobreexplotación y todos los informes científicos coinciden en ello. Sin embargo, los factores económicos y sociales (son muchas las familias que dependen de la pesca de la merluza), son también tenidos en cuenta a la hora de gestionar el recurso por parte de la autoridad administrativa.

En cualquier caso, **los modelos de evaluación de las poblaciones que sirven a los científicos para recomendar determinadas políticas respecto a un recurso pesquero, se realizan en base a campañas anuales en las que se analiza la abundancia del recurso, las tallas de los individuos, y en las que se muestrean precisamente los otolitos.** La lectura de estos otolitos es realizada por laboratorios homologados. El Instituto Español de Oceanografía y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas llevan a cabo esta tarea en España.

Hasta hoy la lectura de otolitos es una actividad que se sitúa a medio camino entre la ciencia y el arte. De hecho es común que diferentes lecturas procedentes de distintos laboratorios presenten diferencias. Y el margen de error puede ser considerable. De ahí la necesidad de establecer una lectura estandarizada de los otolitos en los que la componente personal del lector quede anulada. Hasta el momento, este componente de subjetividad se minimiza estableciendo grupos de trabajo entre laboratorios. A pesar de esto la variabilidad en las lecturas es elevada. La Prof. Beatriz Morales indica que 'en muchas ocasiones es más importante para el establecimiento de la edad de un individuo, la nacionalidad del lector de otolitos que no la talla del pez'.

Fuente: Comunicación IMEDEA (CSIC-UIB) / Servei Comunicació UIB (reportaje divulgación '[Cuando el arte debe dejar paso a la ciencia](#)')

Imágenes: Grupo Ecología de Peces (IMEDEA CSIC-UIB)