

ENTOMOLOGÍA, AGUA, SOCIEDAD, ECONOMÍA... O CÓMO TIENE QUE VER CON TODO¹

Palabras clave: Ephemeroptera, taxonomía, ecología, biogeografía, bioindicación, limnología.

Key words: Ephemeroptera, taxonomy, ecology, biogeography, bioindication, limnology.

A partir de su interés (nada efímero) por las efímeras, el autor incursionó en diversos aspectos de la biología de este insecto, en temas de ecología acuática y el impacto de la contaminación de aguas superficiales.

■ Eduardo Domínguez

Profesor Titular, Biología Animal, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán
Investigador Principal (contratado), Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN), U.N.T. – CONICET, CCT NOASUR

eduardodominguez@csnat.unt.edu.ar

¹ Editor asignado: **Edgardo Cutín**

“Siempre construimos nuestros hogares,
siempre hacemos nuestros nidos,
siempre los hermanos dividen su herencia,
siempre surgen disputas en la tierra.”
“Siempre el río ha crecido y nos ha traído la inundación,
la **efímera flotando en el agua**.
En el rostro del sol su semblante contempla,
¡y de repente no hay nada!”

Traducida del inglés de: *The Babylonian epic of Gilgamesh* (~ 2000 AC), Tablet X. A.R. George, 2003.

Cuando iba al secundario, un día leí en el diario que había caído un avión en la selva peruana en el que viajaban una ecóloga alemana y su hija. El artículo relataba las peripecias que había tenido que pasar la hija para llegar de vuelta a la civilización, dado que su madre había fallecido en el accidente. La descripción era muy vívida, así que me impactó y fui a buscar en el diccionario que

era ser “ecólogo”, ya que no era una palabra común en ese momento. Me pareció fascinante, porque encantaba perfectamente con lo que yo pensaba que quería hacer, y por fin pude ponerle nombre. Siempre les cuento a mis alumnos esta anécdota de ver por primera vez esta palabra en el diario, que no era común para nada, cuando hoy en día se pueden encontrar decenas de referencias a

la ecología en cualquier diario, debido a la relevancia que tiene con los problemas ambientales actuales.

■ ENTORNO FAMILIAR Y LOCAL

Nací en 1958 en una casa donde había muchos libros y donde por mucho tiempo no hubo televisión. A una ya muy variada biblioteca, mi abuelo -que había establecido la

primera imprenta de Tucumán- agregaba un ejemplar de cada libro que imprimía. Como era muy curioso y "activo", apenas aprendí a leer me "enviaron" a que buscara las respuestas a mis constantes preguntas al "Libro de los porqués", en *El tesoro de la Juventud*: una excelente enciclopedia que teníamos, pero que para muchas cosas ya estaba obsoleta. Esto en realidad estimuló más mi curiosidad, ya que comencé a notar "en vivo" cómo iba cambiando la sociedad y la tecnología con el paso del tiempo. Al final, terminé leyendo casi todos los libros que estaban a mi alcance. Por otro lado, las anécdotas de mi padre en el monte santiagueño, donde creció con su madre que era maestra rural, me hacían transportar a una especie de África argentina, primitiva y aventurera que seguramente tuvieron incidencia para que finalmente me dedicara a la biología de campo. A causa de esa influencia paterna fue que toda mi educación se desarrolló en el sistema público, y para mí fue una experiencia muy reveladora compartir largas horas en las aulas con compañeros y amigos que proveníamos de niveles económicos y culturales muy distintos y vivíamos realidades muy diferentes. En mi casa, a pesar que mi madre no fue a la universidad y mi padre no terminó su carrera de farmacia, no había ninguna opción para sus hijos más que seguir estudiando (mi hermano mayor se recibió de contador y mi hermana de bioquímica). En el año 1976 entré a la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), justo después del golpe de Estado. Había un clima tenso, tanto dentro como fuera de la universidad, pero al que ya de alguna manera estábamos acostumbrados, porque la represión había comenzado hacía tiempo. Por ejemplo, un compañero de promoción que había ganado las elecciones para dirigir el club colegial del Colegio Nacional de Tucumán fue

asesinado por los militares durante las vacaciones, antes que pudiera hacerse cargo, al comenzar 5to año. La dictadura impactó por supuesto en muchas actividades, y una de ellas fueron las salidas de campaña, que a mí me encantaban. Para hacerlas teníamos que conseguir permiso del decano, avalado luego por el ejército, documento que a su vez teníamos que entregar en las comisarías locales. Aun así, casi todos mis compañeros fueron detenidos en alguna salida de campaña. Siempre estábamos atentos y algo preocupados porque estas situaciones eran bastante aleatorias y desagradables (incluso a veces se podían tornar peligrosas por la impunidad de la policía, fuerzas armadas y otros). Cuento esto porque, para los que no vivieron estas situaciones, el poder moverse libremente es algo natural, que no se discute. La naturalización de la represión que se está haciendo común en la actualidad y su justificación, me hacen recordar algunas situaciones de mi juventud.

■ EN LA UNT, GRADO Y POSGRADO

Como es evidente hasta aquí, la universidad pública cambió radicalmente mi vida. Siempre sentí mis estudios universitarios más como una aventura personal, que una carrera estructurada. Para aprender eso que llaman "investigación" y que me sonaba como algo distante, a partir de segundo año comencé a tratar de insertarme dentro de ese sistema todavía desconocido para mí. Para ello, empecé a trabajar con el Dr. Abraham Willink, profesor de entomología, para aprender cómo se hacía investigación, ya que yo tenía muchos intereses, leía mucho, hacía observaciones, pero no sabía cómo ni dónde canalizar eso. Esto también me sirvió para conocer investigadores jóvenes, como Patricio Fidalgo, con quién también apren-

