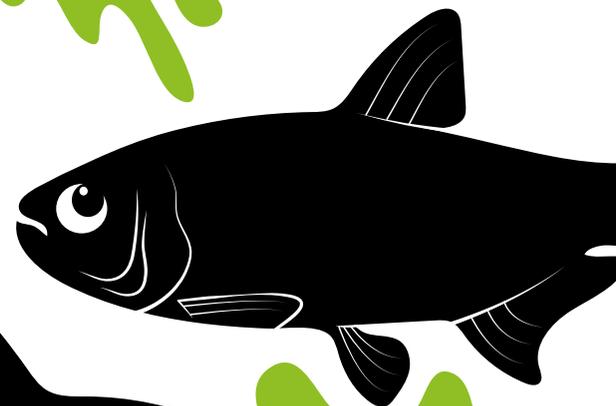
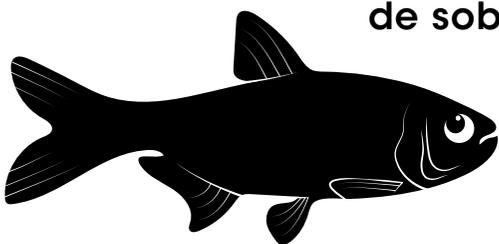
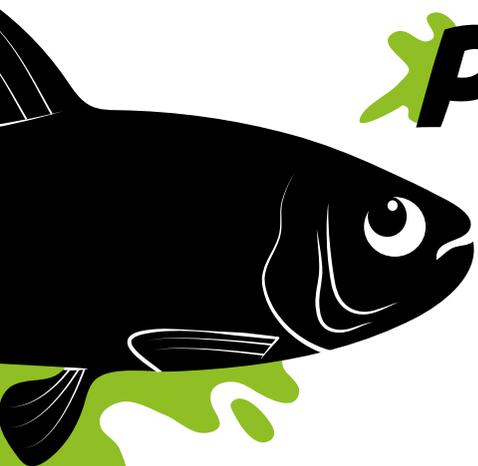
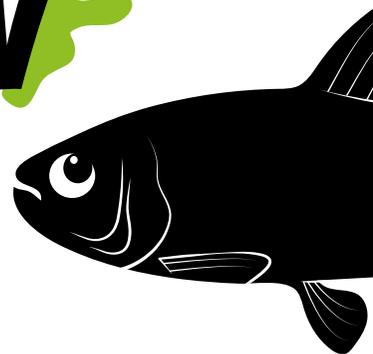


ESTUDIO MUESTRA NEUROTOXICIDAD EN PECES EXPUESTOS A PLAGUICIDA

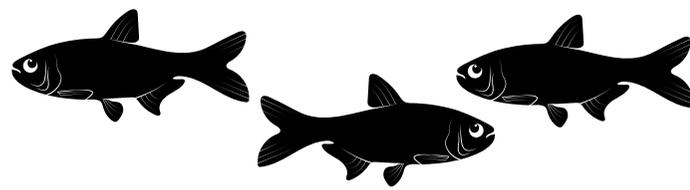
En una investigación novedosa para el país, la bióloga Natalia Sandoval demostró que, debido a los efectos de una sustancia química utilizada en monocultivos, la habilidad de los peces para escapar de los depredadores ha reducido y, por ende, las posibilidades de sobrevivencia de dichos animales.





La especie *Astyanax aeneus* fue seleccionada para la realización de este estudio, porque es muy común en lagos, ríos y estuarios. Foto: Natalia Sandoval Herrera.

Peces cambian su comportamiento a causa de agroquímicos



Nematicida utilizado en el cultivo de banano altera el sistema nervioso de los peces, según un estudio sobre ecotoxicología.

David Esteban Chacón León
david.chaconleon@ucr.ac.cr

Patricia Blanco Picado
Patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Cuando Natalia Sandoval Herrera decidió investigar sobre el efecto de los plaguicidas organofosforados en los peces, ya sospechaba que algo fuera de lo común estaba pasando. Tiempo atrás, mientras estudiaba las concentraciones de mercurio en los tiburones, se dio cuenta de la falta de datos sobre los efectos de los plaguicidas en dichos organismos.

Esto la motivó a iniciar un novedoso estudio para su tesis de Posgrado en

Biología en la Universidad de Costa Rica (UCR) con el fin de determinar las repercusiones, en las poblaciones de peces, de un nematicida que se utiliza en el cultivo del banano. La investigación aportó resultados relevantes para la ciencia, ya que se demostraron cambios en el comportamiento de estos animales.

“En Costa Rica, existen algunos estudios en ecotoxicología, pero por lo general se realizan en organismos modelo (crustáceos, camarones y dafnias) y solamente miden los efectos de las sustancias en un nivel. Lo novedoso de mi estudio es que combiné diferentes respuestas a diferentes niveles. Por esto, creo que no hay uno igual en el país”, afirmó la bióloga.

