Carlos Morera Beita
Viviana Salgado Silva
Editores

La investigación en la UNA: 50 años aportando a la sociedad

TOMO VII
COLECCIÓN DE ORO

50 años UNA
Siempre necesaria

euna

Tomo VII

La investigación en la UNA: 50 años aportando a la sociedad

Carlos Morera Beita
Viviana Salgado Silva
(Editores)

La investigación en la UNA: 50 años aportando a la sociedad

50 años UNA
Siempre necesaria

euna

© EUNA Editorial Universidad Nacional

Heredia, Campus Omar Dengo, Costa Rica
Teléfono: +506 2562 6750
Correo electrónico: euna@una.cr
Apartado postal: 86-3000 (Heredia, Costa Rica)

La Editorial Universidad Nacional (EUNA) es miembro del
Sistema Editorial Universitario Centroamericano (SEDUCA)

Colección de Oro 50 Aniversario UNA

© La investigación en la UNA: 50 años aportando a la sociedad
© Carlos Morera Beita - Viviana Salgado Silva (Editores)

Primera edición: EUNA, 2023. Segunda edición: 2024

Producción editorial: Marianela Camacho Alfaro - marianela.camacho.alfaro@una.cr
/ Valeria Alfaro Vargas - valeria.alfaro.vargas@una.cr
Diseño de portada: Ester Molina Figuls

378.0072097286
I-62-i La investigación en la UNA : 50 años aportando a la sociedad / Carlos Morera Beita, Viviana Salgado Silva (Editores). -- Segunda edición. -- Heredia, Costa Rica : EUNA, 2024.
1 recurso en línea (480 páginas) : ilustraciones, fotografías en blanco y negro, archivo de texto, PDF, 1.5 MB . -- (Colección de Oro 50 aniversario de la Universidad Nacional ; 7)

ISBN 978-9977-65-866-7

1. UNIVERSIDAD NACIONAL (COSTA RICA) 2. COSTA RICA 3. INVESTIGACIÓN 4. ENFERMEDADES TROPICALES 5. OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA 6. POLÍMEROS 7. AGUA 8. OCEANOGRAFÍA 9. DEMOGRAFÍA 10. CENTRO DE INVESTIGACIONES APÍCOLAS TROPICALES I. Morera Beita, Carlos Manuel, 1966- II. Salgado Silva, Viviana III. Serie

De conformidad con el Artículo 16 de la Ley N.º 6683, Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, se prohíbe la reproducción parcial o total no autorizada de esta publicación por cualquier medio o procedimiento mecánico o electrónico, con excepción de lo estipulado en los artículos N.º 70 y N.º 73 de la misma ley, en los términos que estas normas y su reglamentación delimitan (Derecho de cita y Derecho de Reproducción con fines educativos).

Contenido

Presentacióna la colección..... 15

Presentación..... 17

I parte
Recorrido desde la gestión de investigación..... 19

El quehacer investigativo en la Universidad Nacional..... 21

Jorge Herrera Murillo
Ana Lorena Jiménez París
Carlos Alberto Montero Corrales
Andrea Mora Campos

Evolución de la investigación en la Universidad Nacional..... 24

Producción académica de la investigación..... 47

Bibliografía..... 57

II parte
El camino andado en investigación: algunos casos..... 61

El Programa de Investigación en Enfermedades Tropicales (PIET): una confederación de voluntades para generar ciencia en Costa Rica..... 63

Edgardo Moreno Robles

Los inicios del PIET: período 1986-1994..... 66

La consolidación del PIET: periodo 1995-2007..... 74

La prosperidad: periodo 2007-2020..... 83

Epílogo..... 88

Bibliografía..... 91

La ruta de investigación del Ovsicori-UNA..... 93

Marino Protti
Eduardo Malavassi

Evolución histórica institucionaldel Ovsicori-UNA..... 93

Cronología de los aportes del Ovsicori-UNA..... 101

Visión prospectiva del Ovsicori-UNA..... 111

Poliuna: una alternativa para el análisis, desarrollo e investigación de los polímeros naturales y sintéticos en la región centroamericana y del Caribe 117

Marlen Durán Chavarría
Manuel Moya Portuguez
María Sibaja Ballestero
Svetlana Nikolaeva
Rocío Pereira Esteban
Patricia Alvarado Aguilar
Guillermo Jiménez Villalta
Marianelly Esquivel Alfaro
Pilar Alfaro
Oscar Rojas Carrillo
Lisbeth Jiménez Carrillo
Karla Ramírez Amador
José Roberto Vega-Baudrit

Los inicios del Poliuna 119

La consolidación: equipose investigación 120

Participación estudiantil 125

Investigación avanzada y reconocimientos 126

Fondos de la Educación Estatal Superior, FIDA, FECTE..... 129

Capacitación y relaciones internacionales 130

Servicio a la industria 131

La docencia 132

La extensión y el Poliuna 134

Divulgación 135

Conclusiones 137

Bibliografía 138

La investigación sobre el agua en la Universidad Nacional..... 141

Andrea Suárez Serrano
Helga Madrigal Solís
Carolina Alfaro Chinchilla

La investigación en el tema hídrico en la UNA ha estado marcada por un fuerte trabajo con las comunidades 143

Ciclo hidrológico y funcionamiento de los acuíferos 153

Gestión participativa del agua 154

Abastecimiento de aguay saneamiento..... 156

Valoración económica del agua 158

Redes de trabajo dentrode la universidad en torno a la temática del agua 158

Lecciones aprendidas 160

Desafíos y perspectivas de investigación en la UNA: líneas de investigación emergentes 161

Bibliografía 165

Evolución de la investigación: acercándonos a una mirada histórica de los aportes del movimiento humano en la salud y calidad de vida en la sociedad..... 167

Braulio Sánchez-Ureña
Carlos Álvarez-Bogantes
María Antonieta Corrales-Araya
Emmanuel Herrera-González
Daniel Rojas-Valverde

Bibliografía 176

Oceanografía física en el Departamento de Física: el camino andado..... 179

José Mauro Vargas Hernández
Alejandro Gutiérrez Echeverría
Juan Pablo Salazar Ceciliano
Silvia Chacón Barrantes

Historia: nacimiento y consolidación 179

Aportes a la sociedad costarricense 182

Oceanografía costera 186

Hidrografía marítima 187

Hidrodinámica costera con modelos numéricos..... 188

Oceanografía regional 189

Cursos de entrenamiento 193

Conclusiones y retos a futuro 194

Bibliografía 198

La investigación del manejo y conservación de la vida silvestre en Costa Rica: un aporte de la Universidad Nacional 201

Eduardo Carrillo
Grace Wong
Joel C. Sáenz

El auge de la investigación sobre vida silvestre en el PRMVS-Icomvis 206

Detrás de cámaras 215

Desafíos y retos futuros para la investigación en el Icomvis 216

Bibliografía 222

La investigación como acción sustantiva en el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor-UNA) 227

Ana Isabel Barquero Elizondo

El entorno forestal costarricense a finales de los ochenta e inicios de los noventa 228

La fundación del Inisefor 229

Principales aportes 230

Bancos de germoplasma 232

Servicios forestales 234

Mecanismos para llegar a los productores 234

¿Cuáles son los retos actuales? 236

Conclusiones 238

Bibliografía 239

Investigación en calidad del aire y química atmosférica en Costa Rica desde la UNA 241

Mtr. María del Rosario Alfaro González
Dr. Juan Valdés González
Mtr. José Pablo Sibaja
Dr. Jorge Herrera Murillo

Bibliografía 259

Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT-UNA) de Costa Rica: forjando conocimiento desde su quehacer en función de los programas que desarrolla 261

Ingrid Aguilar
Luis Sánchez

Historia de cómo nació el CINAT 262

Conocimiento desde su quehacer en función de los programas que desarrolla 266

Aportes del CINAT en el campo de la investigación 269

Desafíos y limitaciones 276

Nuevas metas más allá de la investigación 277

La investigación en recursos marinos y costeros dentro de la UNA 281

Ángel Herrera Ulloa
Ricardo Jiménez Montealegre
Freddy Pacheco León
Luis Villalobos Chacón

Los mares 287

La pesca 290

Las comunidades costeras en los albores de la UNA 292

Investigación pesquera y las comunidades 295

Acuicultura en Costa Rica 299

Acuicultura en la Universidad Nacional 300

Bibliografía 304

Plaguicidas y contaminantes emergentes: la creación y desarrollo del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) 305

Luisa E. Castillo
Elba de la Cruz
Freylan Mena
Patricia Monge
Martha Orozco
Fernando Ramírez
Clemens Ruepert
Seiling Vargas
Karla-Solano-Díaz

Creación de las Maestrías en Salud Ocupacional (1999)
y en Ecotoxicología Tropical (2005) 312

Fortalezas y retos con relación a los plaguicidas
y contaminantes emergentes 314

Alternativas 317

Bibliografía 321

Biotecnología: aportes de las Facultades de la Tierra
y el Mar y de Exactas y Naturales 329

Javier Alvarado M.
Rafael Orozco R.
Ana Hine G.
Ramón Molina B.
Allan González H.

Investigaciones y campos abordados en la UNA
desde la perspectiva biotecnológica 333

Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar,
Escuela de Ciencias Agrarias 333

Instituto de Investigación y Servicios Forestales 341

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Escuela de Ciencias Biológicas 344

Conclusión 349

Bibliografía 350

Logros y perspectivas del Instituto de Estudios
de la Mujer en el marco del cincuenta aniversario
de fundación de la UNA 353

Doris Fernández Carvajal

Los inicios de los estudios de la mujer
en la Universidad Nacional 353

Creación del Centro Interdisciplinario
de Estudios de la Mujer (CIEM) 357

La creación del Instituto de Estudios de la Mujer 357

Programa Casa de la Mujer 359

Aportes del Instituto de Estudios de la Mujer
a la Universidad Nacional y a la comunidad nacional 360

Bibliografía 370

Aportes de la investigación en el CIDE:
esfuerzos pioneros y desafíos por enfrentar 371

Sara León González
Rolando Barrantes Pereira

Breve reseña histórica del CIDE 372

Contribuciones de la investigación del CIDE
y su impacto social..... 374

Proyecto Perfiles, Dinámicas y Desafíos
de la Educación Costarricense 379

Retos y desafíos: una nueva ruta nos espera..... 383

Bibliografía 386

Releer a Nuestra América: los derroteros de la investigación
en el Instituto de Estudios Latinoamericanos (1974-2022)..... 389

Marcelo Valverde-Morales
Marcela Ramírez-Hernández

La investigación en el Idela. La visión desde
"Nuestra América" 391

Estudios Latinoamericanos desde el estudiantado 400

Reflexiones finales..... 403

Bibliografía 406

Los estudios poblacionales en la Facultad de Ciencias
Sociales de la UNA..... 409

Norman José Solórzano Alfaro

¿Qué entendemos por estudios poblacionales? 411

El origen: reseña de los inicios de los estudios
poblacionales en la FCS-UNA..... 413

Algunas líneas de trabajo exploradas en estos cincuenta
años y los principales aportes realizados desde
los estudios poblacionales 415

Población y variables sociodemográficas..... 416

Algunos retos para los estudios poblacionales 428

Bibliografía 434

La investigación de la danza escénica desde la Universidad Nacional 435

Marta Ávila Aguilar

Consolidar el área de la investigación de la danza 437

Compromiso con una actividad sustantiva 446

Conclusiones 450

Bibliografía 452

III parte
Las claves de la investigación en la UNA 453

La investigación en la Universidad Nacional: algunas claves para comprender el camino de 50 años..... 455

Carlos Morera Beita
Viviana Salgado Silva

El modelo de universidad 455

Algunas claves para comprender las transformaciones del quehacer investigativo en la UNA..... 457

Algunos comentarios finales 466

Bibliografía 468

Presentación a la colección

En 2023, la Universidad Nacional (UNA) celebra el cincuenta aniversario de su fundación, la cual es gestada como un ambicioso "Proyecto de universidad necesaria", mediante la promulgación de la Ley N.° 5182 de creación de la UNA, por parte de la Asamblea Legislativa, el 15 de febrero de 1973 y caracterizada por su enfoque humanista y su vocación social. Tal y como lo indica Rose Marie Ruiz Bravo (2022), una universidad abierta, comprometida con los grupos sociales más vulnerables de la sociedad costarricense que contribuye con la búsqueda de soluciones a las problemáticas y desafíos más apremiantes; esto, mediante la docencia, la investigación, la extensión y la producción.

La misión histórica de la UNA, tal y como se enuncia en su Estatuto Orgánico, "se orienta a la creación y transmisión del conocimiento con acciones que promuevan la transformación de la sociedad, con lo cual se conduzca al bienestar humano en sus estadios más elevados de convivencia"[1]. En este sentido, la UNA promueve la movilidad social de aquellos sectores más desfavorecidos mediante la formación de profesionales destacados por su formación humanista y excelencia académica.