dí muchas cosas y realicé viajes de campaña por todo el país. Además, realicé viajes a la alta montaña con varios compañeros, entre los que quiero mencionar a mis amigos, Alicia Marcus, con quién hicimos gran parte de la carrera juntos, y al botánico Juan Antonio González¹ con quién discutimos sobre muchísimos temas en esas largas jornadas. Me fascinaron los ambientes y la biología de los insectos que allí vivían. Por ejemplo, encontramos dos arroyos separados por menos de cien metros, y que aparentaban ser exactamente iguales (por lo menos en el aspecto general, y en temperatura y pH, que era lo que podía medir en ese entonces), pero uno estaba lleno de insectos y el otro prácticamente vacío. Cuando traté de comenzar a estudiarlos, me di cuenta que la mayoría de las especies que se encontraban allí eran prácticamente desconocidas. Por ello, me aconsejaron entonces dedicarme a un grupo en particular y, recién cuando conociera las especies, comenzar a trabajar en su biología. Y de esa manera comencé a trabajar con las efímeras (Orden *Ephemeroptera*), uno de los grupos de insectos que viven a mayor altura y que, por otra parte, tienen varias características particulares que estudiaría a lo largo de mi carrera: es uno de los insectos que ha conservado una serie de características ancestrales (no pliegan las alas sobre el cuerpo, como la mayoría de los insectos alados), son los únicos insectos alados que mudan una vez más luego de tener alas, y sus adultos son extremadamente especializados para la reproducción, teniendo atrofiado su tubo digestivo (Figs 1 a-c). En algunas especies, cuyos estadios inmaduros pueden extenderse hasta dos años, sus adultos viven no más de unas pocas horas, e incluso pierden las patas al emerger, así que solo vivirán mientras les dure la energía almacenada durante sus estadios inmaduros para volar.



Figura 1. *Chiloporter eatoni*. a, ninfa, b, subimago, c, imago. No en escala.

En algunos casos realizan gigantescos vuelos nupciales, compuestos por cientos de miles de ejemplares. A pesar de no ser importantes económica ni medicinalmente, han sido conocidos desde la antigüedad, ya siendo mencionados en unos versos del *Poema épico* de Gilgamesh (hace más de 4000 años), como una metáfora de lo fugaz de la vida individual. Por otro lado, sus inmaduros, todos acuáticos, son un componente muy importante de las comunidades de organismos dulceacuícolas y muy sensibles a la contaminación. Entonces, estudiarlos me servía también como una excusa para poder trabajar en esos lugares fascinantes. Como decía en esa época, era como trabajar en los lugares a los que me iría de vacaciones si pudiera. Así comenzó mi “aventura” de iniciarme en un grupo de insectos en el que no había especialistas, no solo en “el

Lillo”, como se conoce a esa mezcla compleja (en varios sentidos) entre la Universidad Nacional de Tucumán, el CONICET y la Fundación Miguel Lillo (FML), sino en toda América del Sur. Cuando era todavía estudiante, me llamaron porque había llegado una carta de un pescador de Mendoza que estaba escribiendo a todas las instituciones y preguntando si había alguien que estaba trabajando con efímeras. Esto me llamó mucho la atención porque prácticamente nadie fuera del ambiente zoológico las conocía. Resulta que los señuelos basados en las efímeras son una de las “moscas” más apreciadas (en inglés “fly” se le aplica a casi todo insecto que vuela), por lo que estos pescadores le prestan mucha atención a su aspecto y comportamiento. Y así conocí a Benito Pérez, un escribano mendocino interesado en la entomología aplicada a la pes-

ca con mosca. Con él, que publicó varios libros sobre el tema y es ahora reconocido como uno de los “maestros” de la pesca con mosca en Argentina, compartimos años de amistad y aprendizaje mutuo en esta interfase entre la ciencia y el deporte que es este tipo de pesca.

Voy a contar brevemente los inicios de mi carrera, porque para los que ya vivieron en la era de las computadoras e Internet, les parecerá surrealista. Lo primero que tuve que hacer fue conseguir la “bibliografía sobre el grupo”. Por suerte, Willink tenía algunas publicaciones, porque en los años 60 había pasado por Tucumán el Dr. W. L. Peters (Bill), una de las autoridades mundiales en Ephemeroptera, a quién le había ayudado con las colectas y por esa relación le enviaba periódicamente algunas publicaciones. A partir de

la bibliografía de esas pocas “separatas”, como se les llamaba a las copias de la publicación que enviaban los autores, comencé a juntar otros artículos de las revistas que se recibían en la biblioteca de la FML. Y con cada artículo que encontraba revisaba la bibliografía y encontraba citas de otros que aún no tenía. A todos ellos tenía que fotocopiarlos para poder tenerlos juntos y a disposición cuando los necesitara. Recuerdo que, al principio el bibliotecario estaba muy contento de mis continuas visitas a la biblioteca (generalmente no había nadie), en las cuales le pedía entre cinco y diez revistas (dependiendo del peso, para poder acarrearlas a la fotocopidora) y las devolvía un par de días después, con una nueva lista de pedidos. Hasta que un día me pregun-

tó, bastante molesto, para qué pedía prestadas tantas revistas si no las iba a leer, ya que no podía leer tanto en un par de días. Yo muy ingenuamente le conté que no necesariamente las leía a todas, sino que las fotocopiaba porque tenía que tener a mano toda esa información cuando trabajaba en el laboratorio. ¡Peor! Se escandalizó porque “sacaba las revistas fuera de la institución y eso no estaba permitido”. Finalmente llegamos al acuerdo que me iba a prestar menos, así no “arriesgaba” tantas revistas en el trayecto a la fotocopidora. La otra opción para conseguir la bibliografía era buscar en el *Zoological Record* o en el *Current Contents*, unas colecciones de libros donde se publicaban cada año las listas de todas las especies nuevas que habían sido descritas. Y de allí,

vuelta a comenzar con la búsqueda bibliográfica. El problema era que, en general, solo había un pequeño porcentaje de esa bibliografía en el Lillo. Entonces, había que acudir al Catálogo colectivo de Publicaciones Periódicas del CONICET, donde aparecían todas las publicaciones que se encontraban en las diferentes bibliotecas públicas argentinas y, con eso, ya se podía conseguir algunas más. De todas maneras, siempre existía la posibilidad de que uno se perdiera alguna publicación sobre especies locales, porque en esa época el material de Argentina (como de todos los países no centrales) había sido estudiado por especialistas europeos o norteamericanos, y se encontraba depositado en colecciones en el exterior. En ese momento, las claves dicotómicas disponibles para



Figura 2. Viaje Patagonia 1980. De derecha a izquierda a, A. Willink, b, P. Fidalgo, c, E. Domínguez, d, G. Claps.