Para realizar el análisis, Sandoval contó con la colaboración del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (IRET-UNA).

El camino a seguir

La especie seleccionada para la investigación fue *Astyanax aeneus* (conocida popularmente como sardinita de río), debido a que es un pez nativo que está presente en la mayoría de ambientes de agua dulce y estuarios. Además, es fácil de mantener en el laboratorio, tiene un tamaño adecuado (mide entre seis y ocho centímetros) y hay bastante información base sobre la especie.

Las muestras fueron capturadas en Sarapiquí y, luego, llevadas al Laboratorio Húmedo de la Escuela de Ciencias Biológicas de la UNA. Ahí, estuvieron entre dos y tres semanas aclimatándose a las mismas condiciones de temperatura y salinidad del lugar de donde las extrajeron.

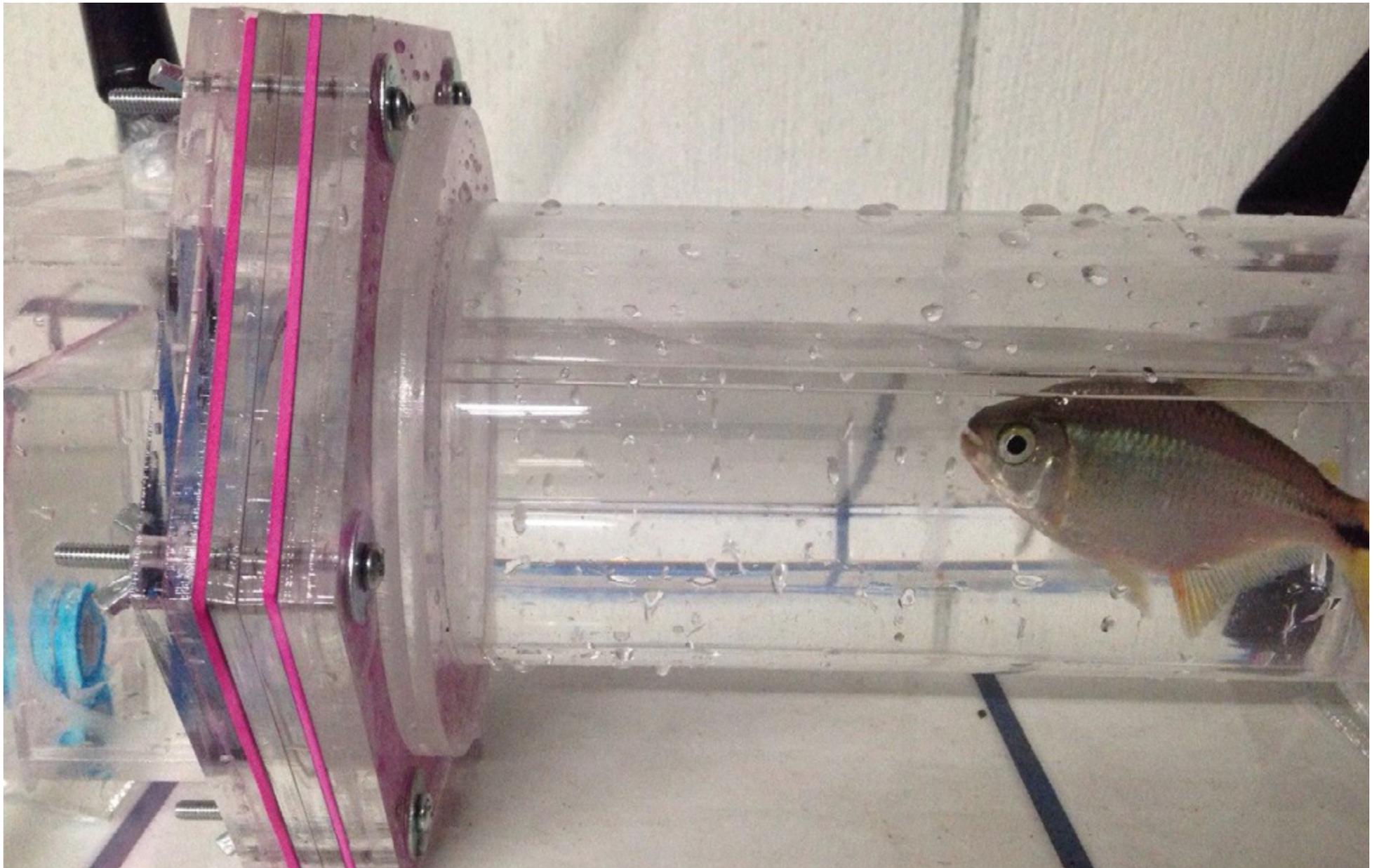
Posteriormente, los organismos se dividieron en dos grupos: los que se mantu-

vieron en condiciones regulares y los que fueron expuestos en peceras individuales a la concentración mínima del plaguicida en la que había un indicador de neurotoxicidad (0,014 mg/L) durante 48 horas. Luego, ambos grupos se transfirieron a los tanques en los que se realizaron los experimentos.

