

Ictioplancton

Huevos y larvas de peces, su aporte al conocimiento de estuarios y océanos

Por Laura Rodríguez-Graña*

Cada pez capturado por una red, o por el paciente y entusiasta pescador aficionado, cada cardumen que se aproxima en la noche hacia las encandiladas, o aquellos peces que tuvieron la desventura de morir y llegar a las costas, fueron una vez uno entre millones de diminutos embriones y larvas de los que solo una pequeñísima fracción sobrevivió a los primeros meses de vida. Estas primeras etapas en la vida de los peces son fundamentales ya que condicionan el éxito de las poblaciones adultas. El conocimiento de aspectos de su biología y ecología es clave para el manejo de pesquerías y para la acuicultura, y también es útil en investigaciones varias, por ejemplo las que buscan determinar los efectos del evento climático “El Niño” sobre los ecosistemas, la que desea conocer la influencia materna en la sobrevivencia larval, así como la necesidad de preservar zonas de la costa utilizadas por los peces para su reproducción.

Con el término ictioplancton se denomina al conjunto de huevos y larvas que constituyen los primeros estadios de desarrollo de los peces. La mayoría de las diferentes especies de peces liberan sus huevos directamente en el agua, otras los colocan en nidos celosamente vigilados, y otras los almacenan y transportan, tanto por el padre o madre, en el vientre, boca o “marsupio”, hasta su posterior eclosión. En todos los casos, de los huevos nace una larva de unos pocos milímetros de largo que en casi nada se parece al pez adulto.

Durante esta etapa del desarrollo, estos estadios integran una variada comunidad denominada plancton debido a su nula o reducida capacidad de nadar (según si son huevos o larvas) que los deja a merced del movimiento del agua.

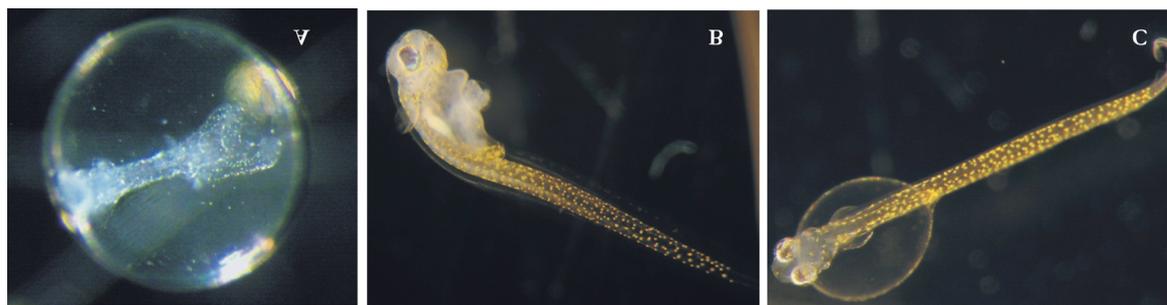
Tanto huevos como larvas son presas muy atractivas para otros organismos que también habitan el ambiente marino tales como noctilucas, medusas, calamares, peces y aves. Para reducir los riesgos de ser comido, los componentes del ictioplancton presentan ciertas características morfológicas y comportamentales como la de ser transparentes, que les permite camuflarse y, ya de larvas, desarrollar ojos desproporcionadamente grandes para detectar a quienes pueden comerlos y migrar a la superficie o a aguas más profundas para evitar zonas y momentos donde sus depredadores son más abundantes y también para encontrar su propio alimento. En caso de no encontrar dicho alimento en cantidad, calidad y tamaño adecuados, si las reservas presentes en el huevo se agotan, las larvas enfrentan el riesgo de morir.