1 Preámbulo del Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional, publicado en *La Gaceta* Extraordinaria N.° 8-2015 al 20 de abril de 2015.

El Consejo Editorial de la Universidad Nacional tiene el agrado de presentarles la Colección de Oro: 50 Aniversario de la Universidad Nacional, un homenaje a aquellas personas que desde todos sus *campus* han contribuido con este gran proyecto de carácter pluricultural y diverso. El objetivo de esta colección consiste en reunir y difundir las aportaciones académicas, de orden colectivo, con una participación superior a 120 personas, autoras de nuestra universidad. Este proyecto colaborativo, liderado por la EUNA, refleja la impronta del trabajo en equipo propio de la universidad necesaria.

Esta colección brinda un recuento histórico institucional del estado actual en los ámbitos de las ciencias exactas y naturales, las ciencias de la salud y el movimiento humano, las ciencias sociales, la pedagogía, las artes, la literatura y las humanidades, así como la diversidad regional en las sedes interuniversitarias, el aporte del movimiento estudiantil y las áreas del quehacer universitario de la investigación, la extensión, y la producción, difusión del conocimiento y la cultura.

A lo largo de cincuenta años, la Universidad Nacional enfrenta grandes retos y desafíos con la finalidad de acoger las demandas de la sociedad costarricense, cada vez más diversa y compleja, con lo cual se atienda el mandato del Pbro. Benjamín Núñez (1974) de una Universidad Necesaria que, mediante la investigación y el ejercicio democrático, genera investigación científica con la finalidad de ofrecer los mejores profesionales al país.

En palabras de Rose Mary Ruiz (2022), la primera mujer rectora de la UNA y de América Latina, es crucial una universidad comprometida con la formación de profesionales identificados con los valores de una nación libre y democrática que promueva la excelencia académica, que cultive el respeto hacia los derechos humanos y a la diversidad del conocimiento. Además, que nos permita reorientar las metas desde la creatividad y flexibilidad de acuerdo con las necesidades de los grupos protagónicos de la sociedad costarricense.

Finalmente, cada uno de los diez tomos de la Colección de Oro recopila la memoria histórica de la Universidad Nacional, con una visión retrospectiva de esta primera etapa, a la vez, que vislumbra de manera prospectiva los grandes desafíos de la UNA, en particular, del país y su inserción en una sociedad globalizada.

Dra. Iliana Araya Ramírez
Presidenta del Consejo Editorial Universidad Nacional

Presentación

La investigación en el ámbito universitario brinda a las personas académicas y al estudiantado la posibilidad de generar conocimiento que ayude a comprender o explicar diversos fenómenos naturales, sociales, artísticos y culturales que completan, de cierta forma, carencias o vacíos epistemológicos de un determinado problema, reto u oportunidad. Este potencial de la investigación como área de acción sustantiva la convierte en un pilar fundamental dentro de la dinámica universitaria, de forma tal que resulta imposible pensar en una institución de educación superior comprometida con la calidad, que no desarrolle actividades de investigación sin que potencien la construcción de nuevo conocimiento y su movilización hacia el estudiantado y a los diversos sectores sociales, con lo cual se atienden sus principales desafíos.

Por esta razón, el presente tomo de la colección introduce a las personas lectoras en el devenir del desarrollo de la gestión de la investigación en la Universidad Nacional en estos cincuenta años, desde la creación de las primeras capacidades en cuanto a recurso humano e infraestructura hasta la adopción de nuevas corrientes y mecanismos de planificación con visión

prospectiva, que permiten potenciar su capacidad para generar impacto e incidencia.

En un primer apartado se aborda la identificación de los actores involucrados, la naturaleza de los procesos y los principales indicadores que reflejan la madurez alcanzada desde los inicios de la institución hasta la fecha en materia de gestión de la investigación. En las siguientes secciones, se relatan casos de éxito acerca del surgimiento de las principales líneas de investigación de la UNA, sus aportes concretos a la construcción del proyecto país y una visualización de los principales retos de cada línea en los años venideros. Por último, se presenta un análisis crítico de los determinantes que han configurado el accionar universitario en materia de investigación, con la esperanza de que las lecciones aprendidas sirvan de base para la visualización y atención de los retos en el mediano y largo plazo en la búsqueda de una atención oportuna de las brechas etarias y de género, el desarrollo de capacidades para la innovación, la planificación y el desarrollo de líneas de investigación articuladas a grupos de investigación interdisciplinarios, la adopción de un modelo sostenible para la consolidación de una infraestructura de investigación adecuada, la adopción de los principios de ciencia abierta e investigación responsable, y la regionalización del accionar investigativo, entre otros aspectos más.

Dr. Jorge Herrera Murillo
Vicerrector de Investigación

I
PARTE

Recorrido desde la gestión de investigación

El quehacer investigativo en la Universidad Nacional

Jorge Herrera Murillo[1]
Ana Lorena Jiménez París[2]
Carlos Alberto Montero Corrales[3]
Andrea Mora Campos[4]

La investigación en el quehacer universitario responde a la necesidad de atender de forma sistemática los retos, desafíos y la búsqueda de soluciones a los problemas principales que aquejan a la sociedad, lo cual se logra mediante la generación de conocimientos y métodos científicos, tecnológicos, artísticos y culturales que, a su vez, están inmersos en procesos de movilización y transferencia a velocidades incrementales que se generan con el advenimiento del tercer milenio. En la actualidad, las universidades deben generar y transferir conocimiento desde investigaciones fundamentadas en el trabajo en equipo que integra las diversas disciplinas que tienen abordajes innovadores. De esta forma, la investigación busca, tanto

1 Universidad Nacional, Costa Rica. jorge.herrera.murillo@una.ac.cr
2 Universidad Nacional, Costa Rica. ana.jimenez.paris@una.ac.cr
3 Universidad Nacional, Costa Rica. carlos.montero.corrales@una.ac.cr
4 Universidad Nacional, Costa Rica. andrea.mora.campos@una.ac.cr

la formación de sistemas de conocimiento científico subyacente, como la detección y atención de problemas de diversa índole (Bueno, 2003). En las universidades, la producción de investigaciones y la generación de conocimiento ocurren de forma simultánea con la formación de investigadores e investigadoras, con lo cual se transforma, tanto las realidades de la sociedad, como a los sujetos que investigan, y se reconoce, así, su carácter innovador y de agente de cambio a estos dos niveles.

Por lo tanto, la investigación como eje central de la acción sustantiva universitaria contribuye a las capacidades y la actualización del personal académico, y revitaliza la formación de los futuros profesionales mediante la incorporación de los nuevos conocimientos generados en los contenidos curriculares del grado y del posgrado. Asimismo, facilita la consolidación de nuevas personas investigadoras y enriquece las iniciativas de diálogo y análisis de los contextos sociales en los que se realizan los procesos de enseñanza-aprendizaje. De igual forma, los nuevos conocimientos generados desde la investigación nutren las actividades de extensión, mediante las cuales se fortalecen los lazos universidad-sociedad y se consolidan capacidades en diversos actores sociales para la transformación de las realidades que les determinan, desde la procura de la justicia social y la equidad. En esta dimensión, si la investigación se realiza en forma rigurosa, tiene la capacidad de repensar y poner en cuestión la definición misma de un problema para ofrecer alternativas que contribuyan a una mejor comprensión de las dinámicas socioambientales. La universidad genera conocimiento crítico, disruptivo, innovador, respetuoso de las necesidades y las fragilidades de los grupos sociales más desfavorecidos, el cual debe obedecer a gestiones robustas que garanticen resultados que puedan ser discutidos, validados, aplicados y reformulados de acuerdo con las necesidades de cada ámbito de acción, pero que, sobre todo, permitan el diálogo con otros saberes.

En tiempos recientes, resulta insuficiente que la investigación básica universitaria se acompañe de la creación y del desarrollo de productos y procesos (I+D) a partir de incorporación de la tecnología, sino también demanda que el conocimiento generado permita la innovación en los diseños desarrollados y que produzca valor adicional. Las iniciativas en ciencia y tecnología se ocupan principalmente de la producción y del desarrollo de conocimiento científico y del tecnológico que está

estrechamente vinculado con la innovación, la cual depende de la capacidad de las universidades para crear, gestionar y mantener el conocimiento interno y externo (Zhou y Li, 2012). Por otro lado, el conocimiento universitario influye positivamente en el surgimiento de emprendimientos mediante el establecimiento de modelos de gestión de la innovación basados en la triple hélice, que fortalece así las interacciones universidad-industria-Gobierno (Etzkowitz y Zhou, 2018).

Dada la importancia de la investigación en el quehacer universitario, en los últimos años se han consolidado las universidades centradas en esta área: concebidas como organizaciones que definen las prioridades de la investigación, estas mantienen un equilibrio entre la que es de tipo básica y la aplicada, y se centran en el desarrollo local, la adopción de la responsabilidad social y la transparencia operativa en sus finanzas (Di Sarli, 2002). Estas organizaciones apuestan por consolidar centros de excelencia en la enseñanza y el intercambio de información, una amplia gama de actividades de investigación interdisciplinaria, programas calificados de pregrado y posgrado; así como un enfoque de sus resultados hacia la producción de soluciones y el énfasis en los problemas sociales (Erdoğmuş, 2018).

Desde esta óptica, en el 2023 se celebra el 50 aniversario de la promulgación de la Ley de creación de la Universidad Nacional por parte de la Asamblea Legislativa, la cual marca un hito transcendental para la consolidación de un proyecto tendiente a dotar al país de "una universidad nueva, no solo en un sentido cronológico, sino más bien en un sentido más profundo", según las propias palabras del presbítero Benjamín Núñez. Este proyecto, según el pensamiento de sus ilustres fundadores, proponía el funcionamiento de una institución en correspondencia con las necesidades de los sectores sociales más vulnerables, que fuera capaz de comprender sus aspiraciones y contribuir con la búsqueda de soluciones a sus problemas y desafíos más apremiantes mediante la docencia, la investigación y la extensión.

Desde sus inicios, la UNA incorporó la investigación como parte de su acción sustantiva, y la circunscribió a procesos de generación de conocimiento relevante, pertinente, sistemático e innovador del quehacer universitario: conocimientos complementarios con las otras áreas de acción sustantiva y ejecutados mediante equipos disciplinarios y multidisciplinarios que facilitan la construcción de la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.

De esta forma, se aspira a que la investigación responda a las necesidades de desarrollo y transformación de la sociedad, especialmente, de las poblaciones vulnerables; así como a los principios, valores y fines estatutarios (Universidad Nacional, 2015). Este capítulo describe el devenir histórico de la investigación en la Universidad Nacional, en cuanto a la evolución de su concepción y sus mecanismos de gestión, desde la perspectiva estructural, normativa y del desarrollo de las distintas áreas de conocimiento.

Evolución de la investigación en la Universidad Nacional

Durante los cincuenta años de quehacer de la UNA, diferentes configuraciones de actores sociales y mecanismos de coordinación han sucedido, lo cual evidencia la importancia funcional y estructural que se otorga a esta acción sustantiva en la institución. En sus inicios, la gestión de la investigación se soportó en dos actores sociales: el Consejo Central de Investigación y la Vicerrectoría de Investigación. A esta primera etapa de evolución se le llamará "institucionalización de los actores sociales de la gestión de la investigación". El primer hito sobre este particular fue la creación del Consejo Central de Investigación (CCI), que funcionó desde 1976 hasta 1993. Este fue un mecanismo de coordinación que centralizaba las decisiones programáticas, políticas, presupuestarias y de vinculación de la investigación con la docencia y la extensión, la colaboración con bibliotecas universitarias y la coordinación de la investigación con otros centros externos a la universidad (Núñez, 1974; Universidad Nacional, 1976). El CCI, como mecanismo de coordinación, era presidido con funciones de director por el entonces asistente de investigación y, posteriormente, por la persona en el cargo de vicerrectora de Investigación. Estaba integrado por actores que dirigían la investigación en cada facultad o centro.

La evaluación, en ese entonces, era realizada únicamente por la unidad académica. Conforme con Juanita Coto (comunicación personal, 27 de junio de 2022),

> tanto la evaluación ex ante como la evaluación ex post de los programas, proyectos y actividades académicas

> se realizaba, en primera instancia, en la unidad académica, en sesiones organizadas por la Coordinación de Investigación que, en algunas ocasiones, contaban con evaluación externa. El Consejo Directivo de la unidad académica emitía su criterio. Las iniciativas se evaluaban, en segunda instancia, en la Dirección de Investigación de la facultad o centro y los dictámenes se generaban de manera definitiva por el Consejo Directivo de Facultad que lo elevaba a la Vicerrectoría de Investigación.