El primero consistió en colocar al pez en un recipiente cerrado y registrar su tasa metabólica. Se midieron las cantidades de oxígeno y de dióxido de carbono que producía el individuo, para determinar si la exposición al plaguicida producía un coste energético adicional.

Los otros dos experimentos tenían como objetivo ver si el comportamiento de los organismos mostraba alguna variación por su exposición al plaguicida.

En el segundo experimento, se evaluó la capacidad de los peces para explorar un ambiente nuevo. Por lo tanto, se colocaron



Los experimentos se enfocaron en determinar posibles cambios metabólicos, celulares y de comportamiento en los organismos. Foto: Natalia Sandoval Herrera.

en medio de una pecera con una mitad clara y con otra oscura, y se dejó que los individuos nadaran libremente. La especie *A. aeneus* tiene un comportamiento llamado escototaxia, lo cual quiere decir que prefieren las zonas oscuras por encima de las claras. Se midió el tiempo que estuvo en la zona clara, el tiempo que pasó en la zona oscura y la cantidad de veces que el pez cruzaba de un lado al otro.

La última prueba imitó el ataque de un depredador con la ayuda de un modelo impreso en 3D dentro de una pecera. La copia se colocaba detrás del individuo para simular una situación de peligro y medir el tiempo que se demoraba el pez en reaccionar ante este tipo de estímulo. De esta manera, se determinaba si la exposición al plaguicida afectaba su tiempo de respuesta en situaciones de riesgo.

En el caso del estímulo como respuesta al ataque de un depredador, los organismos expuestos a la sustancia química reaccionaron más lento (3.43 milisegundos) en comparación con los que no lo estuvieron (1.49 milisegundos).

Resultados extraordinarios

Pese a que a nivel metabólico quedó claro que el plaguicida no significaba ningún coste energético extra para el pez, los biomarcadores con los que se midieron los efectos celulares y de comportamiento proporcionaron nueva información.

Sandoval logró demostrar en sus experimentos que el nematicida utilizado causa la inhibición de hasta un 54 % de una enzima llamada colinesterasa –encargada de recoger el neurotransmisor que está en la sinapsis de las neuronas–. Esto ocurre porque la molécula de la sustancia se une a esta enzima y genera una ruptura del neurotransmisor en las neuronas, lo cual causa una sobreestimulación nerviosa que provoca cambios en el comportamiento.

Es por esto que después de la exposición al agroquímico –y pese a su preferencia usual por entornos oscuros–, los peces empezaron a explorar más las zonas claras de la pecera, acto que va en contra de su mecanismo natural de defensa.

En el caso del estímulo como respuesta al ataque de un depredador, los organismos expuestos a la sustancia química reaccionaron más lento (3.43 milisegundos) en comparación con los que no lo estuvieron (1.49 milisegundos). Según la investigadora,

esto se da como resultado de la sobreestimulación nerviosa que provoca una respuesta más lenta de los peces.

Estudio pionero

De acuerdo con Sandoval, lo novedoso del estudio estriba en que con “diferentes métodos y distintas ramas de la biología se puede demostrar cómo una amenaza ambiental es capaz de generar grandes consecuencias en los ecosistemas naturales”.

La investigadora realiza su doctorado en la Universidad de Toronto, en Canadá, donde efectuó un estudio sobre efectos de los plaguicidas en murciélagos en tres países: Costa Rica, México y Belice.

Para Freylan Mena Torres, biólogo e investigador del IRET, el estudio de Sandoval es muy novedoso, ya que aborda distintos niveles de la organización biológica.

Según el especialista, quien colaboró en la investigación y es coautor de la publicación en la revista *Scientific Reports*, en julio pasado, el principal aporte del trabajo son las mediciones del comportamiento de los peces expuestos a los efectos del nematicida.

“Los resultados obtenidos –destacó– brindan información sobre lo que está pasando, sobre todo porque se utilizaron concentraciones relativamente bajas de la sustancia”.

En el artículo científico, participaron además los profesores de la Escuela de Biología de la UCR, Mario Espinoza Mendiola y Adarli Romero Vásquez.

El IRET facilitó para el estudio la realización de las pruebas bioquímicas, ya que cuenta con los métodos y equipos para efectuarlas. Además, tiene caracterizado el uso de sustancias en los monocultivos, de allí que ayudó a definir el plaguicida empleado en el trabajo y a conseguir las muestras de los peces.

En los experimentos se utilizó solo una parte de la concentración letal de etoprofos, la sustancia activa del nematicida con el que se trabajó. Ya en estudios anteriores, el IRET había determinado la concentración letal media de esta sustancia; es decir, la cantidad que podría matar a la mitad de una población de peces utilizados en un experimento.