determinar los taxones superiores (Familias y Géneros) eran ¡una de Estados Unidos, una de China y otra de las Islas del Sonda (Borneo, Java, Sulawesi y Sumatra)! Para facilitarme el trabajo, Willink le escribió a Peters para pedirle ayuda. ¡Cual sería mi sorpresa cuando al poco tiempo recibí una colección con ejemplares de muchas familias para referencia, y una clave para los grupos sudamericanos, hecha para mí especialmente! Ese fue uno de los grandes hitos que me impulsaron a seguir estudiando este grupo. Cuando estaba terminando mi carrera en 1980, tuve una oportunidad única de realizar un viaje de campaña de dos meses a Patagonia, con un subsidio de la *National Geographic Society* que había obtenido Willink, y con el cual recorrimos más de seis mil kilómetros de ripio por toda Patagonia en un memorable camión laboratorio (Fig. 2), y que nos permitía acampar a la noche en cualquier lugar y clima, mientras separábamos y acondicionábamos cómodamente los insectos colectados durante el día, tarea imprescindible para que no se deterioraran. En ese viaje recolecté el material de efímeras con el que haría mi tesina de grado.

Durante mi licenciatura, también me interesó la docencia, habiendo sido ayudante (*ad-honorem* y rentado) en cuatro materias diferentes. Desde temprano me pareció que la docencia, especialmente en carreras de orientación científica, debía estar acompañada por la investigación, que desde la propia vivencia siempre da una perspectiva diferente de la ciencia.

Por otro lado, aún como estudiante, consideré que era imprescindible ampliar las experiencias, conocer diferentes ámbitos académicos y buscar perfeccionarme en otros lugares. Apenas me recibí y con los primeros sueldos de mi beca de Iniciación de CONICET, realicé

una visita de 3 meses al laboratorio que tenía Bill Peters en la *Florida A & M University*, en Tallahassee, Florida, Estados Unidos. Allí conocí a Janice, su esposa, y a su numeroso grupo de estudiantes, todos ellos trabajando con Ephemeroptera de distintos lugares del mundo. Esa experiencia marcó mi carrera, tanto por las interacciones con todos los miembros del laboratorio, como por la generosidad de Bill y Janice, que me recibieron en su casa y me brindaron un apoyo enorme para poder seguir trabajando a mi regreso a Argentina. Yo quería hacer mi doctorado allá, pero desafortunadamente se le había acabado la financiación a Bill y ya no podía recibir nuevos estudiantes. Recuerdo que me dijo que copie toda (¡TODA!) la bibliografía pertinente en la fotocopidora de la universidad, y que después de doctorarme en Argentina volviera a hacer un postdoctorado allá. Siempre sentí que recibí un trato especial de parte de Bill y Janice, y tiempo después me enteré que habían hecho por mí cosas que no hicieron ni con sus propios estudiantes, desde sentarse conmigo a enseñarme a hacer disecciones, preparados e ilustraciones, a tener largas charlas sobre sistemática y biología. Janice, a pesar de no tener un título formal, cosa que Bill siempre repetía, era el alma del laboratorio, una excelente ilustradora y dueña de una memoria fotográfica para caracteres y especies que alguna vez había visto, además de haber publicado numerosos trabajos. Uno de los grandes placeres que tuve en mi carrera fue cuando el Comité Permanente de Congresos en Ephemeroptera me pidió que yo le hiciera entrega a Janice Peters del primer y muy merecido "*Lifetime Achievement Award*" que se otorgaba, en el congreso realizado en Stuttgart, en 2008.

Y así fue que, dirigido por A. Willink, hice mi tesis doctoral en la UNT, gracias a becas de Iniciación

y Perfeccionamiento de CONICET. En este periodo, alrededor de 1982, invitaron a Bill Peters a redactar el capítulo "Ephemeroptera", del libro "Ecosistemas de aguas continentales" de Lopretto y Tell, que se publicaría recién en 1995, y se transformaría en una referencia para los limnólogos que necesitaban identificar los ejemplares colectados para trabajos ecológicos. Peters me invitó a participar en ese capítulo, lo que acepté inmediatamente. Ellos aportaron el catálogo de especies, y yo me encargué de realizar la primera clave completa de América del Sur para familias y géneros. Esto me permitió, por primera vez, participar en un equipo internacional, y con su apoyo bibliográfico y experiencia pudimos terminar esta tarea que me requirió estudiar toda la bibliografía y el material biológico disponible de toda la región. Esto me sirvió de base para publicar una serie de artículos y libros, no sólo con Ephemeroptera en particular, sino también con macroinvertebrados en general. Durante este periodo me marcó fuertemente un curso que realicé, dictado por el Dr. Nelson Papavero de Brasil, sobre principios y métodos de Sistemática y Biogeografía, por lo que decidí profundizar en ese tema, lo que hice en mi posterior estadía en Estados Unidos.

A partir de aquí, ya no seguiré cronológicamente, sino por lo que serían las diferentes actividades que fui desarrollando en mi vida profesional (que, por supuesto están entrelazadas entre sí, así como también lo están con mi vida personal).

■ FORMACIÓN EN EL EXTERIOR

Al terminar el doctorado en la UNT, seguía con la idea de hacer un postdoctorado en Estados Unidos. Después de aplicar a varias opciones, obtuve una beca de la OEA, para trabajar en el laboratorio de Bill Peters. Aunque el monto era bas-

tante bajo (según Bill, no me iba a alcanzar), me fui en 1987 con mi esposa, Gabriela Cuezco, recién recibida de bióloga y mi hijo de 3 años. Ese periodo, a pesar de lo ajustado económicamente (algo que seguramente les sonará familiar a muchos de mis colegas que hicieron sus experiencias en el exterior), fue muy provechoso no sólo para mí, sino también para Gabriela, que había comenzado a estudiar moluscos, y que hizo su primera especialización en gametogénesis en el laboratorio del Dr. William Heard, un destacado malacólogo de la *Florida State University* (también en Tallahassee). Durante esta beca realicé el primer trabajo sobre filogenia de efímeras, utilizando métodos computacionales de cladística, algo no muy extendido en ese momento. Inicié asimismo un proyecto que fui desarrollando durante casi todo el resto de mi carrera y que comenzó como una ampliación de la clave que habíamos realizado para el "Lopretto y Tell", pero que esta vez incluía todas las especies conocidas para la región Neotropical, y que terminó en varios capítulos de libros y libros, a los que me referiré luego. Además, tuve la oportunidad de tener la primera de varias becas en el Museo Nacional de Historia Natural (*NMNH, Smithsonian Institution*) de Washington D.C., bajo la dirección del Dr. Oliver Flint, un destacado especialista mundial en frigáneas (o cadis o tricós, como les dicen los pescadores) (orden Trichoptera).² A mi regreso, además de trabajar en taxonomía de efímeras, comencé a estudiar aspectos de su biología y ecología.