En el ambiente natural el principal alimento de las larvas son pequeños crustáceos, huevos y estadios larvales de invertebrados que integran también el plancton. Estos se encuentran agregados en zonas específicas, lo que

puede dificultarle a las larvas de peces su detección o requerirles mucho tiempo y energía durante su búsqueda. Del mismo modo, la calidad nutricional del alimento puede ser muy pobre, lo que lleva a que la larva reduzca su crecimiento o se debilite conduciendo indefectiblemente a su muerte. El conjunto de estos factores hace que de los miles de huevos que una hembra desova en cada evento o período reproductivo, menos del 1% llega a adulto. Una fuente más de mortalidad para los huevos y larvas de peces es el deterioro de los ambientes acuáticos como consecuencia de la contaminación, remoción de vegetación acuática, canalización y desvíos de cauces de los cursos de agua.

El ictioplancton, su sobrevivencia y fuentes de mortalidad son desde el siglo XIX materia de estudio para oceanógrafos, ecólogos y biólogos. Los temas abordados incluyen la identificación y cuantificación de los huevos y larvas que ocurren en un cierto ambiente donde las especies desovan y se desarrollan, así como las características físicas, químicas y biológicas de dicho ambiente (temperatura y salinidad del agua, ocurrencia y abundancia de alimento natural y de depredadores).

En Uruguay, investigadores del Centro Universitario Regional del Este (CURE), Universidad de la República, en colaboración con otras instituciones nacionales e internacionales trabajan en el tema en áreas muy variadas que se describen a continuación. Algunos de estos estudios se enfocan en conocer la composición de larvas, sus patrones de distribución y crecimiento en diversos ambientes, o en conocer la adaptación y aplicación de técnicas bioquímicas para determinar, por ejemplo, la calidad de huevos o estimar el estado nutricional de las larvas tanto en condiciones naturales como bajo condiciones de cautiverio.



*Primeros estadios de desarrollo del pez lenguado (*Pleuronectes platessa*). A) Huevo de 5 días con embrión dentro. B) Larva de un día de eclosionada (largo corporal 7,5 mm) vista dorsal. C) Vista ventral. El círculo alrededor de la larva es el saco vitelino que le va proporcionando alimento hasta que es consumido totalmente. Foto Laura Rodríguez-Graña*

Estudio 1

El Niño y sus efectos en la distribución de larvas de peces

El trabajo original se titula "Ichthyoplankton distribution off the Peninsula de Mejillones, Chile (23° S S, 71°W), under variable hydrographic conditions during the austral summer and winter of the 1997 El Niño". Autores L. Rodríguez-Graña y L. Castro, publicado en la revista *Hydrobiologia* 501: 59–73, 2003.

Las larvas de peces son más sensibles a variaciones ambientales que los peces adultos, por lo que su presencia y distribución pueden ser indicadores de cambios en el ecosistema así como del grado de adaptabilidad que las especies tienen al medio en el que habitan.

El evento El Niño es parte de un fenómeno climático natural (El Niño Oscilación Sur -que incluye una fase opuesta, La Niña-) que se origina en el Océano Pacífico Suroriental, siendo lo más evidente un aumento en la temperatura superficial del mar y cambios en los patrones de lluvias. Aunque sus efectos se perciben a escala planetaria, a nivel local pueden ocasionar alteraciones temporales en las características hidrográficas, tales como cambios en la intensidad de las corrientes marinas, vientos, o la ocurrencia de masas de agua diferentes a las que habitualmente se registran en una determinada región.

En julio de 1997 tuvo lugar un Niño muy intenso que produjo cambios en las condiciones oceanográficas de

la costa de Chile (temperatura, concentración de oxígeno y circulación de agua costera), incluida la región de Antofagasta, en el norte de dicho país. Allí, en Antofagasta, tuvo lugar un estudio multidisciplinario en el que Uruguay participó y que incluyó caracterizar la comunidad del ictioplancton y determinar en qué medida el Niño 97 afectó los patrones de distribución de larvas de muchos peces.

El estudio dio como resultados más relevantes que el aumento de la temperatura superficial del mar favoreció un aumento en la abundancia de larvas de algunas especies costeras, mientras que aquellas con preferencia por aguas frías (característica dominante en la costa de Chile), quedaron restringidas a zonas internas de la costa (bahías, hondonadas) donde se mantuvieron temperaturas más bajas, de aproximadamente 12°C. Por otro lado, la aproximación de aguas subtropicales promovió el traslado hacia la costa de larvas de especies de zonas cálidas que suelen encontrarse en aguas más oceánicas.