“La fracción utilizada en el estudio se acerca a lo que se está nombrando actualmente en ecotoxicología como ‘concentraciones ambientalmente relevantes’, o sea, concentraciones que se miden en el ambiente”, detalló.

Estas concentraciones, que se obtienen mediante el monitoreo químico del agua, normalmente son muy bajas. En su trabajo, Sandoval quiso acercarse a esos rangos a sabiendas de que no iban a matar al pez.

Continúa en la página 4



En el país, ocurren a menudo muertes masivas de peces en ríos y quebradas cercanos a áreas de monocultivos. Fotografía tomada del Facebook de Julio Knight.

En la investigación se realizó un análisis bioquímico con la enzima colinesterasa, presente en las sinapsis (conexiones) nerviosas de los organismos, para determinar posibles efectos neurotóxicos. Asimismo, se hicieron otras mediciones fisiológicas y bioquímicas con las que se podía observar si el pez dedicaba energía a la eliminación de la sustancia tóxica.

Cuando se revisaron los resultados sobre el comportamiento del pez, con las pruebas de búsqueda de refugio y de escape al depredador, se encontró que sí hay un efecto significativo. Estos ensayos tienen que ver con el “blanco” de la molécula del nematocida, que es afectar el sistema nervioso de organismos vivos.

Si bien el resultado fue negativo en las mediciones fisiológicas para examinar posibles efectos metabólicos, es muy importante contar con esta información para caracterizar las repercusiones de la exposición del pez a la sustancia química en concentraciones bajas y durante un período corto, explicó Mena.

Los resultados del estudio, detalló el biólogo, son necesarios para las acciones de incidencia política de las autoridades y los entes reguladores del uso de los plaguicidas en la agricultura, ya que en este caso se logró asociar de forma directa un nematocida con efectos claros que pueden significar un peligro para la supervivencia de una población de peces.

“Muchas veces es difícil convencerlas con solo datos bioquímicos, pero cuando se logran ligar los efectos de una sustancia con respuestas muy evidentes, que pueden significar un peligro para un organismo (como es el caso de la inhibición de la colinesterasa que lo vuelve más lento para escapar del depredador), estos son más convincentes para alguien que tenga que tomar una decisión”, expresó el investigador del IRET.

Las regulaciones actuales están basadas en concentraciones letales, aunque cada vez más se promueve el uso de información como la obtenida por el estudio de Sandoval. Desde el punto de vista ecológico, es mucho más relevante el hecho de probar que la concentración no solamente inhibe una enzima, sino que también genera un retardo en la capacidad del pez de escapar a un depredador, lo cual puede reducir una población de determinada especie.

Por eso, se requieren más investigaciones para conocer qué pasaría si la especie analizada es expuesta durante más tiempo a dichas sustancias, así como realizar estudios con depredadores reales y en condiciones naturales.

En la vida real, estos animales están expuestos a los efectos de un “coctel” de sustancias químicas que se utilizan constantemente en los monocultivos, como fungicidas, nematocidas, herbicidas e insecticidas, entre otros.

Causas y efectos

En la Universidad Nacional, el IRET ha efectuado diversos estudios de campo para evaluar las repercusiones de los plaguicidas en distintas especies de peces. Sin embargo, la mayor dificultad ha sido encontrar correlaciones claras y directas entre las moléculas de los productos químicos y los efectos en estos animales.

De acuerdo con Mena, el problema es que “hay muestras de agua que tienen la presencia de hasta diez sustancias en concentraciones diferentes y bajas. Por esta razón, los resultados de los estudios no han sido tan claros”.

Asimismo, dicho Instituto se ha limitado a efectuar mediciones bioquímicas y, hasta el momento, no se han incorporado análisis de comportamiento. “Hasta ahora lo vamos a empezar a hacer”, añadió.

Otros trabajos efectuados tienen que ver con los eventos de envenenamiento masivo de peces en lagunas, ríos y quebradas en zonas del Pacífico y el Caribe, donde existen monocultivos y ocurren con frecuencia este tipo de situaciones. En un estudio reciente, se revisaron eventos de mortandad durante cinco años y se lograron identificar las especies y las sustancias que aparecieron en las muestras de agua.

“La evidencia cuesta mucho levantarla. Se necesitan mejores métodos para el

monitoreo químico que permitan relacionar la causa y el efecto. Sabemos que los organismos están sufriendo estrés por estas condiciones”, explicó el investigador.

El especialista recordó la importancia de que las compañías productoras cumplan la ley y mejoren sus prácticas agrícolas para evitar el escape de los agroquímicos a las fuentes de agua. “El banano y la piña son los cultivos en los que mayor cantidad de sustancias químicas se utilizan. Las empresas tienen que ver cómo evitan que estas se les escapen al ambiente”, aseveró.