Lo anterior evidencia que la UNA, en sus inicios, centró la evaluación de la investigación en actores internos al dar potestad a las autoridades (Consejo Directivo de Facultad y Dirección de Investigación de Facultad) para emitir valoraciones sobre su propio quehacer. A su vez, la cita permite dilucidar cómo esta valoración se conformaría de su contribución directa a la planificación propia de la universidad y al desarrollo nacional. Por tanto, se refiere a una investigación gestionada con actores "internos" cuya evaluación se centraría en la ausente participación de otros actores sociales.

Durante este tiempo, la Vicerrectoría de Investigación –que inició sus funciones en 1977– presidía el CCI e integraba el Consejo Editorial de la Editorial de la Universidad Nacional (EUNA). Dicha Vicerrectoría elaboraba el Plan General de Investigación en coordinación con la persona rectora, el cual se integraba con las otras áreas de acción sustantiva y gestionaba los acuerdos de la universidad con otros órganos externos (Universidad Nacional, 1976). La persona vicerrectora de Investigación, en su función de formulación del Plan General de Investigación, articulaba recursos y orientaba las diferentes agendas de investigación que dieron los cimientos a las áreas de conocimiento que posteriormente se desarrollarían en la UNA. El presupuesto ordinario para asignar recurso humano al desarrollo de programas, proyectos y actividades académicas se gestionaba desde las unidades académicas. A pesar de lo anterior, la Vicerrectoría de Investigación siempre ha contado con recursos políticos, presupuestarios y administrativos que han otorgado posibilidades para aportar al quehacer académico.

Durante estos cincuenta años, la gestión institucional de la investigación ha sido responsabilidad de doce académicos y académicas, de los cuales, el 33% han sido mujeres y la mayoría han contado con título de doctorado (Tabla 1).

Tabla 1
Registro de las personas vicerrectoras de Investigación de la Universidad Nacional, 1977-2022. Costa Rica, UNA

Etapa	Estatuto Orgánico	Período	Persona designada
Institucionalización de los actores sociales de la gestión de la investigación	Primero (1973-1993)	1977-1980	Dr. Jorge Charpentier García
		1980-1983	M. Sc. Rodolfo Alvarado Umaña
		1983-1986	Dr. Ronald Dormond Herrera
		1986-1989	Dr. Carlos Manuel Vicente Salazar
		1989-1992	Dr. Federico Wendel Umaña
Institucionalización de mecanismos de coordinación de la gestión de la investigación	Segundo[5] (1993-2015)	1992-1995	M. Sc. Lorena San Román Johanning
		1995-2000	M. Sc. Marlen Durán Chavarría
		2000-2005	Dra. Tatiana Láscaris Comneno
Modelado de la gestión de la investigación		2005-2010	Dra. Luisa Castillo Martínez
		2010-2015	Dr. Carlos Morera Beita
	Tercero (2015-2022)	2015-2020	M. Sc. Daniel Rueda Araya
		2020- 2025	Dr. Jorge Herrera Murillo

Fuente: elaboración propia a partir de registros personales facilitados por el máster Daniel Rueda Araya.

En sus inicios, la UNA poseía muchas limitaciones para el desarrollo de la investigación, sobre todo, en materia de recurso humano especializado, así como de materiales, laboratorios y equipos. Para Araya (1994), el 48% del personal carecía del grado académico de licenciatura en 1977 y, según estadísticas del Consejo Nacional de Rectores (Conare), solo el 13,7% contaba con grado de maestría y doctorado (Consejo Nacional de Rectores, 1978). Asimismo, en el área de conocimiento de las ciencias de la tierra y el mar, Juan Cevo (J. Cevo, comunicación personal, 28 de junio de 2022) relata que para esos años:

> En la UNA no había nada y el único carro que existía era para el rector. El primer gran desafío era salir al campo

5 Estas personas fungieron como directores; para efectos de representación externa tuvieron rango de vicerrectores (art. 40, Estatuto Orgánico, Universidad Nacional, 1993).

> para interpretar la realidad social de Costa Rica. Con los dedos de la mano se contaban los investigadores y teníamos claridad de que los profesores no debían ser solo docentes, sino que también tuvieran experiencias en investigación.

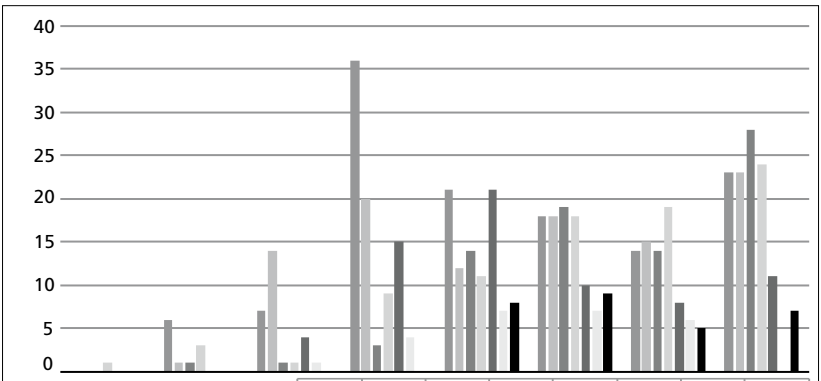
A pesar de esta limitación de recursos, algunas áreas sobresalen en investigación, como las facultades de Filosofía, Artes y Letras y de Ciencias Sociales que se destacaban porque no requerían de tantos recursos económicos y, además, se contaba con personal de gran formación y prestigio en estas áreas. Es así, como en 1973 se creó el Instituto de Estudios del Trabajo (Iestra) y en 1974, el Instituto de Estudios Latinoamericanos (Idela) en la Facultad de Filosofía y Letras. En este mismo año se realiza la primera edición de la emblemática revista *Repertorio Americano*. Para el año 1975, se fundó el Instituto de Estudios Sociales en Población (Idespo). Asimismo, otras áreas del conocimiento como las ciencias geográficas, ciencias ambientales, topografía y catastro y medicina veterinaria "eran los trapitos de dominguear de la investigación, en estos años" (Cevo, J., Comunicación personal, 28 de junio de 2022). Como ejemplos destacados se cita la Escuela de Ciencias Geográficas –fundada en 1973– para impartir la carrera de Geografía a partir de 1974 bajo la dirección del Dr. Óscar Aguilar Bugarelli, donde se funda en ese mismo año el Laboratorio de Fotointerpretación, Ordenamiento Territorial y Cartografía, que contaba con geógrafos extranjeros de Chile, Alemania, Inglaterra y Canadá (Araya *et al.*, 2015), los cuales concretaron en investigación y oferta académica su experiencia y vocación en esta área del conocimiento (Araya *et al.*, 2015; Ulate, 2010).

Para esos momentos también destacaba la Escuela de Medicina Veterinaria que, en 1974, inició la profesionalización y formación en investigación en esta área, y que se ha caracterizado por ofrecerle a la sociedad diferentes servicios, los cuales ya en 1975 incluían el diagnóstico a la comunidad (patología-histopatología, diagnóstico *post mortem* y patología aviar). Paulatinamente, se fueron incorporando más servicios tales como parasitología, microbiología, toxicología, bioquímica, análisis clínicos, medicina y cirugía (de mascotas y de grandes especies) (Universidad Nacional, 2022).

Este protagonismo de las primeras unidades académicas encontró fundamento en la creación de laboratorios y afines durante el periodo 1973-1978; a saber, Laboratorio de Micología (1973), Laboratorio de Fitopatología (1973), Laboratorio de Suelos (1977) y Laboratorio de Entomología (1978), en la Escuela de Ciencias Agrarias, el Herbario Juvenal Valerio Rodríguez (1975) en la Escuela de Ciencias Ambientales y el Laboratorio de Energía Solar del Departamento de Física (1978).

Pese a que la UNA contaba con institutos de investigación desde 1973, el primer proyecto de investigación del cual se tiene registro se ejecutó en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y data de 1975 (Figura 1). En ese año, la institución registraba 625 personas académicas cuyas jornadas eran equivalentes a 377 personas a tiempo completo, mas no se dispone de información sobre su participación en investigación. Un año después (1976) se registraron 11 proyectos de investigación de los cuales el 54,5% correspondía al área de Filosofía, Artes y Letras. El primer sexenio de la institución (1978) concluyó con un crecimiento de un 79% correspondiente a 87 proyectos de investigación, de los cuales, un 41,4% se desarrollaba en Filosofía, Artes y Letras (36), un 23,0% en Ciencias Sociales (20) y un 17,2% (15) en Ciencias de la Salud y Veterinaria. Para el periodo 1979-1982, el número de proyectos muestra una distribución más uniforme entre las distintas facultades (excepto el Centro de Estudios Generales). En cuanto a su crecimiento, al final de la década, en 1982, se alcanzó el mayor número de proyectos al registrarse 116 proyectos de investigación que representaban el 28 % de los proyectos de investigación vigentes en las universidades públicas. En este año, la supremacía en cuanto a número de proyectos era de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar que, de 1979 a 1982, duplicó el número de proyectos vigentes (de 14 a 28), los cuales se concentraban en las escuelas de Ciencias Geográficas (9), Agrarias (8) y Ciencias Ambientales (11). En este año (1982), otras escuelas con 9 proyectos en curso eran la Escuela de Ciencias Biológicas y la Escuela de Medicina Veterinaria, el Idespo y el Idela ejecutaron 3 y 6 proyectos respectivamente. El número de proyectos clasificados en la categoría "Otros" corresponde principalmente a proyectos que estaban inscritos en la Vicerrectoría de Investigación.

Figura 1
Número de proyectos según áreas, periodo 1975-1982.
Costa Rica, UNA



	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Filosofía, Artes y Letras	0	6	7	36	21	18	14	23
Ciencias Sociales	0	1	14	20	12	18	15	23
Ciencias de la Tierra y el Mar	0	1	1	3	14	19	14	28
Ciencias Exactas y Naturales	1	3	1	9	11	18	19	24
Ciencias de la Salud y Veterinaria	0	0	4	15	21	10	8	11
Generales	0	0	1	4	7	7	6	0
Otros	0	0	0	0	8	9	5	7

Fuente: Consejo Nacional de Rectores (1978, 1980a, 1980b, 1981, 1982, 1983).

Según informe de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) del Consejo Nacional de Rectores (Consejo Nacional de Rectores, 1979), para 1978, la UNA sumaba, entre el total de su profesorado (1260), cuarenta y dos personas con grado de maestría y setenta y cinco con grado de doctorado, lo que podría relacionarse con el aumento en el número de proyectos de investigación. En la década 1980-1989, se presenta un crecimiento acelerado en la formación del personal académico y en el establecimiento de unidades académicas, institutos y centros de investigación en la universidad, lo que ocasionó el fortalecimiento de los actores sociales y los mecanismos de coordinación de la gestión de la investigación. Conforme con Vargas (1994), como resultado de las alianzas a escala internacional con Gobiernos, organizaciones no gubernamentales y otras universidades, así como de la contratación de personal nacional y extranjero con experiencia internacional, se financió la realización de estudios de posgrado en el extranjero al personal académico.

En 1982, al concluir la primera década de funcionamiento de la institución, si bien había disminuido el número de docentes con respecto a 1978 (de 1260 a 1086), así como las jornadas (805 y 746 respectivamente), fue cuando se registró el mayor número de profesionales con posgrado, a saber, 147 personas (13,5% del total contratado). Sin embargo, para este año no se cuenta con cifras sobre el número de participantes en investigación; dato cuyo reporte inició a partir de 1983 cuando se contabilizaron 261 personas investigadoras que correspondían a un 22,5% del total de personas contratadas y a una relación de 2,4 personas investigadoras por proyecto, posiblemente la más alta en la historia institucional. Adicionalmente, en el periodo 1982-1989, la universidad experimentaría la creación de diferentes programas, laboratorios, estaciones experimentales e institutos disciplinarios y multidisciplinarios en áreas como "sustancias tóxicas, recurso hídrico, polímeros, contaminantes del agua y del aire, oceanografía, Hospital Veterinario y biología marina" (J. Cevo. Comunicación personal, 28 de junio, 2022). En estos años se crearon diversos laboratorios de investigación; entre estos, se mencionan los siguientes: Laboratorio de Zoonosis (1982), Laboratorio de Virología y Serología (1986), Laboratorio de Análisis Clínicos (1987), Laboratorio de Patología Animal (1987), Laboratorio de Enfermedades Tropicales (1988) y Laboratorio de Entomología (1988) en la Escuela de Medicina Veterinaria; el Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe-Prmvs (1984) que, en 2005, se transformaría en el Icomvis, el Laboratorio de Estudios de Contaminación (1983) y el Programa Humedales de Costa Rica: Uso y Conservación (1987) en la Escuela de Ciencias Ambientales, el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Tecnología Química (1985) y Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos (1987) de la Escuela de Química; el Programa de Genética Vegetal (1989) de la Escuela de Ciencias Agrarias; el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (1986) y el Laboratorio de Acuicultura Continental (1988), de la Escuela de Ciencias Biológicas y de la Estación de Biología Tropical y Agricultura en Río Macho, Cartago (1989). En 1986, dado el nivel de desarrollo académico alcanzado por el Programa de Vulcanología y Sismología de la Escuela de Ciencias Geográficas, el Consejo Universitario lo transformó en un Instituto de Investigación, lo cual dio origen al Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori).