Luego de esta experiencia, seguí viajando al *Smithsonian*, donde eventualmente fui nombrado Investigador Asociado al Departamento de Entomología durante el periodo que iba relativamente seguido. Debido a lo provechoso que nos había resultado nuestra experiencia en Florida, y ya como investigador asistente de

CONICET, decidimos con Gabriela encarar una nueva experiencia en el exterior, pero en un ambiente diferente (en el sentido biológico y académico de la palabra) y en el año 1994, con una beca externa de CONICET, partimos con nuestros tres hijos (de 9, casi 3 y 1 año) al departamento de Entomología de la Universidad de Cornell, en Ithaca, Nueva York, con el Dr. Quentin Wheeler, con quien compartíamos el interés en la taxonomía teórica. Las diferencias de ambiente fueron totales, tanto climática (del calor al frío extremo) como académica, en lo que percibíamos como una ebullición intelectual, con una disponibilidad de más grupos de discusión, conferencias y visitas de eminentes científicos de todo el planeta, que los que podíamos aprovechar. Fueron dos años muy estimulantes y provechosos en los que sentimos que los límites para nuestro trabajo y desarrollo ya no nos eran impuestos por obstáculos y limitaciones locales y económicas, sino por nuestra propia capacidad de aprovechar todo lo que estaba a disposición. Cualquier tema que quisiéramos discutir, seguramente tenía un interlocutor dispuesto y capacitado. Además de esto, casi todos los días teníamos discusiones a la hora del café con Quentin y sus estudiantes (todos ellos ahora profesores de universidades de Estados Unidos y Alemania) sobre diferentes temas de biología y políticas científicas y no tan científicas. Quentin siempre me decía que de esas charlas salían las mejores ideas para publicaciones. Después de estas becas viajé a menudo por Sudamérica dando cursos a los que me referiré luego, pero creo que estos viajes -aún ahora que ya estoy jubilado de CONICET- son parte de mi formación por la experiencia enriquecedora que significa interactuar con colegas y estudiantes de otros lados. Creo que de estas posibilidades de trabajar y conocer colegas de universidades y museos

del exterior, lo que me pareció más importante es la perspectiva que me dio sobre el "provincialismo", o la visión local de excelencia. Creo que mirar afuera de nuestro ambiente local, ver otros estilos, exigencias, parámetros y capacidades, me hizo más humilde en cuanto a capacidades y logros, además de inspirarme para nuevos desafíos.

Aquí cambiaré un poco el estilo del relato, ya que necesito compartir las diferentes actividades.

■ CARRERA DEL INVESTIGADOR

Luego de mis becas doctorales, ingresé en el año 1988 a la CIC de CONICET como Investigador Asistente y me jubilé a fines del 2023 como Investigador Principal. Esto, junto con mi carrera docente, me permitió dedicarme completamente a la investigación (de la que considero que la docencia forma parte). Sufrimos altibajos tanto en sueldos, como en subsidios como en políticas científicas, pero es innegable que el CONICET es el mejor lugar para hacer ciencia en la Argentina. La interacción con los pares, la evaluación permanente, los parámetros de excelencia son muy fuertes y desafiantes. Para mí fue (todavía es) un orgullo pertenecer a esa institución.

■ DOCENCIA LOCAL E INTERNACIONAL

Al mismo tiempo que desarrollaba mi carrera científica, también me dediqué a la docencia en la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la UNT, tanto como auxiliar docente estudiantil, y luego graduado, hasta llegar a Profesor Titular en el año 2012, Categorizado I por la CONEAU en 2005. Fui auxiliar en las cátedras de Entomología, Invertebrados, Ecología, Biogeografía, y finalmente profesor en Introducción a la Zoología, luego Biología Animal desde 1992, pasan-

do desde Adjunto hasta Titular en la actualidad. Siempre traté de darle a la materia una visión integral de la Biología en general y la Zoología en particular, dentro de una sociedad cada vez más necesitada de reconectarse con la naturaleza. Como docente traté de formar conciencia de lo que la Biología podía aportar para mejorar la vida desde nuestras casas, a nuestras ciudades y el planeta en general, siendo seres vivos sujetos a las reglas de la biología. Esto también implica no descuidar la importancia del agua, el aire y los ambientes naturales para nuestras necesidades, materiales y espirituales, dentro del contexto de cambio climático que vivimos. En nuestra materia, siempre fueron importantes los viajes de campaña, en los que los estudiantes de primer año podían

experimentar actividades propias de nuestra profesión en ambientes naturales (Fig. 3). Por otro lado, también me dediqué a la docencia de cursos de posgrado sobre Ephemeroptera y macroinvertebrados bentónicos (animales de más de 5 mm que viven en el fondo de ríos y lagos). Estos cursos tuvieron mucha repercusión, porque terminé dando cursos sobre Ephemeroptera en casi todos los países sudamericanos y algunos centroamericanos, lo que me relacionó con investigadores de estos países, con los que terminamos desarrollando proyectos de investigación conjuntos o dirigiendo becarios y doctorandos. Vale mencionar uno de estos cursos, organizado en Cali (Colombia) en 1997, por mi colega y amiga la Dra. María del Carmen Zúñiga, que fue especialmente im-

portante, ya que participamos en un curso internacional de Ephemeroptera, con el Dr. Javier Alba Tercedor de Granada, España y el Dr. Manuel L. Pescador, de Florida, Estados Unidos y que fue luego complementado por un excelente curso sobre Biondicadores biológicos de contaminación acuática, del que participaron numerosos especialistas de América y Europa, entre ellos Gabriel Roldán de Colombia y Narcís Prat de Barcelona, España. Asimismo, coorganicé con el Dr. Hugo Fernández -con el que tuvimos proyectos conjuntos casi toda nuestra vida profesional- el primer curso sobre macroinvertebrados bentónicos sudamericanos en año 1999 (Fig. 4). Utilizando fondos de uno de los primeros proyectos otorgados por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica, invita-