Estos cambios regionales en la presencia y abundancia de larvas de diversas especies se asociaron por tanto a cambios en la presencia de diferentes masas de agua, y una reducción en los vientos costeros. Estos indujeron cambios en la ocurrencia de ciertos procesos físicos conocidos como anillos, se trata de "filamentos" de agua que se desplazan hacia el océano y conservan durante su viaje sus características físicas y químicas diferentes al agua que los rodea, y son capaces de transportar organismos planctónicos. Los anillos, que se ven desde el espacio como tales, de allí el nombre, suelen originarse en estas costas y son un factor importante que condiciona la presencia y abundancia del ictioplancton en dicha región.

Se denomina plancton (del griego 'errantes') al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, de origen animal (zooplancton) o vegetal (fitoplancton), que flotan en aguas saladas o dulces, más abundantes hasta los 200 metros de profundidad, aproximadamente.

El ictioplancton es un componente minoritario del zooplancton, hace alusión exclusivamente a los huevos y larvas de peces. Estos se incluyen dentro del ictioplancton hasta que alcanzan el tamaño y desarrollo suficiente en que dejan de ser desplazados pasivamente en las aguas y comienzan a moverse de manera independiente de las corrientes.

En el caso de la cuenca del Plata, durante El Niño aumentan las lluvias y en consecuencia, también el caudal de los ríos que desembocan en el Río de la Plata, alterando la salinidad del agua del estuario. Aún no se conoce con exactitud de qué forma estos aumentos del caudal afectan las condiciones ambientales de las aguas costeras y mucho menos cómo se ven afectadas las especies que allí habitan. Estudios sobre el ictioplancton en zonas costeras durante períodos El Niño-La Niña, podrían contribuir a dilucidar éstas y otras interrogantes vinculadas con dicho fenómeno climático.

Estudio 2

Efecto materno: qué nos dice la calidad de los huevos

En esta investigación, aún en marcha, Laura Rodríguez-Graña, autora de esta nota, fue la responsable de elaborar el diseño experimental y parte del análisis de la información. Trabajan en este estudio K. DeJong, T. Amundsen y E. Forsgren (NTNU), H. Nilsson-Sköld, P. Tiselius y L. Friis-Möller (Univ. Gotemburgo) y B. Hansen (Univ. Roskilde).

En los fiordos escandinavos habita un pez pequeño denominado góbido (*Gobiusculus flavescens*) cuya particularidad es la puesta de huevos en nidos que los machos cuidan. Los nidos los forman entre las valvas vacías de mejillones y oquedades en rocas. Allí, luego de ser cortejadas, las hembras colocan sus huevos, los que quedan fuertemente adheridos a la pared del nido e inmediatamente después son fecundados por el macho. Luego de unos diez días eclosionan las larvas de pocos milímetros.

Esta especie se caracteriza por presentar una fuerte competencia entre individuos del mismo sexo por encontrar al "cónyuge ideal" y, mientras los machos compiten por hembras al inicio de la época reproductiva, las hembras compiten por los machos al final de la misma.

Un grupo de investigación de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, liderado por Trond Amundsen

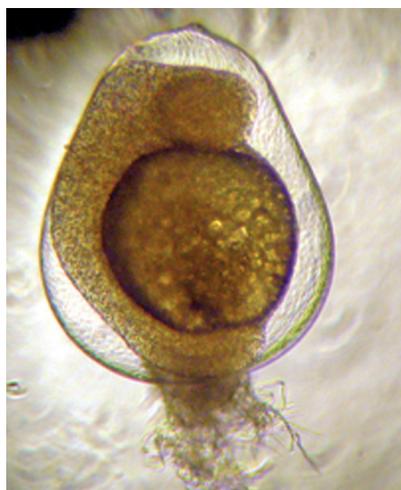
y Elisabet Forsgren, realiza desde hace más de una década estudios sobre estrategias de selección sexual utilizando como modelo de estudio a esta especie. Como complemento a dichos estudios se realizó una investigación referida al efecto que el tamaño de las hembras podría tener sobre la calidad de los huevos. Un huevo de mejor calidad sería aquél que, por ejemplo, ya sea por su tamaño, contenido proteico y/o lipídico, induzca un buen desarrollo embrionario y en consecuencia de él nazca una larva con mejores aptitudes para sobrevivir.