50 años UNA
Siempre necesaria

Durante la década 1983-1992 se presentaron altibajos, tanto en relación con el número de personas investigadoras y los tiempos dedicados a investigación, como en el número de proyectos, con lo cual es 1990 el año en el que se registró el mayor número de proyectos de investigación (160) y de personas investigadoras (318). En 40 de estos proyectos (25%) participaban dos investigadores y en 56 de ellos (35%) participaban tres o más, lo que evidencia el inicio de la conformación de grupos de investigación. En esta década sobresalen también los primeros reportes independientes de proyectos de investigación en educación (1983) y en una sede regional (1987), la Brunca, así como un crecimiento de 1983 a 1988 de un 94,7% (de 19 a 37) en los proyectos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales que se dio mayoritariamente en las unidades de Ciencias Biológicas, Química y Física, las cuales, dos años después (1990), registraban, respectivamente, 17, 9 y 7 proyectos, para un total de 34 proyectos para la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Tabla 2).

En 1990, los 160 proyectos vigentes en la UNA representaban el 22,9% del total de proyectos ejecutados por las universidades públicas costarricenses. La Facultad de Filosofía y Letras ejecutó 34 proyectos en este año: 10 de la Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje, 10 del IEM y 1 del Idela. Unidades académicas de otras facultades con liderazgo en cuanto al número de proyectos para este mismo año fueron la Escuela de Ciencias Agrarias (17) y la Escuela de Medicina Veterinaria (15), lo cual responde al establecimiento de distintos laboratorios.

En estos años, la Vicerrectoría de Investigación transformó su estructura organizativa para responder a las demandas, resultado del crecimiento del número de instancias dedicadas a la investigación, para lo cual definieron tres unidades, a saber: la Unidad de Proyectos, responsable de la gestión de proyectos, la Unidad de Cooperación Técnica, encargada de la búsqueda de fondos externos y la Unidad de Planeamiento, encargada de integrar los planes de investigación de las unidades académicas. Asimismo, en el período 1977-1987 se definió la creación de programas a partir de la integración de proyectos afines de investigación (sin embargo, su reporte inició hasta el 2000), la conformación en redes paralelas de información, documentación e informática en la universidad (Vargas, 1994) y la promulgación de las primeras políticas de investigación de la UNA (Universidad Nacional, 1984).

Tabla 2
Número de investigadoras e investigadores,
TCE y proyectos de investigación, periodo 1983-1992. Costa Rica, UNA

Año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Número de personas investigadoras	261	n.d.	n.d.	n.d.	242	282	230	318	n.d.	n.d.
Número de TCE en investigación	n.d.	105	128	122	130	114	n.d.	n.d.	100	111
Número proyectos investigación	112	104	130	116	136	140	114	160	n.d	n.d.
Filosofía	20	13	15	17	21	24	n.d.	34	n.d.	n.d.
Ciencias Sociales	20	28	30	22	20	27	n.d.	31	n.d.	n.d.
Ciencias de la Tierra y el Mar	34	25	32	26	35	32	n.d.	33	n.d.	n.d.
Ciencias Exactas y Naturales	19	20	28	27	30	37	n.d.	34	n.d.	n.d.
Ciencias de la Salud y Veterinaria	8	10	13	9	12	16	n.d.	17	n.d.	n.d.
Generales	6	5	4	5	4	2	n.d.	1	n.d.	n.d.
Cidea	0	0	2	2	2	0	n.d.	1	n.d.	n.d.
CIDE	1	1	2	4	3	0	n.d.	7	n.d.	n.d.
Sede Brunca	0	0	0	0	3	2	n.d.	2	n.d.	n.d.
Otros	4	2	4	4	6	0	n.d.	0	n.d.	n.d.

Nota: n.d.: no disponible.
Fuente: elaboración propia con base en Consejo Nacional de Rectores (1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1994).

En 1988 se creó el Sistema de Estudios de Posgrado (SEP), mientras que para 1992 el número de proyectos de investigación aumentó significativamente en áreas como artes, humanidades, ciencias sociales, ciencias naturales y exactas, los cuales en conjunto sumarían 207 proyectos. En ese mismo año el porcentaje de recursos destinados a investigación en el presupuesto universitario se incrementó del 7,19% al 8,65% y en la década 1990-1999 se recibieron recursos de préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) para construir nuevas edificaciones en el campus universitario Omar Dengo, en Heredia, y en la Sede Brunca (Araya, 1994). Además, el Proyecto BID-Conicit-Conare, mediante sus componentes de recursos humanos y proyectos gestionados desde el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicit), financió becas de posgrado a funcionarios de la Universidad Nacional y otorgó recursos del Fondo de Riesgo para la Investigación (Forinves) para el financiamiento de proyectos de investigación.

Esta tendencia de la investigación en la UNA cobra sentido con la llamada época de "Consolidación institucional" expuesta por Vargas (1994), en la que argumenta que en el período 1977-1987, la UNA establece las bases de las áreas de acción sustantiva e invierte en la formación del recurso humano, infraestructura, equipo tecnológico y apoyo administrativo para su crecimiento. Para algunos grupos, la institución debía afrontar nuevos desafíos ante el acelerado proceso de burocratización de la década precedente y la existencia de duplicidad de funciones de cuerpos colegiados, lo que ocasionó pérdida de agilidad universitaria; a ello se sumaron los discursos de disminución del aparato estatal. Lo anterior derivó en la eliminación, en 1993, según se citó, de las vicerrectorías de Extensión, Docencia e Investigación, las cuales se constituyeron en tres direcciones: Investigación, Docencia y Extensión que conformaban la Vicerrectoría Académica (Araya, 1994; D. Rueda, comunicación personal, 8 de julio de 2022).

La creación de institutos y estaciones en la década 1990-1999 no fue menor, entre ellos cabe referir el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor) (1992), la Estación Acuícola 28 Millas (1994), la Estación Nacional de Ciencias Marino Costeras (1994), el Instituto de Estudios de la Mujer (IEM) (1995), la Estación de Biología Marina en Puntarenas (1997),

el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) (1998) y el Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (Cinpe) (1995).

Con la fundación de la Vicerrectoría Académica y las tres direcciones se establecen funciones en la gestión de la investigación: hito que marca la segunda etapa de "Institucionalización de los mecanismos de coordinación de la gestión de la investigación". La Dirección de Investigación, en adelante, sería la encargada de asesorar, coordinar, integrar y evaluar el quehacer académico, en este caso, el investigativo, tareas que hasta ese entonces no estaban establecidas estatutariamente. Asimismo, se le otorga a la Vicerrectoría Académica la potestad de refrendar los planes de estudio, programas, proyectos y actividades académicas de las tres áreas de acción sustantiva de la universidad (Universidad Nacional, 1993). Al eliminarse la estructura organizacional de Dirección de Investigación por Facultad y de Coordinación de la Investigación por Unidad Académica, recaería en las personas decanas y directoras de unidad la función de evaluación de programas, proyectos y actividades académicas, así como el otorgamiento de la carga en horas y recursos presupuestarios para su ejecución.

Conforme con los informes de OPES-Conare disponibles, los registros sobre el quehacer investigativo se retomaron en 1996, lo que evidenció un crecimiento cuantitativo consistente con la creación de nuevos laboratorios, institutos y otros, en los quince años previos conforme se relató anteriormente (Tabla 3). En 1996 se ejecutaron 253 proyectos que fueron realizados con la participación de 315 personas investigadoras de 39 unidades académicas, lo que da cuenta de una relación de 1,25 personas por proyecto. Estos representaban el 24,4% del total de proyectos de investigación vigentes en las universidades públicas y un 23,7% en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, un 20,9% en la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar y un 17% en la Escuela de Medicina Veterinaria, mientras el 41% era ejecutado por dos o más personas investigadoras. Se destaca el caso de la Escuela de Medicina Veterinaria en la que el 76,7% de sus proyectos presentaba esta condición. La cantidad de personas investigadoras fluctuó en ese período, y alcanzó el mayor número de personas investigadoras en las primeras tres décadas de la Universidad Nacional en el 2000 (342 personas). Para 1999 se cuenta con

los primeros reportes de proyectos interunidades o interfacultades (proyectos realizados por dos o más unidades académicas de manera conjunta, sean estas de la misma facultad o de facultades distintas), lo que se considera una evidencia del surgimiento de nuevos equipos multi, inter o transdisciplinarios. De los 172 proyectos vigentes en el año en cuestión, 16 proyectos (9,3%) presentaban esta condición.

A partir del año 2000 también se identificaron los primeros reportes a OPES de programas de investigación vigentes en las universidades públicas, lo que refleja la forma de organización del quehacer investigativo establecida en el Estatuto Orgánico vigente de la institución con 41 programas y 203 proyectos de investigación vigentes que fueron ejecutados, respectivamente, por 20 y 44 unidades académicas de las distintas facultades, centros y sedes. En el 2000, según muestra la Tabla 3, los programas se concentran mayoritariamente en la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (10-24,4%), la Facultad de Ciencias de la Salud (8-19,5%) y la Facultad de Ciencias Sociales (7- 17,1%). En relación con el personal en investigación, se identifica que, a partir de 1998, se inició el reporte sobre mujeres participantes en este quehacer, siendo el periodo 1996-2003 el de mayor participación de mujeres en investigación, alcanza 121 en 2000; sin embargo, en términos relativos, esta participación fue mayor en el 2001, año en que estas representaron el 40,3%, 91 de 226, del total de personas investigadoras. De acuerdo con los datos de OPES del 2000 al 2003, un promedio del 54 % de los proyectos vigentes por año se clasificaron en las áreas de ciencias básicas (30,6%) y agricultura y afines (23,8%).

El establecimiento de la Vicerrectoría Académica marca la emergencia de una tercera etapa denominada "Hacia la modernización de la gestión de la investigación", durante la cual se promulgó el documento CONSACA-028-2002 del 28 de febrero de 2002, que constituye una aproximación a las definiciones relacionadas con el tipo de iniciativa (programa, proyecto y actividad) y con el área académica (docencia, investigación, extensión y actividad integrada) en que estas se materializan. Posteriormente, el Acuerdo transcrito en oficio CONSACA-130-2004 del 27 de julio del 2004 que perfila lo que se conoce como sesiones de análisis o comisiones evaluadoras de programas, proyectos y actividades académicas, así como el equipo asesor para la gestión de proyectos.

Tabla 3
Número de programas, proyectos y personas investigadoras según facultad. Periodo 1996-2003. Costa Rica, UNA

Año	1996	1998	1999	2000		2001		2002		2003	
N.° de programas y proyectos	Pro-yectos	Pro-yectos	Pro-yectos	Pro-gramas	Pro-yectos	Pro-gramas	Pro-yectos	Pro-gramas	Pro-yectos	Pro-gramas	Pro-yectos
	253	198	172	41	203	32	181	32	183	11	212
Filosofía, Artes y Letras	32	23	15	4	26	1	21	3	17	1	27
Ciencias Sociales	46	41	30	7	30	5	30	6	32	0	43
Ciencias de la Tierra y el Mar	53	35	34	10	32	11	26	9	35	3	47
Ciencias Exactas y Naturales	60	50	33	3	53	3	41	3	43	1	39
Ciencias de la Salud	46	32	30	8	33	4	34	4	28	2	29
Generales	4	4	4	0	6	1	5	1	3	0	1
Cidea	0	1	2	3	5	1	3	0	2	0	4
CIDE	12	3	7	3	7	1	6	2	7	1	10
Sede Brunca	0	6	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Sede Chorotega	0	3	1	0	1	0	0	0	1	0	2
Varias unidades académicas	0	0	16	3	9	5	14	4	14	3	9
N.° personas investigadoras	**315**	**239**	**268**	**342**		**226**		**329**		**309**	
Mujeres	n.d.	79	88	121		91		117		108	
Hombres	n.d.	160	180	221		135		212		201	

Fuente: elaboración propia con base en el Consejo Nacional de Rectores. 1998, 2000, 2001, 2002a, 2002b, 2004, 2005.

Durante el 2006, inició un proceso para construir una norma regulatoria de la gestión de programas, proyectos y actividades académicas, en adelante PPAA, que fue liderado por la Vicerrectoría Académica, en el cual hubo un importante protagonismo de las personas vicedecanas. Este culminó con la promulgación del Reglamento para la Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas en la Universidad Nacional (Acta N.° 23-2008 del Consaca) en el 2008, el cual fue derogado en el 2009 para ser sustituido por los "Lineamientos para la Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas" (Acuerdo CONSACA-153-2009, Acta N.° 30-2009).