Figura 3. Viaje Catedra Parque Nacional El Rey 1993.

mos a especialistas en los diferentes grupos taxonómicos dulceacuícolas más importantes, y repartimos los cupos entre estudiantes argentinos y sudamericanos, con la idea de iniciar una red de colaboración entre jóvenes especialistas. En esa oportunidad les pedimos a los docentes que elaboraran una clave para su grupo taxonómico, que sería utilizada y testeada durante el curso. Estas claves, más la información brindada en las clases por los especialistas sirvieron de base para dos libros (Fernández & Domínguez, 2001; Domínguez & Fernández, 2009), que se establecieron como referencia obligada y estimularon el trabajo con macroinvertebrados acuáticos en la región. Finalmente, se suce-

dieron varias ediciones de los cursos de macroinvertebrados, los últimos organizados por mis primeros estudiantes de doctorado, ya investigadores de CONICET.

Quizás la asistencia a ciertas reuniones científicas podría haber sido incluida dentro del ítem "Formación de Posgrado", por el impacto que tuvieron en mi formación. Uno de los consejos tempranos que me dio Bill Peters, fue de asistir a los congresos de Ephemeroptera, nominados *International Conferences on Ephemeroptera*. En la época del final de Alfonsín, con mi sueldo de becario CONICET (US\$ 200) era imposible pagar un pasaje, así que escribí a medio mundo contando lo

importante que sería para mi formación poder asistir al congreso que se realizaría en Granada, España, pidiendo apoyo para el pasaje. Entre los destinatarios estuvo el CSIC de España, que me contestó (algo impensable en la actualidad, que respondiera una carta informal como la mía), que me ofrecían un pasaje desde Quito a Madrid para asistir al congreso. ¡Quito! Yo ya había hecho el viaje de Tucumán a Quito en colectivo, ¡pero me había llevado cuatro días en ese entonces! Así que les contesté que sí, que aceptaba el pasaje (no se fueran a arrepentir), pero si no era posible que el vuelo partiera de algún lugar más cercano a Buenos Aires. Parece que había sido algún lapsus geográfico, porque me



Figura 4. Primer curso de Macroinvertebrados bentónicos sudamericano 1999.

contestaron que me daban el pasaje desde Buenos Aires. Aunque esto se solucionó, la situación se complicó nuevamente, porque la semana antes de mi partida estalló la hiperinflación y ¡mi sueldo cayó de 200

a 20 USD!, pero de todas maneras logré sobrevivir. Esos congresos, a los que siempre traté de asistir, me permitieron crear un vínculo personal con los colegas que trabajan en este grupo de insectos, y en el año

1998 tuve el gusto de organizar en conjunto en Taí del Valle, Tucumán, la *IX International Conference on Ephemeroptera* y *XIII International Symposium on Plecoptera*" (Figs. 5-6), otro orden de insectos que en



Figura 5. Congreso Ephemeroptera 1998.



Figura 6. Congreso Plecoptera 1998.

general se encuentran en los mismos hábitats, por lo que pueden ser estudiados en conjunto. En el año 2018, recibí en el congreso de Ephemeroptera, realizado en Aracruz, Brasil, el *Lifetime Achievement Award* (Fig. 7).

■ LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Sistemática y filogenia. Al principio de mi carrera decidí dedicarme a la taxonomía de Ephemeroptera, para poder saber con cuales especies estaba trabajando, pero luego me di cuenta de la importancia que tenía la taxonomía y las relaciones filogenéticas como marco conceptual para desarrollar investigaciones científicas, proponiendo hipótesis de relación entre los taxones estudiados. La Sistemática, a partir de la metodología cladística, se estableció firmemente como una ciencia predictiva, y no como muchas veces se sostenía que era una pseudociencia, o algo equivalente a coleccionar estampillas o contar pelos y escamas. Así que lo que comenzó como un medio se transformó muy rápido en un fin: establecer una base de conocimiento taxonómico de las especies sudamericanas de Ephemeroptera y sus relaciones filogenéticas. A partir de los avances en estos conocimientos, fueron surgiendo nuevas hipótesis, que debían ser analizadas con metodologías de otras ciencias, como la ecología, la biogeografía, etc. En esta línea se encuentra la mayoría de mis publicaciones, con análisis cladísticos (Flowers y Domínguez, 1991), filogenia y biogeografía (Domínguez, 1999) o taxonomía y claves y numerosos capítulos de libros, que se sintetizaron en dos libros, el último, Domínguez y col., (2006). Este trató las 470 especies que se conocían hasta ese momento en Sudamérica, con descripciones, ilustraciones de los caracteres informativos, claves de identificación taxonómica y datos biológicos de todas ellas. Este libro facilitó el tra-



Figura 7. *Lifetime Achievement award.* Con Janice G. Peters 2018.

bajo con la taxonomía de este orden de insectos, aumentando también la frecuencia de estudios ecológicos y biológicos en la región. En la actualidad, la interacción con colegas latinoamericanos como el Dr. Frederico Salles de Brasil ha crecido, resultando en publicaciones y direcciones de tesis conjuntas, con un fuerte incremento en el número de especies conocidas para la región.