Es sabido que las hembras de peces transfieren a sus huevos diferentes compuestos químicos y precursores hormonales que favorecerían un crecimiento óptimo del embrión, pero también pueden transmitir compuestos nocivos en algunos casos. Por otro lado, el tamaño de la hembra guarda una relación positiva con el tamaño del huevo, es decir hembras más grandes tienden a desovar huevos más grandes que originan a su vez larvas más desarrolladas.

En este tipo de ambiente, donde las condiciones climatológicas entre el invierno y verano son tan contrastantes, las hembras están sujetas a una fuerte variabilidad en la temperatura y abundancia de alimento a lo largo del corto período en el que se reproducen, lo que podría afectar la calidad de su descendencia. Para estimar dicha variabilidad y sus efectos, se colectaron hembras vivas de diferentes tamaños al inicio y final de la época reproductiva, se las mantuvo en cautiverio y se las dejó formar sus nidos y desovar.

Posteriormente se contaron los huevos por puesta, se midió su tamaño y analizó su contenido proteico, graso y grado de "salud molecular", empleando una técnica que determina daño proteico. Aún bajo análisis, resultados preliminares indican que las hembras más grandes desovan más huevos que las hembras pequeñas pero es la época del año la que condicionaría el tamaño del huevo. Huevos más grandes fueron desovados al inicio de la primavera boreal, aunque con menores reservas lipídicas. Si bien esto último podría representar un problema, las larvas eclosionadas en ese período, al ser más grandes, podrían enfrentar mejor las aún bajas temperaturas de

esa época y tener más aptitudes para buscar alimento. Sobre el final de la época reproductiva (verano boreal), las hembras produjeron huevos con mejores reservas lipídicas, se estima debido a que el alimento en esa época es más abundante y potencialmente mejor. Las larvas eclosionadas sobre finales del verano, pese a ser más pequeñas, podrían tener mejores reservas las que, sumado a temperaturas mayores, inducirían a un crecimiento más rápido aumentando las chances de sobrevivir. Sin embargo los huevos desovados en verano por hembras más pequeñas presentaron mayor daño en sus proteínas. Es en esta época donde las hembras selean más por los escasos machos presentes, en cuyo caso las hembras pequeñas podrían experimentar más estrés reflejándose esto en la calidad de sus huevos. El conjunto de esta información evidencia los desafíos y el grado de complejidad que los peces experimentan en el medio natural y que condicionan la calidad y éxito de sobrevivencia de su descendencia.



Huevo de pez góbido *Gobiusculus flavescens*. Ancho 0,7 mm, largo 0,9 mm. Nótese su forma de pera y en su interior un embrión. En su base se observan filamentos que tienen como función adherir el huevo a un sustrato. Foto Karen de Jong

Estudio 3

Arroyo Solís Grande: sitio clave para el ictioplancton

Proyecto post-doctoral financiado por el programa Marie Curie Mobility Actions - de la Unión Europea. En el marco de este proyecto se realizó una tesis de postgrado (programa PEDECIBA- MsC. Irene Machado) de donde provienen parte de estos resultados.

Algunos peces de origen marino ingresan a las desembocaduras de los arroyos para desovar, de manera que sus huevos y luego sus larvas se desarrollen y crezcan allí; ya siendo juveniles regresan al mar y maduran sexualmente completando su ciclo de vida.