El mantenimiento de la cobertura vegetal en las riberas es indispensable. Todo cuerpo de agua natural debe tener esa protección. Esto generaría un amortiguamiento entre la finca y el cauce, y podría evitar la contaminación del agua con estas sustancias químicas, arguyó el biólogo.

Es bien sabido que hay un gran uso de plaguicidas en el país y a medida de que aumenta la agricultura extensiva también se incrementa el consumo de estas sustancias y su impacto en la vida silvestre.

Frente a este panorama, para Sandoval, el estudio es importante porque “demuestra que hay situaciones que están pasando en poblaciones que no están visibilizadas y que pueden quedar afectadas a mediano y largo plazo”. ■



El nuevo auditorio de la Escuela de Biología incorpora aspectos de la arquitectura bioclimática, al tomar en cuenta en su diseño la ventilación y luz natural. Foto: Anel Kenjekeeva.

Arquitectura bioclimática: diseño adaptado al cambio climático



La arquitectura bioclimática, de orígenes ancestrales, es desarrollada por el Laboratorio de Arquitectura Tropical de la UCR para diseñar edificaciones que se adapten al entorno que las rodea.

*Bianca Villalobos Solís
bianca.villalobos@ucr.ac.cr*

Imagine que entra a un edificio en una zona de Costa Rica donde la temperatura climática ronda los 35 grados centígrados. El inmueble tiene pocas ventanas, el aire que ingresa desde afuera es muy caliente y muchas de las salas en el interior están equipadas con aire acondicionado y luces artificiales, para solventar la poca luz y el viento que llegan desde el exterior.

Es evidente que dicha estructura, aparte de incurrir en un gran gasto eléctrico, no está adaptada a la zona climática en la cual se encuentra ubicada. Esta es una de las principales problemáticas que busca solventar la arquitectura bioclimática y, en específico, el Laboratorio de Arquitectura Tropical (LAT) de la Escuela de Arquitectura (EA) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Al tomar en cuenta que la arquitectura es un fenómeno que no puede estar desligado del espacio en el cual se encuentra, la arquitectura bioclimática busca hacer un uso racional de los recursos y emplear la energía que es estrictamente necesaria desde la etapa inicial del proyecto: el diseño. Todo ello sin perder de vista la funcionalidad que deberá tener cada espacio para poder adaptarse de forma efectiva al cambio de temperatura.

Retomar el conocimiento antiguo

La arquitectura bioclimática ha estado históricamente integrada al proceso de diseño y construcción de viviendas. En la antigüedad, era conocida como vernácula, es decir, la arquitectura de nuestros antepasados. Esta nació en las primeras civilizaciones de cada región con el fin de que el ser humano pudiera adaptarse al hábitat en el que vivía para sentirse más confortable.

“Dependiendo de las temperaturas del espacio, se iba tratando de ver por prueba y error qué elementos podrían favorecer y mejorar las condiciones del espacio interno, la edificación o lo que se estuviera creando. Ahí aparecieron probablemente conceptos como la ventilación cruzada o

el uso de ciertos materiales más frescos como el adobe”, mencionó la profesora e investigadora del LAT, Emily Vargas Soto.

Más recientemente, explicó Vargas Soto, a raíz de las revoluciones industriales, se comienzan a estandarizar materiales en el proceso de construcción y es así como este fenómeno empieza a afectar a la arquitectura, al dejar lo vernáculo de lado y crear modelos que necesitan menos inversión económica, hechos en masa.

El término bioclimatismo ha resurgido en muchas partes del mundo a raíz de los efectos del cambio climático, los cuales han demandado que arquitectos y arquitectas vuelvan a los conceptos originales de adaptación a la variación de la temperatura presentes en la arquitectura vernácula.

Continúa en la página 6



La Dra. Emily Vargas Soto es profesora de la Escuela de Arquitectura desde el año 2007 y, actualmente, es una de las encargadas del LAT. Foto: Laura Rodríguez.

Proyectos bioclimáticos en el país

El LAT nació diez años atrás en manos de la profesora Eugenia Solís Umaña para apoyar, de forma paralela, al área de docencia que está encargada del tema ambiental en la EA. “Con el apoyo del profesor José Alí Porras Salazar, se empieza a comprar equipo y a hacer trabajos finales de graduación”, relató Vargas Soto.

“El laboratorio tiene tres vertientes: una investigativa, una de consultoría mucho más técnica y la docente, donde el interés es que el estudiante aprenda experimentando. Hay equipos que tienen unas condiciones técnicas específicas, pero no nos sirve de nada que un estudiante conozca cómo usar un equipo, porque puede que cuando sea profesional no tenga acceso a él, sino que sepa el concepto que hay detrás”, agregó la investigadora.

En el LAT se realizan ejercicios de diseño, valoración o comprobación de fenómenos que tienen que ver con la parte climática del espacio. Asimismo, este laboratorio está inscrito como un proyecto ante la Vicerrectoría de Acción Social (VAS), bajo el eje de extensión docente y consultorías externas.