Distribución y ecología. Se sabía que la fauna de efímeras de Sudamérica (como la de muchos otros grupos animales y vegetales) estaba constituida por elementos andino-patagónicos, con relaciones con las faunas de Sudáfrica, Australia y Nueva Zelandia y otra Neotropical,

de ambientes más cálidos y relacionados con el resto de Sudamérica. En Tucumán, estas faunas se encontraban en los mismos ríos, con distribuciones altitudinales diferentes pero superpuestas en parte. Cómo se reemplazaban y porqué, fue uno de los primeros estudios que realicé relacionados con ecología (Domínguez y Ballesteros Valdez, 1992), y que luego continuamos con algunos colegas, llegando a aplicar estos análisis a nivel continental, y con significancia para detectar impacto de cambio climático (Molineri y col., 2020). También comencé a estudiar desde los aspectos teóricos, pero también orientados a su aplicación en bioindicadores biológicos (que mencionaré en el siguiente

ítem), y el impacto del calentamiento global en las comunidades acuáticas. Para ello, iniciamos un proyecto de investigación con las Dras. Andrea Encalada y Blanca Rios-Touma de Ecuador, de estudios del efecto del incremento de temperaturas y nutrientes en macroinvertebrados en ríos artificiales controlados (Mesocosmos). Como parte de una tesis doctoral codirigida con Andrea, se realizaron experiencias comparativas en un mesocosmos en Ecuador y otro que construimos en el IBN en Tucumán (Fig. 8). Obtuvimos resultados interesantes referidos a la mortalidad, crecimiento y tasas de supervivencia, que son preocupantes para la dinámica de las comunidades acuáticas, con la perspectiva de aumento de temperatura (Gallegos y col. 2024).

Bioindicación. Tucumán fue la primera provincia argentina en industrializarse, debido al establecimiento de los ingenios azucareros a mediados del siglo XIX. Esto con-

dicionó no solo la estructura social y geopolítica de la provincia, sino también su historia ambiental. La contaminación, tanto de ríos como del aire, estuvo tan naturalizada que era considerada tan parte del paisaje, como los cambios de las estaciones a los que estaban ligados sus ciclos productivos. Sin embargo, debido al crecimiento poblacional y la explotación cada vez más extremas de los recursos, estos impactos fueron cada vez mayores, llegando a causar conflictos interprovinciales. Como parte de aplicación de los conocimientos de biología y ecología y dados estos problemas de contaminación históricas de ríos de Tucumán, comenzamos con Hugo Fernández a aplicar índices biológicos de calidad de agua. Esto nos permitió generar el primer mapa de calidad biológica de los ríos de Tucumán, que publicamos en 1998, uno de los primeros de Argentina. Esta metodología, además de ser muy eficiente, también es una herramienta muy potente para la comunicación con los diferentes

actores de la sociedad, y también para la divulgación en niños y jóvenes. Por ello, nos reunimos con colegas de diferentes partes del país a fin de compartir experiencias y organizamos en 2010 un curso de posgrado sobre Bioindicación y una reunión con los especialistas que estaban trabajando en el mismo tema (Fig. 9). Esta reunión fue muy provechosa, por lo que se sucedieron otras en diferentes provincias. En el año 2016 organizamos con Hugo y miembros del IBN el VII Congreso Argentino de Limnología en Tucumán, con la idea de “dejar de hablar entre nosotros”, para lo que invitamos a diferentes actores de la sociedad relacionados con el tema agua, desde organismos gubernamentales hasta gestores y administradores a participar en mesas panel. Allí se discutieron (con algunas rispideces lógicas) los temas de calidad, disponibilidad, uso y contaminación del agua, desde intereses que hasta podían ser contrapuestos. Al final, todos los participantes coincidieron



Figura 8. Mesocosmos IBN.

Taller de Postgrado
Bioindicación en Argentina: estado actual y perspectivas

Objetivos.
Dar a los alumnos un panorama actualizado de la bioindicación en Argentina en un enfoque regional. Evaluar sus problemas y analizar con los expositores las perspectivas.

Actividades.
Las actividades consistirán en dos módulos. El primer módulo, incluirá dos actividades complementarias, de aproximadamente 2 horas cada una:

- Mesa panel.**
Exposición de los panelistas, que presentará cada uno una sinopsis de cada región según el siguiente programa:

A) Metodologías y Objetivos
- Metodologías utilizadas. Ventajas y desventajas observadas.
- Antecedentes regionales, estado actual de los trabajos en realización y proyección al futuro inmediato.
- Problemas encontrados para aplicar bioindicación. Posibles soluciones.

A los asistentes al primer módulo, se les extenderá un certificado de asistencia por cuatro horas crédito. El segundo módulo consistirá de una actividad complementaria (monografía).

Disertantes:
Dr. Adonis Giorgi – CONICET – U. Nacional de Luján
Dra. Mercedes Marchese – CONICET – INALI – U. Nacional del Litoral
Dra. María Laura Miseneridino – CONICET – Lissa – U. Nacional de la Patagonia
Dr. Alberto Rodríguez Capítulo – CONICET – ILPLA – U. Nacional de la Plata
Dra. Susana Tripole – U. Nacional de San Luis
Dra. Ana Oberto – U. Nacional de Río Cuarto
Dr. Hugo R. Fernández – CONICET – U. Nacional de Tucumán

Coordinador: Dr. Eduardo Domínguez – CONICET – U. Nacional de Tucumán

Cupo: 25 personas
Costo 1er. Módulo: \$ 100
Costo 2 Módulos: \$ 250

Residencia Universitaria "Horco Molle" – 25 de Agosto 2010

Informes e inscripción: tallerbioindicacion@gmail.com








Figura 9. Primer curso y Reunion sobre Bioindicacion, 2010, Horco Molle, Tucumán.

que había sido una experiencia enriquecedora. Dado lo interesante de los resultados, decidimos encarar la realización de un libro que pusiera al alcance de toda la sociedad el estado del conocimiento, metodologías y aplicaciones de los diferentes bioindicadores de calidad de agua. Cuando comenzábamos con el Dr. Adonis Giorgi, de la Universidad Nacional de Luján la elaboración de este libro, el CONICET y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación crearon en 2018 la REM.AQUA (Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos), a las que nos incorporaron como coordinadores del grupo de trabajo "Biomonitores". Esto fue una gran coincidencia, que nos per-

mitió interactuar con especialistas y gestores de todo el país, y entender sus necesidades. Uno de los resultados del grupo Biomonitores, fue la realización de tres libros (uno impreso, y dos digitales), en el primero de los cuales (Domínguez y col. 2020) se presenta una puesta al día de todas las metodologías actuales de estudio, y capítulos con los antecedentes, resultados, estado actual y usos por región de Argentina. En los dos siguientes, uno dedicado a ríos y arroyos, y el otro a lagos y lagunas, se presentan las metodologías e interpretaciones de los resultados, explicadas de manera que las puede aplicar cualquier gestor sin una especialización profunda en el tema. Para dar una idea del apoyo que re-

cibieron estos libros, el primero tiene 41 autores de diferentes grupos de investigación de Argentina y 17 revisores de la Argentina y el exterior. Estos tres libros son de acceso público y gratuito y pueden ser descargados de la página de CONICET (<https://remaqua.conicet.gov.ar>). En abril de 2023 se hizo una reunión con presidencia de CONICET y autoridades del Ministerio para hacer un balance de los logros obtenidos y desafíos (Fig. 10). También, en una tesis doctoral que dirigí se exploraron aspectos sociales del agua: la percepción social de la contaminación como una manera de entender la valoración que hace la población de los ambientes acuáticos, y así poder comunicar mejor para lograr