En la zona estuarina del Arroyo Solís Grande, ubicado entre el límite de los departamentos de Canelones y Maldonado, en Uruguay, se realizó desde la primavera 2009 al otoño de 2010 un estudio dirigido a conocer la comunidad de larvas en la zona cercana a su desembocadura, determinar la dieta de las mismas y estimar su estado nutricional. Complementariamente se registraron las principales características ambientales del estuario y cómo estas variaron durante ese período.

Entre las especies encontradas estuvieron larvas de lacha (*Brevoortia aurea*), corvina (*Micropogonias furnieri*), lenguado (*Paralichthys orbignianus*) y palometa ñata (*Peprilus paru*) y también se registró una especie poco frecuente para la región, el pez malacho (*Elops sp.*). Las abundancias variaron según la época y especie; las larvas de lacha fueron las más abundantes en primavera y otoño, las de palometa ñata en verano, y las de corvina en otoño. La mayoría de las larvas se alimentaron de pequeños crustáceos llamados copépodos y de huevos muy pequeños de invertebrados.

El estado nutricional, se midió a partir de un análisis químico que fue aplicado con éxito para el estudio de larvas de peces, y permitió inferir que las larvas presentaron un estado nutricional aceptable y similar, tanto entre especies como entre estaciones del año estudiadas. Se estima que esto se debió a que el estuario del Arroyo Solís Grande, ofreció condiciones propicias en términos de temperatura y alimento, alternando períodos de mayor abundancia de alimento con otros de menor cantidad pero de mejor calidad, favoreciendo la presencia de especies de peces que se reproducen y/o hacen uso de este ambiente como sitio de cría en diferentes momentos del año.

Las desembocaduras de los arroyos al Río de la Plata son sitios sensibles y sujetos a impactos humanos que pueden afectar tanto al ambiente donde se reproducen los peces como a los propios peces, ya sea debido a modificaciones artificiales en sus cauces, remoción de arena o construcciones en sus orillas, intensa actividad náutica en verano o pesca ilegal.



Izquierda: Colecta de ictioplancton en el Arroyo Solís Grande con una red para plancton. Foto Laura Rodríguez-Graña. - Derecha: Larva del pez malacho (*Elops sp.*) colectada en el Arroyo Solís Grande durante marzo 2010. Largo corporal 31 mm. Foto Mario Vera.

La información generada a partir de estudios en ictioplancton es por tanto importante porque permite conocer el ciclo de vida de muchos peces costeros y el uso que hacen de ambientes como el Arroyo Solís Grande. Con ello se contribuye al conocimiento necesario para el cuidado de estos ecosistemas y sus especies así como sobre los bienes y servicios que nos proporcionan.

Desafíos y próximos pasos

Uruguay posee una diversidad de ambientes acuáticos de los cuales se sabe poco o nada sobre las comunidades de ictioplancton que allí habitan. Qué hay, cuánto y cómo responderá esta comunidad de organismos frente a nuevos escenarios vinculados con el cambio climático, al deterioro de la zona costera, o a posibles explotaciones petroleras en la plataforma marítima uruguaya, son parte de los desafíos que la ciencia y tomadores de decisiones deberán atender a efectos de conservar estos ecosistemas, proteger los recursos pesqueros y promover actividades humanas amigables con el medio acuático. Uruguay se encuentra aún en un estado medianamente incipiente en esta área del conocimiento, pero avanza por ejemplo con la formación de recursos humanos a través de la formación de grado y postgrado, y la puesta en marcha de proyectos en diferentes ambientes costeros (lagunas, Río de la Plata, otros pequeños estuarios). En un futuro cercano se concretará la elaboración de un atlas sobre ictioplancton de la costa uruguaya y una colección de referencia sobre larvas de peces.

* **Laura Rodríguez Graña** es profesor Adjunto del Centro Universitario Regional del Este de la Universidad de la República (UdelaR), forma parte del grupo Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos perteneciente a la Comisión de Investigación Científica, UdelaR, y es docente de grado de la Licenciatura en Gestión Ambiental y de postgrado de los programas PEDECIBA Biología y PEDECIBA Geociencias.