De acuerdo con la arquitecta, el LAT ha trabajado recientemente con el Ministerio de Educación Pública (MEP) en evaluaciones higrotérmicas (ausencia de malestar térmico) de aulas escolares ubicadas en el sur del país. El objetivo es ayudarlos a entender el confort y otros aspectos relacionados con la acústica y la luz, tanto para evaluar la infraestructura como para analizar la afectación del usuario, que en este caso son niños y niñas.

El principal objetivo del LAT es que, en la actualidad, el estudiantado deje de ver los proyectos solamente como diseños y que le empiece a dar más importancia a las demás variables que influyen y que hacen que los proyectos arquitectónicos actuales se vean permeados por la influencia de distintas disciplinas. Por ejemplo, los aspectos socioculturales, económicos, geográficos y ambientales, entre otros.

“Algunos seminarios crearon material que se ha usado como guía docente. Tal es el caso de uno que elaboró unas guías sobre estrategias bioclimáticas de acuerdo con cada zona de vida del país. Esto ha funcionado como una herramienta didáctica que los profesores y estudiantes han empleado para diseñar en un clima. Así, los proyectos comienzan a tener un

impacto social real y a devolverle algo a la sociedad”, añadió.

La arquitectura se abre a la termodinámica

Inspirada en el comportamiento de los materiales y en cómo los conceptos termodinámicos influyen en el diseño de la ventilación natural, Vargas Soto ideó un proyecto llamado CR-VENT, el cual se desarrolla en el LAT en asociación con el profesor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Sergio Ferreto Brenes, y con el apoyo de varios estudiantes de la EA.

“Primero, el estudiante gesta la idea; después, piensa cómo afecta el material que utilice y cómo influye el clima. Esta herramienta permite que el alumno cree el elemento de diseño y pruebe la manera en que afectan diferentes elementos de ventilación, así como la termodinámica”, indicó.

La herramienta está asociada a un *software* que realiza la medición dinámica del ingreso del aire y la transferencia de calor, entendiéndolos como fenómenos matemáticos y estáticos. El objetivo es darle un uso didáctico dentro de la EA para

lograr una adecuada ventilación o cambio de calor en las estructuras diseñadas.

Este recurso se basa en un prototipo similar con el que Vargas trabajó en Inglaterra, durante su doctorado en “Hábitat sustentable y eficiencia energética”. El prototipo hacía uso de la normativa europea y consistía en una tabla de cálculo donde los estudiantes insertaban las medidas de las ventanas que iban a analizarse y, de acuerdo con su volumen, la herramienta analizaba si el proyecto funcionaría o no.

“A partir de esto pueden salir pautas de diseño sobre el uso de la ventilación natural o de materiales en diferentes climas de Costa Rica, así como principios y guías, al aplicar la prueba y error mediante el uso de esta herramienta. Todo esto está basado en una norma que es usada por el Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales en el país, para el cálculo de estos procesos termodinámicos”, concluyó la investigadora y profesora del LAT. ■



Se proyecta que para el 2050 habrá una reducción en el número y la abundancia de especies marinas en las zonas tropicales, lo cual repercutirá en la producción de comida. Foto: Laura Rodríguez.

La pesca disminuirá más en los trópicos por el calentamiento global



Patricia Blanco Picado
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 43.5 millones de personas trabajan directamente en el sector pesquero y la gran mayoría vive en países en desarrollo.

El cambio climático repercutirá en los ecosistemas marinos, las sociedades y la economía mundial. Además, aumentará la presión sobre el suministro de alimentos que provienen de la pesca.

William Cheung, investigador de la Universidad de Columbia Británica, en Canadá, es uno de los expertos mundiales sobre cambio climático y fue invitado por el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (Cimar), de la Universidad de Costa Rica (UCR), para dar a conocer en el país las experiencias internacionales y conversar sobre tópicos de mutuo interés entre ambas universidades. El objetivo es efectuar proyectos conjuntos de investigación.

Cheung nos ofreció la siguiente entrevista, en la cual tuvimos la colaboración de Tayler Clarke, estudiante de doctorado en dicha universidad y exalumna de la UCR.

-¿Qué posibilidades de colaboración bilateral ve entre Costa Rica y Canadá, sobre cambio climático y su impacto en los ecosistemas marinos y en las pesquerías?

-Veo muchos espacios de colaboración. Canadá y Costa Rica comparten los dos océanos. Entonces muchos de los impactos que se van a sentir van a ser los mismos. También, comparten especies, como el atún. Igualmente, me interesa investigar y comparar cómo las actividades humanas interactúan con el cambio climático en el trópico y comparar esas interacciones con las zonas templadas.