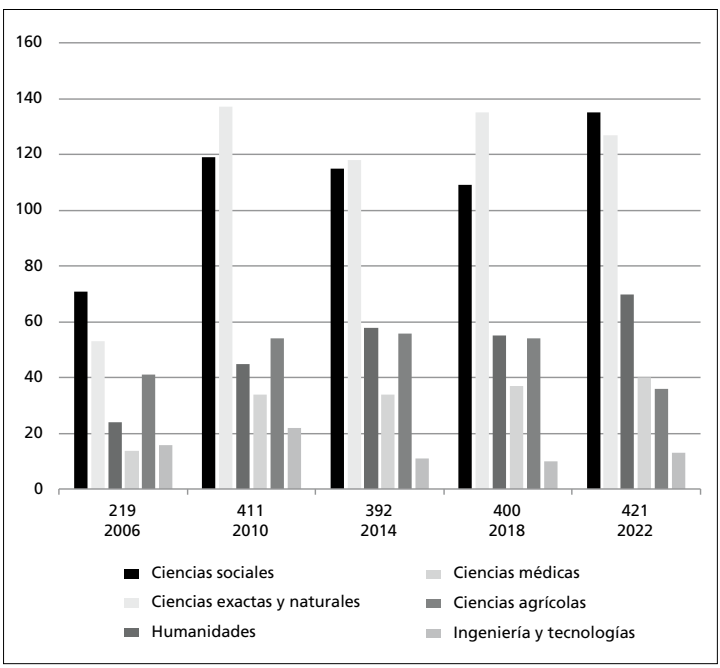
Esta normativa para la gestión de la investigación, que cobija también a la extensión, la docencia y las iniciativas integradas, para el análisis de propuestas e informes finales, definió a los actores participantes en el proceso: la Vicedecanatura, la Subdirección de la Unidad Académica, las personas asesoras de la Dirección de Investigación y especialistas internos y externos en las valoraciones del ciclo de gestión de los PPAA. El Consejo Académico se tornó en un actor protagonista en la gestión del ciclo de los PPAA, fue el responsable de aprobar, impulsar y evaluar los PPAA (Universidad Nacional, 2011), así como el Consejo de Facultad que lo es de refrendar los PPAA y la Vicerrectoría Académica que lo es de sancionar o avalar, conforme lo disponía el Estatuto Orgánico vigente.

El registro de la información sobre el quehacer de la investigación y de las iniciativas en otras áreas académicas, así como de su integración a los informes de OPES-Conare, se inició en forma manual desde el Programa de Información Académica (PIA) de la Vicerrectoría de Investigación, el cual corresponde con la que en la actualidad se denomina Sistema de Información Académica (SIA), que adoptó este nombre en correspondencia con la plataforma informática creada para facilitar la captura, almacenamiento, procesamiento, acceso y salida de información sobre programas, proyectos y actividades académicas, mediante el artículo 6 del Reglamento para la Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas (PPAA), promulgado el 30 de julio de 2008, Acta N.° 2-2008.

La información sobre PPAA de investigación e integrados con componente de investigación, según áreas de la ciencia y la tecnología del *Manual de Frascati* de la OCDE, para cada cuatro

años del periodo 2006-2022[6] (Figura 2) presenta un aumento del número de iniciativas a partir del 2010 con respecto a los PPAA, vigentes en el 2006 y en los años de los periodos de análisis previos[7]. En 2010 se registraron 411 PPAA vigentes que representaban el 24,5% del total de PPAA en curso en las universidades públicas. Durante los cinco años en referencia se ha mantenido el predominio de iniciativas en el área de ciencias exactas y naturales (ciencias básicas). Esta ha concentrado, en promedio, el 30,3% de los PPAA de investigación e integrados con componente de investigación; tanto en el 2010, como en el 2018, se ejecutó la tercera parte de los PPAA en esta área, 137 (33,3%) y 135 (33,8%) respectivamente.

Figura 2
UNA. Número de programas, proyectos y actividades de investigación e integrados según área de las ciencias por cuatrienios 2006-2022



Fuente: elaboración propia.

6 Se dispone de información para todos los años, sin embargo, para simplificar el análisis, se optó por seleccionar los datos para el año de inicio de cada cuatrienio del periodo.

7 El mayor número de PPAA vigentes en un año es 460; estaban en curso en 2013.

El número de los PPAA de investigación e integrados con componente de investigación según facultad, centro y sede por cuatrienios del periodo 2006-2022, evidencia una tendencia al crecimiento de estos de un cuatrienio a otro. En 2010 se registraron 67 programas, 40 (59,7%) de ellos eran coordinados en las facultades de Ciencias de la Tierra y el Mar (18), Ciencias Sociales (12) y Ciencias de la Salud (10). La situación al final del periodo muestra una concentración aún mayor del número de programas en las siguientes facultades: 25 en Ciencias de la Tierra y el Mar, 20 en Ciencias Sociales y 12 en Ciencias de la Salud, para un total de 57 programas[8] que representan el 70,4% de los 81 programas en curso en el 2022; las dos sedes y la sección regional registraron 7 programas, 3 en cada sede y uno en la sección (Tabla 4).

Tabla 4
Número de programas, proyectos y actividades de investigación e integradas según facultad, centro, sede y sección regional por año inicial de los cuatrienios 2006-2022. UNA

Año	2006	2010		2014		2018		2022	
Facultad	PPAA	Prog	PA	Prog	PA	Prog	PA	Prog	PA
CIDE	16	6	14	6	24	5	21	2	21
Cidea	5	4	12	3	12	5	7	3	22
C. Estudios Generales	4	0	2	1	4	0	5	0	4
F. Ciencias Salud	29	10	46	11	36	11	30	12	29
F. C. Tierra y Mar	95	18	104	21	99	26	98	25	81
F. C. Exactas y Nat.	39	6	62	6	56	4	63	6	54
F. Ciencias Sociales	53	12	58	15	42	21	45	20	59
F. Filosofía y Letras	21	5	34	10	32	4	39	6	41
Sede Brunca	3	0	1	1	1	1	2	3	8

8 Dentro de estas facultades las unidades con mayor número de programas vigentes, respectivamente, son el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (6) y la Escuela de Ciencias Agrícolas (5), el Instituto de Estudios en Población (6) y la Escuela de Medicina Veterinaria (8).

Año	2006	2010		2014		2018		2022	
Sede Chorotega	2	2	4	0	4	2	7	3	20
Total	**268***	**67**	**344**	**75**	**317**	**80**	**320**	**81**	**340**
S.R. Huetar Norte y Caribe	0	1	2	0	3	0	3	1	1
Otros	1	3	5	1	4	1	0	0	0

Nota: 1. Prog: programas académicos, PA: proyectos y actividades académicas. 2. * Incluye todos los PPAA integrados independientemente de si tienen o no componente de investigación.
Fuente: elaboración propia con base en información de plataformas Access y Sistema de Información Académica (SIA).

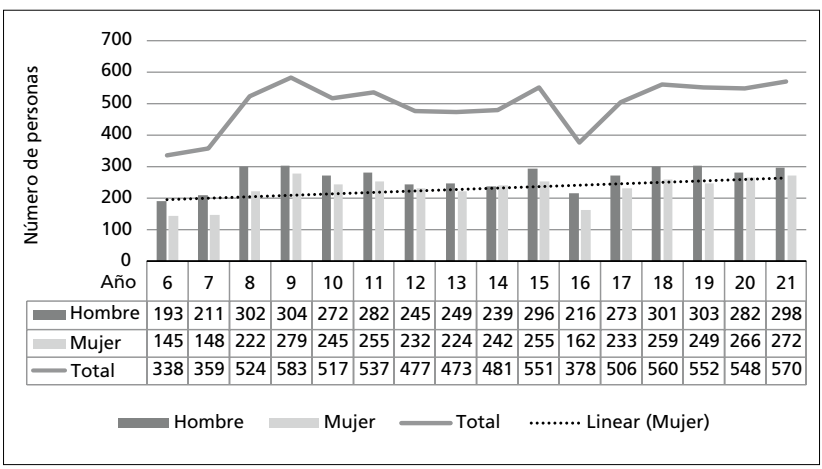
En cuanto a número de proyectos y actividades en todos los años de análisis, corresponde a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, la cual registró la mayor cantidad de proyectos y actividades académicas vigentes (104) en 2010 y la menor en 2022 (81). No obstante, según se refirió, ha incrementado la ejecución de programas. Estos 81 proyectos y actividades corresponden al 23,8% del total de proyectos y actividades vigentes en 2022. En cuanto al crecimiento en número de proyectos y actividades sobresalen el Cidea y las sedes regionales. En 2006 este centro registró 5 PPAA vigentes y 25 en el 2022 (2 programas y 22 proyectos y actividades), lo que corresponde a un crecimiento de un 500%, es similar el caso de la sede Chorotega, en 2006 registró 2 PPAA y en el 2022 estos son 23 (3 programas y 20 proyectos), lo que la convierte en la instancia con mayor crecimiento (1150%) en las dos décadas analizadas. Para la Sede Brunca el crecimiento es de un 366,7%, subió de 3 PPAA a 11 (3 programas y 8 proyectos y actividades).

Por otro lado, el número de personas investigadoras por año, distribuidas según sexo, para los años del periodo 2006-2020, ha fluctuado según promedio de 497 personas anualmente, son los años más bajos el 2006 (338 personas) y el 2007 (359) (Figura 3). No obstante, estas cifras superan el promedio de 290 personas investigadoras por año de 1996 a 2003 (Tabla 3). El mayor número de personas investigadoras se registra en los últimos cinco años del periodo, en los cuales el promedio alcanza las 547 personas. Se exceptúa de esta situación el 2009, año en el que 583 personas participaron en el quehacer investigativo, la participación

más alta en el periodo y en las cinco décadas, incluso por encima del 2020 que registra 570 personas investigadoras. Pese a estos incrementos, la relación personas investigadoras por proyecto no ha superado las 2,4 personas por proyecto de 1983.

En notable mejoría con respecto al periodo 1997-2003, se identifica la participación de la mujer en la investigación universitaria, durante el cual las mujeres representan un 35,3% del total de personas investigadoras. En el periodo 2006-2021, este porcentaje es de 46,4% (el más bajo en 2007 –41,2%– y el más alto en 2014 –50,3%–), por encima del promedio nacional (42,1% del 2006 al 2018), e incluso universitario público (45,9% del 2006 al 2021); corresponde con un promedio de 230 mujeres investigadoras por año que ha oscilado entre 146 (2006) y 279 (2009) participantes. La participación de estas mujeres en investigación se traduce en funciones de liderazgo; por ejemplo, en 2009 fueron responsables del 57,2% de los PPAA en curso, en 2015 del 50,9% y en todos los otros años del periodo 2009-2020 han liderado, según año, más del 43,5% de los proyectos vigentes.

Figura 3
UNA: Número de personas investigadoras según sexo por año (2006-2020)



Año	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Hombre	193	211	302	304	272	282	245	249	239	296	216	273	301	303	282	298
Mujer	145	148	222	279	245	255	232	224	242	255	162	233	259	249	266	272
Total	338	359	524	583	517	537	477	473	481	551	378	506	560	552	548	570

Fuente: elaboración propia con base en plataformas Access y Sistema de Información Académica.

En otro orden de ideas, y retomando la evolución de la norma, con la vigencia del Estatuto Orgánico del 2015, esta se actualizó con la promulgación del "Reglamento para la Gestión

de Programas, Proyectos y Actividades Académicas en la Universidad Nacional", acuerdo UNA-CONSACA-ACUE-434-2016 del 14 de septiembre de 2016 (Universidad Nacional, 2016). Este desvincula, normativamente, a las decanaturas y direcciones de escuelas de la participación en las Comisiones Evaluadoras. Su rol de coordinación de las sesiones de análisis, como ocurría en la práctica, lo asumen las vicedecanaturas y las subdirecciones.

Estos mecanismos de coordinación que han funcionado por más de veinte años han contribuido con la participación, desde varias perspectivas, en los procesos de evaluación y seguimiento de los PPAA; sin embargo, su funcionamiento se ha tornado complejo en tanto participan varias personas en un mismo momento de las distintas etapas de gestión de un número cada vez mayor de PPAA. Reconociendo la necesidad de agilizar este proceso, en diciembre de 2021, mediante Acuerdo UNA-CONSACA-ACUE-164-2021, se aprobó un nuevo Reglamento de Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas en la Universidad Nacional que entrará en vigor el 1° de diciembre del 2022.

Este reglamento redefine las competencias y responsabilidades de las vicerrectorías académicas, las vicedecanaturas, las direcciones y subdirecciones de unidades académicas, según corresponda, y los consejos académicos de unidad, sede, centro y facultad en torno a la gestión del ciclo de los PPAA. Las vicerrectorías académicas continuarán la asesoría a las personas y unidades académicas durante el ciclo de gestión de sus PPAA; gestionarán un banco de personas evaluadoras externas y emitirán su dictamen sobre las nuevas propuestas y sus informes finales (Consaca, 2021).