Figura 10. Reunión miembros REMAQUA con presidenta CONICET para balance de la Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos. Abril 2023.

mejores resultados en la protección del bien agua (Alberti, et al. 2024).

Biomecánica. La característica única de las efímeras, entre los insectos, de mudar después de haber llegado al estadio adulto plantea una serie de desafíos biomecánicos. Por un lado, en la muda final desde el estadio alado preliminar (o subimago) al del adulto final (o imago) debe mudar un ala ya rígida y funcional por otra, a veces incluso en vuelo. Esta línea se originó debido a las inconsistencias de tipo de vuelo con las hipótesis corrientes de mecánica de las alas, que encontramos con la Dra. V. Abdala. Se propusieron hipótesis alternativas sobre la base de estudios con diferentes técnicas, como ser filmaciones de alta velocidad, MicroCTScan, histología, etc. (Domínguez y col., 2023). Actualmente, estamos colaborando con el Dr. A. Staniczek, de Stuttgart, Alemania, para estudiar otra característica única del subimago: la de poder volar inmediatamente después de emerger del inmaduro acuático para alejarse

del agua apenas despliegan sus alas. Normalmente los insectos hemimetábolos (o sea los que no presentan pupa) deben esperar un tiempo para volar luego de la esta muda, porque necesitan que sus alas se endurezcan. Hemos encontrado estructuras únicas en Ephemeroptera que dan una rigidez inicial a estas alas suficiente para volar inmediatamente después de la muda, en las que estamos trabajando actualmente para su publicación.

Varias de estas líneas fueron continuadas y profundizadas por colegas, a algunos de los cuales dirigí en sus tesis de grado o posgrado.

Este es un buen lugar para referirme a “mis” logros, como se sugiere en las instrucciones de esta serie. Creo que las cosas que hice no son mérito exclusivo mío. O se basaron en el esfuerzo y/o logros de muchos que me precedieron y otros que me acompañaron, y seguramente mejorarán lo que hice (hicimos). En ese sentido, haría más las palabras de

mi colega Jorge Genise cuando le entregaron este año el premio “Trajectory” de la Sociedad Entomológica Argentina, que dijo que el premio era colectivo, y él un emergente de un ecosistema en el que realizó su trabajo. Esta idea está mucho mejor desarrollada en el artículo de Emilio Tenti Fanfani³<https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2022/05/R-Tomo10-2.pdf> que encontré cuando estaba preparando esta reseña. Así que yo diría que en lo que tuve impacto fue en canalizar, con distintas personas y diferente protagonismo, el avance en las temáticas que menciono como líneas de investigación. Algunas de ellas han producido conocimientos de base como los trabajos de taxonomía y otras han desarrollado otros tipos de hipótesis como filogenias, análisis biogeográficos y/o reinterpretaciones como los temas de muda y vuelo en efímeras.

Como docente de primer año de la universidad, me parece importante destacar estas cuestiones sobre

protagonismos, para que, si algún joven que se está iniciando lee esta reseña, sepa que el mundo no se divide solo entre exitosos y “perdedores” (*losers*, como les gusta decir a los norteamericanos), sino que todo lo que se hace en ciencia es importante, aunque a veces no tenga tanto índice de impacto o carisma. Mal que le pese a los ignorantes que eventualmente llegan al poder político, y pueden destruir el trabajo de generaciones de un plumazo.

Formación de recursos humanos. Siempre pensé que la ciencia es una empresa social y compleja, por lo que es mejor encararla en equipo. Mi asociación con la UNT y el CONICET me brindó una situación ideal para combinar la docencia con la investigación. Desde que me incorporé como profesor, después de mi primera beca en el exterior, comencé a trabajar con alumnos de la facultad que estaban interesados en la entomología acuática, entre los

que mencionaré a Carlos Molineri, que fue el primer estudiante al que dirigí en su licenciatura y tesis doctoral, y es actualmente un destacado especialista en insectos acuáticos. Mis proyectos estuvieron desde muy temprano asociados con Hugo Fernández, ya que su formación de limnólogo se complementaba perfectamente con la mía de taxónomo. El CONICET y los subsidios de la Agencia nos brindaron la posibilidad de tener becarios doctorales, y también mi dictado de cursos de posgrado en el exterior atrajeron a algunos estudiantes extranjeros a hacer sus tesis en nuestros laboratorios. En total, en mi carrera dirigí o codirigí 14 tesis doctorales, incluyendo dos estudiantes de Bolivia, uno de Ecuador y uno de Brasil. Seis de ellos son investigadores de CONICET, y el resto también está trabajando en temas ligados a la biología. Todos ellos, así como los numerosos pasantes que recibí, fueron muy importantes para

mi vida académica, aprendiendo/enseñando/colaborando.

Gestión. Este punto, complementario con el anterior, se basó en mi interés en crear un ámbito de trabajo que permitiera interactuar a investigadores con intereses compartidos y también potenciar la interacción con la comunidad. Actué como vicedirector del Instituto Superior de Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales entre los años 1998 y 2007. En el año 2010 con Hugo Fernández, Gabriela Cuezco y Virginia Abdala, y un grupo de docentes-investigadores de la U.N.T. e investigadores de CONICET creamos el Instituto de Biodiversidad Neotropical, perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales de la UNT. Sobre esta base, y a nuestra propuesta, el CONICET creó el instituto homónimo, de doble dependencia CONICET-UNT en Horco Molle, Reserva de San Javier (Figs 11-14), y del cual fui director



Figura 11. Autoridades CONICET y UNT en la inauguración del edificio IBN.

desde su creación hasta febrero del corriente año, en el que me acogí a la jubilación, pero sigo contratado como investigador *ad-honorem* por CONICET. En el momento de jubilarme, el IBN contaba con 25 miembros entre investigadores, becarios, y CPAs (Fig. 15). Gracias al excelente grupo de investigadores que lo componen, se ha constituido como referente en el medio con respecto a las cuestiones de organismos acuáticos, limnología, calidad de agua, biomecánica y malacología en toda la región. También tiene una activa interacción con la comunidad, a través de convenios con organismos gubernamentales y no gubernamentales y se dictan talleres de formación para maestros en escuelas rurales sobre bioindicación.