En la Universidad de Columbia Británica, donde hago investigación, nos enfocamos mucho en estudios globales. Una de las cosas que estamos viendo es que todos los océanos están interconectados, entonces queremos estudiar más acerca de la interconexión entre diferentes ecosistemas a nivel mundial.

Asimismo, existe la posibilidad de que los datos que se hayan generado del Pacífico Norte (donde se ha analizado mucho el cambio climático) sirvan para orientar las investigaciones, aquí en Costa Rica, sobre el conocimiento biológico y la manera en que nos estamos adaptando. Tal información se puede compartir entre Canadá y Costa Rica, y podría servir para el aprendizaje de ambos países.

-¿El cambio climático es una realidad o es un invento de algunos científicos?

-El cambio climático está ocurriendo, estamos viendo sus impactos en este momento sobre los ecosistemas marinos. Sabemos que es un fenómeno que está

siendo causado por los humanos. Las emisiones de gases de efecto invernadero están provocando estas alteraciones en el ambiente físico de los océanos, los cuales a su vez causan modificaciones ecológicas dentro del mar. Tenemos muchas evidencias científicas sobre esto.

El reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) dice que más del 99 % de los científicos reconoce y sabe que el cambio climático es real, está ocurriendo y es causado por los seres humanos.

-¿Cómo se manifiesta el cambio climático en los ecosistemas marinos?

-Uno de los indicadores principales es el aumento de la temperatura del océano. Este se está calentando y se está volviendo más ácido. El calentamiento y la acidificación están afectando a todas las especies que viven en el mar, las cuales se están moviendo hacia los polos siguiendo la temperatura a la que están acostumbradas.

-¿Cómo está siendo afectado el recurso marino de las regiones tropicales y qué se proyecta para el futuro?

-Los trópicos ya de por sí son la franja más caliente del océano. Conforme estos se vayan calentando más, se espera una disminución de la abundancia de las especies que viven en ellos y un aumento de especies en las zonas subtropicales o templadas, que son mucho más frías y que

en el futuro van a tener hábitats mucho más parecidos a los que hay en los trópicos en este momento. No existen especies que se vayan a mover a los trópicos y que reemplacen a las que vamos a perder. Entonces, habrá una reducción del número y de la abundancia de estas. Por ejemplo, se verán afectados hábitats muy importantes como los corales y una gran diversidad de peces asociados a ellos.

-¿A qué plazo se proyectan estos datos?

Estas proyecciones son para el 2050, particularmente para las áreas tropicales, donde la temperatura será mayor.

-¿Cuáles serán los efectos del cambio climático en la producción pesquera y cuál ha sido la reducción de la captura de recursos marinos?

-A nivel global, en las últimas cinco décadas, el cambio climático ha causado una reducción del 5 % en las capturas pesqueras. En las próximas décadas hasta el 2050, estimamos que estas disminuirán un 10 %. En el trópico, vamos a ver bajas entre el 40 % y el 50 %, mientras que las zonas templadas van a tener un aumento en su productividad pesquera. Por eso, se da ese balance de un 10 % de aminoración en las capturas a escala mundial.

Continúa en la página 8



William Cheung es investigador en la Universidad de Columbia Británica, en Canadá, y es uno de los expertos mundiales sobre cambio climático y sus impactos en los océanos. Foto Laura Rodríguez.

-Entonces, ¿afectará el cambio climático a la producción de comida y a la seguridad alimentaria?

-Sí, el cambio climático reducirá las producciones de comida tanto en el mar como en la tierra, porque la abundancia de peces disminuirá y, entonces, habrá menos capturas para comer.

Cuando comparamos la actividad pesquera con la acuícola (pescado en tierra), vemos que hay una concordancia bastante fuerte entre la segunda y las zonas donde se proyecta la disminución de la productividad pesquera, o sea, los trópicos. Allí, se reducirán los peces disponibles para el consumo.

Las comunidades pesqueras y costeras dependen mucho más de los recursos del mar que el resto de la población, en términos nutricionales y culturales. En los trópicos, estas comunidades van a ser más vulnerables al cambio climático en relación con la seguridad alimentaria.

-¿Cuál es el impacto económico del cambio climático en el sector pesquero mundial?

-Según las proyecciones, a nivel global los pescadores van a ser los perdedores. La reducción en la abundancia de peces nos lleva a una baja en las capturas pesqueras, de manera que los ingresos de los pescadores también van a disminuir. Además, los precios aumentarán, porque hay menos pescado y esto afectará a toda la sociedad, ya que vamos a tener que pagar más por cada alimento.

-¿Cuáles serán los subsectores más afectados?, ¿qué ocurrirá con los pescadores artesanales?

-Esta es una de las áreas de estudio en la que debemos enfocarnos, porque no tenemos una respuesta clara a la pregunta de cuáles sectores son los que van a salir más afectados. La razón es que depende de la manera en que cada sector se pueda adaptar a los cambios y cuáles estrategias

implemente. También, depende de factores sociales y económicos que incidan en cómo se desarrolle la pesca artesanal y la industrial.