50 años UNA Siempre necesaria

En relación con los mecanismos de financiamiento, el "Reglamento para la Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas" (Acuerdo UNA-CONSACA-ACUE-434-2016 del 14 de septiembre de 2016), en su inciso 6.3, Título IV-Del financiamiento de la gestión de programas, proyectos y actividades académicas, Capítulo VI-Consideraciones generales sobre fondos concursables y otros recursos, ha normado lo correspondiente al origen de los recursos financieros para apoyar la ejecución de programas, proyectos y actividades académicas. Lo mismo ocurre con el nuevo "Reglamento para la Gestión de Programas, Proyectos y Actividades Académicas" (Acuerdo UNA-CONSACA-ACUE-164-2021 del 7 de diciembre de 2021) que en su

artículo 7, Fuentes de recursos que financian los programas, proyectos y actividades académicas establece:

> Los recursos que financian la ejecución de los PPAA provienen de las siguientes fuentes: a) Presupuesto asignado a las instancias académicas, b) Donaciones que se reciban específicamente para el financiamiento de los PPAA, c) Recursos de aplicación específica que ingresan al presupuesto ordinario de la Universidad Nacional y se asignan a la ejecución de los PPAA, d) Fondos concursales institucionales e interuniversitarios y e) Cualquier otra fuente de financiamiento que al efecto se defina. (Universidad Nacional, 2016, p. 1)

Conforme con Jiménez (2020), "puede afirmarse que en el 100% de los casos hay aportes del presupuesto institucional; usualmente este incluye el financiamiento del recurso humano que participa en la ejecución de los PPAA y los gastos operativos según el tipo de proyecto, pero la institución cuenta con fondos concursables adicionales orientados a fortalecer las iniciativas académicas". Entre los fondos concursables de apoyo al quehacer investigativo sobresalen los siguientes:

- Fondo Institucional de Desarrollo Académico (FIDA): creado en 2003 en procura de "Contribuir con el quehacer académico en la Universidad Nacional, mediante el financiamiento de propuestas académicas que se distinguen por su pertinencia y calidad, la integración de distintas áreas académicas, la búsqueda de la interdisciplinariedad y su contribución al crecimiento académico" (Universidad Nacional, 2020, p. 1). Los principios que rigen la asignación de los recursos se recogen en el reglamento del fondo y en las convocatorias que anualmente presenta el Consaca ante la comunidad universitaria, momento en que inician los procesos de formulación y gestión de las propuestas. La Vicerrectoría de Investigación, en su condición de coordinadora del proceso de evaluación de las propuestas concursantes, da seguimiento al fondo y a las iniciativas concursantes, mediante indicadores que permiten la revisión permanente de las estrategias de gestión, de los parámetros de evaluación y la toma de decisiones estratégicas sobre el fondo. Se financia con el 5% de los ingresos por

concepto de vinculación externa remunerada y su gestión es responsabilidad de la Vicerrectoría de Investigación.

- Fondo Universitario para el Desarrollo Regional (Funder): establecido en 2005, bajo la gestión de la Vicerrectoría de Extensión, "persigue, en esencia, potenciar con mayor énfasis las competencias propias de la investigación y la acción social en las y los académicos de las sedes regionales y contribuir, por medio de la formulación y ejecución de proyectos, en las más variadas áreas del quehacer académico, con iniciativas que contribuyan al desarrollo integral de las comunidades" (González, 2012, como se citó en Sánchez y Jiménez, 2012, p. 7).
- Fondo UNA-Redes: formulado en 2010 con el objetivo de incentivar la conformación de redes académicas que fortalezcan grupos inter y multidisciplinarios de personas académicas de la Universidad Nacional para el abordaje de temas prioritarios para el desarrollo de la sociedad y generar alianzas entre los PPAA para el crecimiento académico y la contribución a la proyección universitaria. Actualmente es normado por el Reglamento de Fondo para el establecimiento de Redes, aprobado según Acuerdo UNA-SCU-ACUER-2486-2017 del 16 de noviembre del 2017, publicado en *UNA-Gaceta* 16-2017 del 1° de diciembre de 2017 (Universidad Nacional, 2017).
- Fondo del Sistema: definido por el Consejo Nacional de Rectores (Conare) en la sesión N.° 32-04 del 28 de septiembre del 2004 para fortalecer la construcción gradual de un sistema de educación superior estatal. Lo conforma un porcentaje de los nuevos recursos que se asignan al Convenio del Fondo Especial de la Educación Superior (FEES), los que se destinan, entre otros, a:
- Fondo concursable para financiar proyectos de docencia, investigación y extensión en los que participan al menos dos universidades adscritas, conocido como Fondos del Sistema. Estos son gestionados por la vicerrectoría correspondiente.
- Fondo de Equipo Científico, Tecnológico y Especializado (Fecte). Tras la asignación del monto correspondiente a la institución por parte del Conare, realiza un proceso concursal que asigna recursos para la adquisición de equipo científico, tecnológico y especializado para los programas, proyectos, actividades académicas permanentes y laboratorios inscritos en el SIA, con proyección académica de largo

plazo y otras prioridades definidas por el Consaca (Universidad Nacional, 2017, p. 5). Este concurso es normado por los Lineamientos para la ejecución del Fondo de Equipo Científico, Tecnológico y Especializado (Fecte), aprobados mediante Acuerdo UNA-CONSACA-ACUE-634-2017, del 30 de noviembre de 2017 y publicados en el Alcance N.° 1 a *UNA-Gaceta* N.° 16-2017 del 4 de diciembre de 2017 (Universidad Nacional, 2017).

- Fondo de apoyo para el fortalecimiento de alianzas estratégicas para el desarrollo de proyectos colaborativos internacionales. Gestionado por la Vicerrectoría de Investigación con el objetivo de promover el proceso de internacionalización de la investigación, para lo cual, desde su creación en 2010 y según el contexto, ha definido distintas modalidades de financiamiento, entre otras, actividades de misión oficial, pasantías, inscripción en redes y participación en eventos científicos.
- Fondo de apoyo a la divulgación del conocimiento generado en la UNA. Creado en 2015 por el entonces director de Investigación a fin de financiar la traducción de artículos científicos, así como su publicación en revistas de prestigio en ámbito nacional e internacional, con el fin de coadyuvar a la divulgación de resultados del quehacer académico.
- Fondo para el Fortalecimiento de Capacidades Estudiantiles (Focaes-Investigación). Conceptualizado para asignar recursos financieros y fortalecer la formación y desarrollo de competencias en investigación de los estudiantes. Este fondo potencia experiencias teórico-prácticas mediante trabajos finales de graduación o de la participación en PPAA de investigación o integrados. Inició en 2014 mediante convocatoria conjunta con Focaes-Extensión y a partir de 2017 se inician las convocatorias independientes para uno y otro fondo.
- Fondo de apoyo a estudiantes de posgrado durante la ejecución de su trabajo final de graduación (TFG): creado en el 2020 para apoyar la formación de profesionales en áreas estratégicas del conocimiento, mediante iniciativas orientadas al estímulo de la investigación en estudiantes de posgrado que contribuyan al desarrollo científico, académico, económico, social y cultural con proyección y difusión al país; así como para fortalecer la articulación de la investigación con

> las acciones sustantivas de docencia y extensión en los posgrados con las unidades académicas o con programas y proyectos, mediante el estímulo de actividades de investigación y su integración con la docencia y extensión (Universidad Nacional, 2020: 3-4).

Desde el 2012, la Vicerrectoría de Investigación dispone de recursos para estimular el fortalecimiento de los laboratorios de investigación y servicios de ensayo acreditados o en trámite de acreditación, los cuales asignan para la contratación de jornadas académicas con esta finalidad, la calibración de equipos e instrumentos científico-tecnológicos y el financiamiento de la generación de indicadores ambientales. Una última inversión de importancia en el fortalecimiento de la formación de recurso humano institucional y en infraestructura científica y tecnológica corresponde a los aportes del Plan de Mejoramiento Institucional (PMI), ejecutado en el periodo 2013-2019 bajo el marco del Proyecto de Mejora de la Educación Superior (PMES), que es financiado por el Gobierno de la República con recursos del Banco Mundial, el cual otorgó US$50 millones a cada una de las universidades públicas. Este proyecto planteó dentro de sus objetivos mejorar la inversión en investigación y desarrollo, por lo cual financió a 33 personas sus estudios de doctorado, más de 180 actividades de intercambio académico (pasantías, cursos, visitas de expertos, entre otros) y el amueblado y equipamiento de los edificios construidos y de otros laboratorios de investigación. Las inversiones se realizaron para favorecer el desarrollo de áreas vigentes y emergentes, como emprendimiento e innovación, ingeniería logística, física médica, innovación educativa, artes, bioprocesos, ecotoxicología, salud ambiental, movimiento humano y calidad de vida y cambio climático. Las inversiones realizadas bajo el marco del PMES representan las mayores inversiones realizadas durante las cinco décadas de existencia de la institución que superaron la mayor inversión en I+D+i registrada por año en la UNA, la cual data del 2014 y fue equivalente ¢8617,6 millones.

Esta tercera etapa se completa con la promulgación de las Políticas de Investigación Universitaria, Acuerdo UNA-SCU-ACUE-032-2018 del 4 de enero de 2018, publicado en *La Gaceta Ordinaria* N.° 1-2018 (Universidad Nacional, 2018), las cuales reflejan las aspiraciones a alcanzar con el desarrollo de la investigación universitaria. A su aprobación precedieron una serie

de actividades como el "Congreso de investigación y políticas universitarias de investigación" del 2016, cuyo objetivo fue consultar y definir insumos o políticas para la renovación y ordenamiento de la política de investigación de la UNA.

Para la implementación de esta política, la Vicerrectoría de Investigación ha planteado la conformación de un Subsistema de Gestión de la Investigación Universitaria (SIU), bajo el marco del cual se han identificado los distintos procesos a desarrollar para mejorar la articulación y la calidad de la investigación institucional, entre ellos: gobernanza de la investigación, evaluación, planificación y prospección de la investigación, promoción y mejoramiento continuo de la I+D+i, gestión de las modalidades de acción sustantiva (MAS) de Investigación, impacto de la I+D+i, y gestión de la información. Destaca entre ellos, el Proceso de Evaluación, Planificación y Prospección de la Investigación con miras a desarrollar un quehacer investigativo orientado por líneas de investigación y pertinente en el largo plazo, tal y como demandan las buenas prácticas de gestión de la investigación en el ámbito internacional.

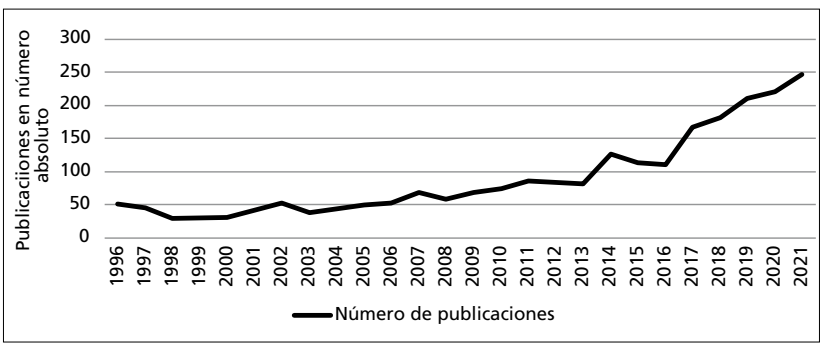
Producción académica de la investigación

> En los primeros años de existencia de la UNA se inició con la publicación de artículos en revistas nacionales, pues no se disponía de recursos para el pago de publicaciones en revistas indexadas reconocidas y pocas personas investigadoras podían publicar en otros idiomas. Dos aspectos que resultaron muy importantes para mejorar el índice de publicaciones en la Universidad: la Vicerrectoría de Investigación abrió espacios de capacitación en la escritura de publicaciones científicas y de traducción al inglés. El otro aspecto importante es el regreso a la Universidad de profesionales con posgrado en el extranjero, sus contactos favorecieron la publicación científica en revistas de reconocida calidad en diferentes campos (J. Coto, comunicación personal, 27 de junio de 2022).

Estas acciones de promoción de la divulgación científica de la acción sustantiva han continuado desde entonces y hasta la actualidad; se institucionalizaron con la aprobación del Reglamento para la Gestión de PPAA en la UNA (Universidad Nacional, 2008) y sus reformas, las cuales establecieron que todo PPAA "procurará la publicación de resultados en revistas de reconocida calidad, preferiblemente indexadas, capítulos del libro o libro, entre otros" (p. 12).