Figura 12. Lugar cedido por la UNT para establecer el IBN.



Figura 13. Laboratorio de óptica.



Figura 14. Lugar de trabajo del IBN.



Figura 15. Miembros del IBN.

■ REFLEXIONES Y PERSPECTIVAS

Creo que por el periodo que me tocó vivir, la forma de búsqueda y procesamiento de la información su-

frío una de las transformaciones más grande de la historia, con la aparición de la computación e internet entre otras cosas. Lo que para mí generación significó años de esfuerzo

conseguir (bibliografía, catálogos, etc.), ahora ya no son un problema, y mucho se encuentra en internet en poco tiempo. O sea que el esfuerzo se puede concentrar en otros aspec-



Figura 16. Con mi familia.

tos más fructíferos. Por otro lado, la taxonomía tradicional, basada en datos morfológicos, a la cual dediqué parte de mis esfuerzos y que siempre sirvió de base para mis otros estudios, después de un periodo de florecimiento, está siendo desvalorizada nuevamente, a pesar de la crisis de biodiversidad actual, para cuyo estudio esta ciencia es imprescindible. En la actualidad, si estos trabajos no son acompañados por análisis moleculares, cladísticos o biogeográficos, lo que muchas veces no es posible, muy difícilmente sean publicados en revistas de primer nivel. Esto está llevando a considerar los estudios morfológicos y la descripción de nuevas especies como algo pasado de moda, y a lo cual casi ningún joven investigador considere dedicarse, a pesar que pueden proveer los datos de base para otro tipo de hipótesis. Junto a esto, la situación política actual, que prioriza lo “aplicable” inmediatamente sobre lo demás, torna el futu-

ro de esta ciencia bastante sombrío. Quizás aún más que el de la ciencia en general en Argentina.

Mis experiencias en el exterior, siempre con el apoyo de mi familia, dispuesta a desarraigarse para acompañarme, me dieron la oportunidad de ver cómo se trabaja y estudia en diferentes lugares. Algunos son excelentes y otros no tanto, o a veces el mismo lugar puede ser mejor o peor según el aspecto que se mire. Pero creo que es siempre bueno tener experiencias que nos amplíen nuestros horizontes, por lo que se lo recomiendo a los jóvenes que lean esta reseña.

Finalmente, deseo agradecer al Dr. Edgardo Cutín, por convencerme de escribir esta reseña, que me hizo bucear en la memoria y fotos olvidadas.

■ BIBLIOGRAFÍA

- Alberti P., González J., Domínguez E. Y Anderson C.B. (2024). Social perceptions regarding rivers associated with the sugar industry in Tucumán, Argentina. *Regional Environmental Change*, Springer Heidelberg **24**(3) ISSN 1436-3798.
- Domínguez E. (1999). Systematics, cladistics and biogeography of the American Genus *Farrododes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, Londres: Wiley Blackwell Pub. Inc. **126**, 155-189. ISSN 0024-4082.
- Domínguez E. y Ballesteros Valdez J. (1992). Altitudinal replacement of Ephemeroptera in a Subtropical River. *Hydrobiologia*: Kluwer Academic Publishers. **246**, 83-88. ISSN 0018-8158.

- Domínguez E. y Fernández HRL: (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y biología*. San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo. pag.656. ISBN 978-950-668-015-2.
- Domínguez E., Giorgi A. y Gómez N. (2020). *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los Sistemas Fluviales de Argentina. Bases para el análisis de la integridad ecológica*. Buenos Aires: Eudeba. pag.257. ISBN 978-950-23-3005-1.
- Domínguez E., Molineri C., Pescador M.L., Hubbard M.D. y Nieto, C. (2006). *Ephemeroptera of South America*. Sofia-Moscu: Pensoft. pag.646. ISBN 954-642-259-2.
- Domínguez E., Van der kamp, T., Mikó, L., Cuezzo, G. y Staniczek, A.H. (2023). The function of wing bullae in mayflies (Insecta: Ephemeroptera) reveals new insights into the early evolution of Pterygota. *BMC Biology Biomed. Central Ltd* **21**(1). ISSN 1741-7007.
- Fernández H.R. y Domínguez E. (2001). *Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. San Miguel de Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán. pag.282. ISBN 950-554-247-X.
- Flowers, R. y Domínguez E. (1991). Preliminary cladistics of the Hermanella Complex (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*. Gainesville: Sandhill Crane Press. p49 - 62. ISBN 1-877743-08-9
- Gallegos, S., Encalada, A., Ríos-Touma, B. y Domínguez (2024). An experimental approach to test the effect of temperature increase and nutrient enrichment on Andean aquatic insects. *Aquatic Sciences: Birkhauser Verlag AG* **86**(2),1-17. ISSN 1015-1621.
- Molineri, C., Nieto, C., Dos santos, D.A., Emmerich, D.L., Zúñiga, M.C., Fierro, P., Pessacq, P., Gómez, D., Márquez, J.A., Príncipe, R.E., Valdovinos Zarges y Domínguez E. . (2020). Do mayflies (Ephemeroptera) support a biogeographic transition zone in South America? *Journal of Biogeography Wiley Blackwell Pub. Inc.* **47**, 1980 1993. ISSN 0305-0270.

■ NOTAS

- 1 La Reseña de Juan González aparecerá en el primer número de 2025. [NdE]
- 2 Las frigáneas son insectos emparentados con las mariposas y las polillas. [NdE]
- 3 Reseña del Dr. Tenti Fanfani, ver <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-10-no-2-2022/>.