Imaginemos que sean los pescadores artesanales los más afectados, en el caso de que ellos estén acostumbrados a pescar en un área determinada. Si la abundancia de peces disminuye mucho en esa zona, tendrían problemas para explorar otros lugares o de cambiar sus artes de pesca para adaptarse a la redistribución de las especies.

La pesca industrial cuenta con botes más grandes y capital para invertir en tecnologías nuevas que le permitan llegar a los sitios de mayor abundancia de pescado.

Los pescadores artesanales podrían tener una ventaja, pues por lo general pescan una mayor diversidad de especies y dirigen su esfuerzo a las más abundantes.

El sector industrial, en cambio, tiende a concentrarse en dos o tres especies, por esto, le sería más difícil adaptarse. Además, para este grupo, el costo de pescar es más alto.

-¿Cuál debe ser el papel de los gobiernos, las empresas y la ciudadanía para impulsar medidas de mitigación y de adaptación frente al cambio climático?

-Para solucionar el problema del cambio climático, necesitamos que todos los sectores participen y actúen. La mayoría de nuestros esfuerzos deben centrarse en la mitigación para reducir los efectos del calentamiento en los océanos. El Gobierno debe dirigir políticas orientadas a alcanzar las metas de reducción de emisiones. Mientras, el sector privado debería jugar un rol muy importante para transformar la economía basada en energías renovables y no en combustibles fósiles. Por su parte, la ciudadanía debe seguir presionando para que el Gobierno impulse políticas de transformación de la sociedad y debe apoyar a las industrias responsables en cuanto a sus emisiones.

Adaptarse al cambio climático también va a ser muy importante porque, aun si dejamos de emitir cualquier gas de efecto invernadero, los impactos que vamos a sentir corresponden a las emisiones que hicimos hace décadas. Deberíamos estar esperando impactos y cambios en los ecosistemas marinos debido a la acumulación de emisiones que ya se han hecho; además, necesitamos adaptarnos a esas variaciones.

Aquí es donde el Gobierno puede actuar para generar datos acerca de cuáles van a ser estas modificaciones, así como apoyar la investigación y el monitoreo para informar al público y al sector privado qué ocurrirá en el futuro, cuáles serán esas alteraciones y a qué es lo que necesitamos adaptarnos.

Por otro lado, las empresas pueden mejorar las formas en que operan y formular estrategias para adaptarse a los cambios que vienen.

-¿Cuáles son los retos en la investigación sobre el cambio climático que requieren mayor atención en este momento?

-Le voy a dar tres ejemplos. El primero es que la investigación está desarrollada en ciertas partes del mundo, como Europa y Norteamérica. Pero sabemos que la mayoría de los impactos del cambio climático se van a sentir en los trópicos y es sobre ellos donde tenemos más vacíos informativos. Una de las prioridades es llenar esos vacíos y enfocarse en entender cómo el cambio climático va a transformar los ecosistemas marinos en los trópicos y cómo las sociedades en las zonas tropicales se pueden adaptar a esas modificaciones.

El segundo es que el cambio climático es solo uno de los efectos causados por la forma en que los seres humanos están perjudicando a los ecosistemas marinos. Tenemos que entender cómo es que muchos impactos interactúan entre sí y están afectando al mar, para poder

manejarlos. Sabemos que la sobrepesca amplifica las consecuencias del cambio climático, también la contaminación y las alteraciones de los hábitats pueden interactuar entre sí y hacer que los impactos sobre los ecosistemas marinos sean mucho peores que si solo se tratara de un solo factor.

El tercero es investigar el rol que podrían desempeñar los océanos en la mitigación y adaptación al cambio climático, ya que pueden ayudar a aplacarlo con las reservas de carbono que existen en las zonas costeras (carbono azul). El océano es enorme y aporta una gran cantidad de beneficios a la humanidad, podemos manejarlo de manera sostenible para obtener esos servicios y así nos ayude frente al cambio climático. Los océanos pueden ser impactados y también podrían formar parte de la solución.-¿Cómo interactúan con el cambio climático los plásticos y los microplásticos en los océanos?

-¿Cómo interactúan con el cambio climático los plásticos y los microplásticos en los océanos?

-Esa es una nueva área de la investigación que aún requiere mucho trabajo. En este momento, estamos viendo cuáles son los efectos del plástico y el microplástico sobre los ecosistemas marinos. Por ejemplo, la UCR por medio del Cimar está desarrollando un proyecto para ver cuál es la magnitud y la extensión geográfica de tales impactos. Todavía no sabemos muy bien cuáles son las interacciones entre los microplásticos y el cambio climático y la sobrepesca, pero se tienen algunas ideas de cómo podría estar afectando. Por ejemplo, los plásticos podrían funcionar como objetos a los que se agregan otros contaminantes y, luego, ingresan al mar.■