Como evidencia de los resultados en esta materia, así como de los esfuerzos generados por las personas académicas y el personal de apoyo a la investigación para producir conocimiento en las diferentes áreas del quehacer investigativo, existe un crecimiento que muestra la cantidad de artículos en revistas científicas indexadas en la base de datos bibliográfica Scopus Elsevier, periodo 1996-2021 (Figura 4). Para 1996, se registraron 51 publicaciones con afiliación institucional, las cuales han aumentado después del 2000, año en que se realizaron 31 publicaciones, crecimiento que se sostiene en el último quinquenio en el cual estas pasaron de 111 publicaciones por año en 2016 hasta 247 en 2021 (2,2 veces más). El aumento en el número de publicaciones coincide con el periodo que sigue a la creación del Fondo de Apoyo a la divulgación del conocimiento generado en la UNA, con el ingreso de nuestras revistas a Scopus y con la formación en posgrado de más de 60 profesionales bajo el marco del Plan de Relevo Institucional y el Plan de Fortalecimiento y Estabilidad Laboral del Sector Académico (Pfesa).

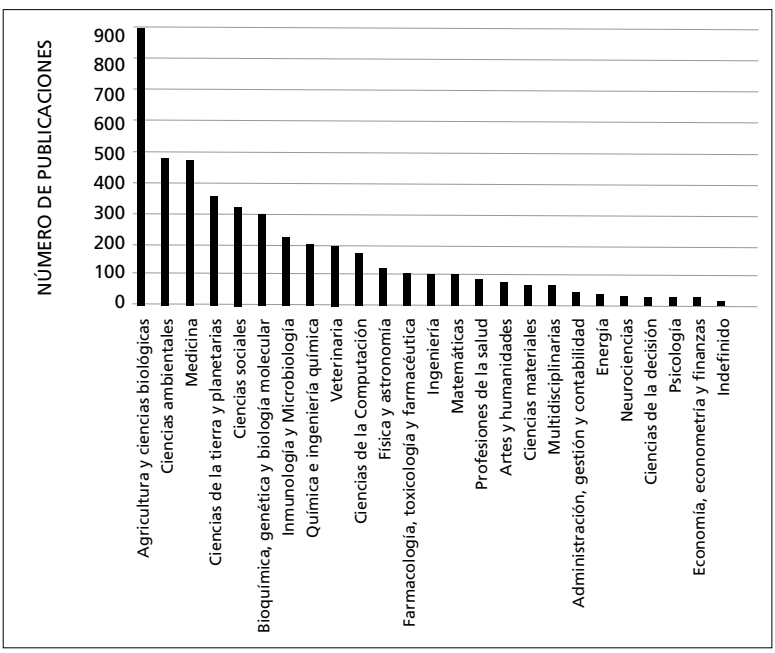
Figura 4
Cantidad de publicaciones en números absolutos por año de la UNA registradas en Scopus Elsevier (1996-2021)



Fuente: elaboración propia según datos extraídos de SciVal por el Laboratorio Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação (Geopi), Universidade Estadual de Campinas, Sao Paolo, Brasil.

En consistencia con el desarrollo de PPAA en las facultades, centros, sedes y unidades académicas, las publicaciones se han concentrado en las áreas del conocimiento correspondiente, salvo el caso de las publicaciones en ciencias de la computación que ocupa un décimo lugar en importancia. Las primeras tres áreas en las que predominan las publicaciones corresponden con agricultura y ciencias biológicas (955), ciencias ambientales (482) y medicina (476), para un total de 1913 publicaciones que representan el 77,2%. Un segundo grupo en importancia lo constituyen las publicaciones en el área de ciencias de la tierra y planetarias (359), ciencias sociales (325) y química, genética y biología molecular (296), para un total de 980 publicaciones que equivalen al 39,5%, mientras un tercer grupo reúne publicaciones en inmunología y microbiología (222), química e ingeniería química (198), veterinaria (194) y ciencias de la computación (172), para un total de 786 publicaciones que corresponden al 17,11% (Figura 5) .

Figura 5
Número de publicaciones de la Universidad Nacional por área de conocimiento en Scopus Elsevier (1996-2021)

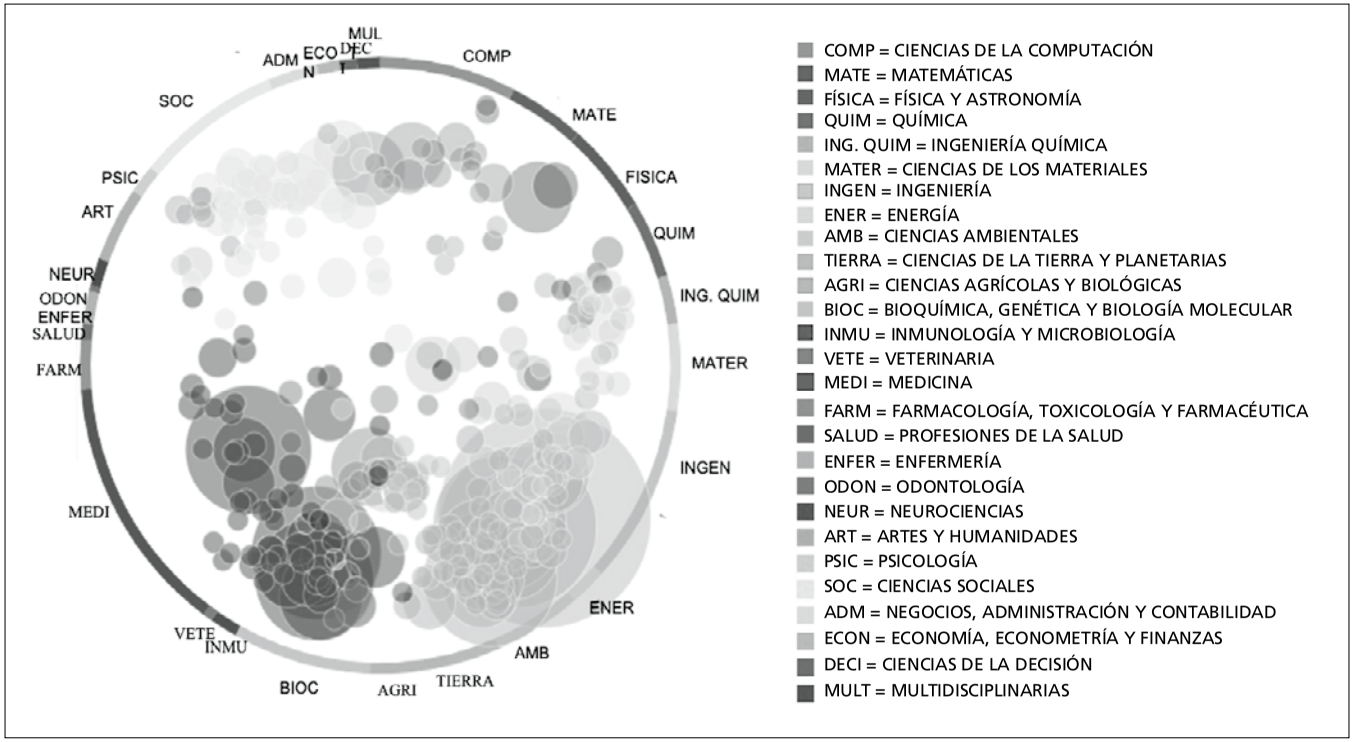


Nota: los datos se muestran sin eliminar duplicados, por lo que pueden presentarse publicaciones ubicadas en dos o más áreas de conocimiento.
Fuente: elaboración propia según datos de la Universidad Nacional en Scopus Elsevier.

En el mapa circular de publicaciones de la UNA (Figura 6), se muestran en la circunferencia exterior las disciplinas o áreas del conocimiento (se distinguen por su tono claro u oscuro) y en los círculos interiores la cantidad de artículos publicados en revistas indexadas en Scopus (su tamaño es proporcional a la cantidad), según disciplina, asimismo se muestran más círculos menores hacia el centro del mapa, los cuales corresponden a publicaciones interdisciplinarias, mientras que las de carácter disciplinar se muestran hacia el exterior, más cercanas a la disciplina. Basado en lo anterior, las publicaciones de artículos científicos generados durante el periodo 2011-2020 tienden a ser más interdisciplinarias y predominan las realizadas por personas investigadoras de las disciplinas de ciencias de los materiales, ingeniería, energía, ciencias ambientales, ciencias agrícolas y biológicas, bioquímica, genética y biología molecular, inmunología y microbiología, veterinaria, medicina, ciencias sociales y física. En contraposición, las publicaciones generadas durante el periodo 2011-2020 en las disciplinas de ciencias materiales, ciencias de la computación, matemática, química e ingeniería química, artes y humanidades, psicología, negocios, administración y contabilidad, economía, econometría y finanzas, presentan un carácter cercano al exterior de la rueda, por consiguiente, disciplinar.

Una de las características de los procesos descritos a lo largo de la historia institucional es la voluntad de la UNA por promover la democratización del conocimiento desde las diversas áreas de su acción sustantiva, por lo que, adherirse a los principios y buenas prácticas de la Ciencia Abierta (CA) que conforman las nuevas tendencias mundiales es un reto que responde a su misión y visión. La UNA adopta el concepto de CA, así como los principios que le acompañan, sumándose de esta manera a los esfuerzos que se realizan en diferentes partes del mundo para eliminar las barreras de acceso a la información y reivindicar el derecho de las personas al conocimiento, entendiendo, además, que esta es una práctica que engloba al conjunto de la investigación académica y a otras áreas sustantivas y que considera las particularidades de la diversidad de áreas del conocimiento y del saber. La Vicerrectoría de Investigación, por medio de la Comisión de Conocimiento Abierto de la institución, ha asumido el liderazgo en la coordinación, tanto con la comunidad universitaria, como con instancias externas, de las acciones relacionadas con la CA.

Figura 6
Mapa circular de publicaciones en Scopus con afiliación institucional Universidad Nacional, periodo 2011-2020



Fuente: elaboración propia con base en datos extraídos de SciVal por el Geopi, Universidade Estadual de Campinas, Sao Paolo, Brasil.

Un primer hito en cuanto a normativa que vincula a la universidad con la CA lo es la Política de Conservación del "Patrimonio Académico Institucional", promulgada mediante Acuerdo UNA-SCU-1428-2014 del 18 de agosto del 2014, publicado en *Gaceta Ordinaria* N.° 13-2014 del 31 de agosto de 2014 (Universidad Nacional, 2014). En su punto 2, esta política establece que la institución "fomenta el acceso abierto y perpetuo del patrimonio académico digital, en armonía con el respeto a los derechos de propiedad intelectual de la UNA, así como de los autores de las obras académicas". En segundo término, destaca la "Política Institucional para Uso de *Software* Libre en la Universidad Nacional", que garantiza que la producción académica se distribuye mediante un licenciamiento libre o semilibre, a excepción de aquellos productos que la institución desea proteger bajo un esquema de propiedad industrial.

Durante varias décadas, la institución ha logrado, mediante sus revistas, difundir el conocimiento generado desde sus iniciativas de investigación y consustancialmente de la docencia, la producción y la extensión, lo que ha contribuido al desarrollo social, cultural y económico del país y la región, en concordancia con su misión institucional. Revistas como *Repertorio Americano, Revista Geográfica de América Central, Praxis, Revista de Historia, Letras* y *Revista de Ciencias Veterinarias* fueron creadas en el período 1970-1979. Durante la siguiente década, emergieron la *Revista ABRA, Ciencias Ambientales, Revista Relaciones Internacionales, Temas de Nuestra América* y *Uniciencia.* A partir de 1990 y hasta 1999, surgirán *Economía y Sociedad, Perspectivas Rurales Nueva Época, Revista Perspectivas, Ístmica* y *Revista Latinoamericana de Derechos Humano*s. Con el nuevo siglo surge las siguientes: *Bibliotecas, Ensayos Pedagógicos, Revista Electrónica Educare, MH Salud, Respaldo, Revista Ciencias Marinas y Costeras* y *Siwö*. Posteriormente, en la década de 2011-2020 emergen: *Universidad en Diálogo, Nuevo Humanismo, Política Económica y Desarrollo Sostenible* y *Revista Arte, Cultura y Sociedad*.

El surgimiento de los formatos electrónicos al inicio del nuevo siglo representó un reto de transformación y ampliación del alcance de las revistas. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud* nació con este formato. Esta se convirtió en la primera revista de nuestra universidad en esta condición. A este reto se sumó el Programa de Publicaciones e Impresiones que ha apoyado a la gestión de las revistas en temas relacionados con la

corrección gramatical y de estilo de los artículos científicos y en su diagramación en distintos formatos electrónicos tales como HTML, pdf, Epub, audios, XML. También, para esta época inició el impulso en Costa Rica y, por ende, en la UNA, bajo el liderazgo de la Vicerrectoría de Extensión, de los procesos de indexación internacional de las revistas, en pro de su mejora y de su difusión, así como la creación del Portal de Revistas cuya vigencia data del 2012, según se comenta más adelante.

En 2015, la promoción de la gestión de las revistas fue trasladada a la Vicerrectoría de Investigación, la cual definió una estrategia para continuar su fortalecimiento en periodicidad, revisión por pares, indexaciones, sostenibilidad financiera y preparación de las personas editoras en aspectos técnicos y de gestión. El proceso de indexación ha llevado a que, en la actualidad, 25 de las revistas institucionales formen parte de uno o más índices rigurosos, 23 de ellas de Latindex. A su vez, tres de nuestras revistas se encuentran indexadas en Scopus, a saber: *Revista Electrónica Educare* (2017), *Revista Uniciencia* (2018) y *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud* (2019).

Bajo la influencia de la CA, han tomado forma tendencias, corrientes y regulaciones inherentes a determinadas esferas del quehacer científico, humanista, artístico y académico. Además, el estado actual de las revistas y el avance del debate local e internacional en torno al saber y su comunicación hicieron evidente la necesidad de desarrollar, perfeccionar y evidenciar un modelo de gestión de publicaciones académicas y científicas periódicas institucionales para la UNA. Este modelo tomó en cuenta estrategias planteadas por las recientes tendencias mundiales y se construyó con la voz viva de personas editoras de la universidad, especialistas y representantes de entes internacionales (Packer *et al.*, 2018).

En tanto la CA establece nuevas formas de practicar la ciencia, transparentando y favoreciendo la colaboración entre las personas generadoras de conocimiento, la Universidad Nacional actualmente desarrolla y plantea para los próximos cinco años:

- Diseñar estrategias para implementar la CA en todas las etapas del ciclo de vida de las investigaciones.
- Generar las condiciones para la localización, accesibilidad, interoperabilidad y reúso de los datos (https://book.fosteropenscience.eu/).

- Avanzar en el diseño de la implementación de planes de gestión de datos.
- Generar las condiciones para la creación de un repositorio institucional para albergar los datos de investigación.

Desde el 2011, la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación (DTIC) de la UNA generó la primera infraestructura vinculada a la CA, el Repositorio Académico Institucional (RAI), como un espacio para compartir toda la producción intelectual generada en la institución. A partir del 2019, con el involucramiento de personas bibliotecólogas, el RAI es gestionado por la Vicerrectoría de Investigación, lo cual ha permitido contar con más de 10 000 ítems propios del acervo histórico de la universidad, la mayoría en AA. Posteriormente, en el 2012, la universidad sumó la segunda plataforma de CA, el primer portal de Revistas de Costa Rica, con la herramienta Open Journal System (OJS). Este proceso unificó, en un único soporte, a todas las revistas que se gestionaban en diversos formatos y plataformas, asimismo les brindó mayor visibilidad. En este portal se gestionan las 27 revistas académicas y científicas vigentes al 2022 en la Universidad Nacional. En el 2018 se suma la tercera plataforma, la Red Académica, operada con el *software* VIVO, primer sitio web y hasta el día de hoy, el único con esta naturaleza en el ámbito nacional y en Centroamérica. Este sitio es parte fundamental para la construcción del Sistema CRIS (Current Research Information) de la universidad. Adicionalmente, al finalizar el 2022, se sumará la cuarta plataforma del ecosistema de CA, el Repositorio de Datos de Investigación, el cual funcionará con el *software* libre Dataverse y se constituirá en el primer repositorio de datos en Centroamérica.

Para los años siguientes, la UNA se plantea interconectar las plataformas de CA existentes y construir nuevas plataformas para consolidar el ecosistema de CA, en lo que se aspira a desarrollar como un Portal de Investigación. Este ecosistema permitirá la interoperabilidad con otros sistemas internos de gestión universitaria, como el módulo de Recursos Humanos del Sistema de Gestión de Servicios Administrativos (Sigesa) y el de gestión de programas, proyectos y actividades académicas (Sistema de Información Académica-SIA).

Estas plataformas conviven e interoperan con iniciativas internacionales en el caso de las revistas con índices, y en el de otras publicaciones con el Repositorio Nacional de Costa Rica: *Kímuk*,

la Red Latinoamericana para la Ciencia Abierta, LA Referencia, de la Confederación de Repositorios de Acceso Abierto (COAR) y, en consecuencia, la Red de Repositorios Europeos (OpenAire); iniciativas desde las que se establecen los estándares internacionales para que nuestra producción pueda ser difundida en estas plataformas y, con ello, contribuir a su visibilidad en el ámbito mundial, al posicionamiento en índices de calidad de revistas, rankings universitarios y afines, así como a la generación de indicadores para la toma de decisiones, la consecución de recursos externos y la internacionalización de nuestro quehacer académico. Adicionalmente, estas plataformas contribuyen al cumplimiento de las Políticas de Conservación del Patrimonio Académico Institucional y las Políticas de Investigación Universitaria.

Complementariamente, en materia de CA, desde la formulación de su primer Plan de Mediano Plazo 2006-2010 y conforme indican Bravo *et al.* (2014), la UNA ha asumido la innovación como un factor determinante para la organización y un reto por desarrollar. En esta línea, aspira a un modelo de innovación abierta[9] que abandona la dependencia de los recursos propios y aprovecha el conocimiento y la experiencia externa de socios involucrados en las metas a desarrollar. Desde esta perspectiva, se requiere el fortalecimiento de las relaciones con organizaciones externas y promover convenios que integren los conocimientos para crear nuevas experiencias que, de acuerdo con Álvarez (2009), permitan aprovechar las fortalezas de la propia universidad y la gestión del conocimiento que en ella se genera. En la propuesta del Sistema para la Gestión de la Innovación y el Emprendimiento (SGIE) que surge del trabajo articulado de la Vicerrectoría de Investigación y las otras vicerrectorías con la Oficina de Transferencia del Conocimiento (OTVE), se incorpora el enfoque de innovación abierta. Esta propuesta, elaborada en el 2021-2022, tiene como objetivo contar con un insumo que oriente la generación de las condiciones para el desarrollo y la gestión de los procesos de I+D+i en la UNA.

En esta misma línea, la UNA tiene una larga y amplia experiencia de trabajo investigativo con comunidades, sectores

9 En la interacción con actores del ecosistema de innovación se establecen vínculos con representantes de gobierno, universidades y centros de investigación, así como de los sectores socio-productivos y de grupos organizados de la sociedad. De esta forma, la innovación abierta se convierte en un factor que potencia el desarrollo en las organizaciones, de la mano con mecanismos de apoyo colaborativo basados en las relaciones del ecosistema de innovación interno y externo (González y Álvarez, 2019).

sociales y población en general, especialmente desde proyectos de investigación participativa y creación de capacidades para la solución de problemáticas, por lo que la comunidad investigadora ha replanteado su papel en la creación de conocimiento frente a quienes lo generan desde ámbitos no académicos, lo cual promueve, entre otros y explícitamente, desde su Plan de Mediano Plazo Institucional (PMPI) 2006-2010, el diálogo de saberes y desarrolla diversas acciones en pro de la democratización del conocimiento.

Como se evidencia en este recorrido histórico, el desarrollo de la investigación y su gestión en la Universidad Nacional se ha caracterizado por mostrar un fuerte dinamismo que refleja el compromiso institucional con la generación de conocimiento innovador y con el desarrollo de capacidades para planificar los resultados en función de su impacto e incidencia en la atención de las principales problemáticas y desafíos de la sociedad costarricense. El avance logrado a la fecha no hubiese sido posible sin un fuerte proceso de formación de recurso humano especializado, la inversión sostenida en la adquisición de equipo científico y tecnológico de punta y la adopción de las mejores prácticas de investigación y de las corrientes que promueven el acceso abierto al conocimiento generado.

A lo largo de estas cinco décadas, se ha mejorado considerablemente en el grado académico que ostenta el personal investigador de la Universidad Nacional. Por ejemplo, de las 560 personas investigadoras registradas en 2018, 516 (92,1%) ostentaban grado de posgrado (167 doctorado y postdoctorado y 349 grado de maestría). Las personas investigadoras con grado de doctorado de la UNA representaban, en 2018, el 19,6% del total de personas investigadoras con grado de doctorado en el país y el 25,1% del total de personas investigadoras con grado de maestría. Solo en el quinquenio 2015-2020, aumentó en 40 el número de personas investigadoras con grado de doctorado (de 137 a 177) y en 76 personas el número de ellas con grado de másters (de 295 a 371). De esas 516 personas investigadoras con grado de doctorado en 2018, un 45,2% (233) eran mujeres, 172 másteres y 61 doctoras. Detalles adicionales sobre el avance de la investigación en la UNA se retoman en los capítulos siguientes, donde se profundiza en el camino recorrido por distintas áreas del conocimiento que han logrado el desarrollo de líneas de investigación con un reconocimiento nacional e internacional.

Bibliografía

Álvarez, A. (2009). La innovación abierta: ideas de Chesbrough y Von Hippel. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*. https://telos.fundaciontelefonica.com/url-direct/pdf-generator%3FtipoContenido=articulo&idContenido=2009100116310224

Araya, C. (1994). *La Universidad Nacional y la educación superior estatal en veinte años de historia (1973-1993)*. Editorial de la Universidad Nacional.

Araya, I., Quirós, L. y Ruis, A. (2015). Internacionalización de la Educación Superior: Experiencia desde la Escuela de Ciencias Agrarias. *Revista Geográfica de América Central, 55*(2), 15-47. https://doi.org/10.15359/rgac.2-55.1

Bravo, E., León, A. y Serrano, L. (2014). Explorando las principales ventajas y factores de éxito de la innovación abierta en las organizaciones. *Revista Entramado*, *10*(2), 44-59. https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3284/2679

Bueno, E. (2003). *La investigación científica: teoría y metodología.* Editorial Universidad Autónoma de Zacatecas.

Consejo Nacional de Rectores. (1978). *Estadística de la Educación Superior. OPES/43-78.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1376

Consejo Nacional de Rectores. (1980a). *Estadística de la Educación Superior, 1978. OPES-06/80.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1376

Consejo Nacional de Rectores. (1980b). *Estadística de la Educación Superior, 1979. OPES-19/80.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1372

Consejo Nacional de Rectores. (1981). *Estadística de la Educación Superior, 1980. OPES-07/81.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1392

Consejo Nacional de Rectores. (1982). *Estadística de la Educación Superior, 1981. OPES-09/82.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1400

Consejo Nacional de Rectores. (1983). *Estadística de la Educación Superior, 1982. OPES-04/83.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1409

Consejo Nacional de Rectores. (1984). *Estadística de la Educación Superior, 1983.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1418

Consejo Nacional de Rectores. (1985). *Estadística de la Educación Superior, 1984.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1430

Consejo Nacional de Rectores. (1986). *Estadística de la Educación Superior, 1985.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1454

Consejo Nacional de Rectores. (1987). *Estadística de la Educación Superior, 1986.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1487

Consejo Nacional de Rectores. (1988). *Estadística de la Educación Superior, 1987.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1500

Consejo Nacional de Rectores. (1989). *Estadística de la Educación Superior, 1988.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1530

Consejo Nacional de Rectores. (1991). *Estadística de la Educación Superior, 1990. OPES-15/91.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1578

Consejo Nacional de Rectores. (1992). *Estadística de la Educación Superior, 1991. OPES-16/92.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1609

Consejo Nacional de Rectores. (1994). *Estadística de la Educación Superior, 1992. OPES-03/94.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1640

Consejo Nacional de Rectores. (1998). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 1996. OPES-23/98.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1746

Consejo Nacional de Rectores. (2000). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 1998. OPES 36/2000.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1784

Consejo Nacional de Rectores. (2001). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 1999. OPES 22/2001.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1824

Consejo Nacional de Rectores. (2002a). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 2000. OPES 09/2002.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1873

Consejo Nacional de Rectores. (2002b). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 2001. OPES 18/2002.* ttps://hdl.handle.net/20.500.12337/1853

Consejo Nacional de Rectores. (2004). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 2002. Capítulo III. OPES-08/2004.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1926

Consejo Nacional de Rectores. (2005). *Estadísticas básicas sobre la investigación en las instituciones de educación superior universitaria estatal, 2003. OPES-4/2005.* https://hdl.handle.net/20.500.12337/1991

Delgado, J. (1993). Una universidad necesaria para el futuro. *UNA-Informa*. Universidad Nacional.

Di Sarli, N. (2002). *Research Management in European Universities* ESMU. Brussels.

Erdoğmuş N. (2018). Araştırma üniversitesi yapılanması: İmkanlar ve zorluklar [research university structuring: opportunities and challenges]. *ILKE Politika Notu,* 7, 1-37. https://ilke.org.tr/images/yayin/pdf/arastirma_universitesi_yapilanmasi_imkanlar_ve_zorluklar.pdf

Etzkowitz, H. y Zhou, C. (2018). *The triple helix: University–Industry–Government innovation and entrepreneurship*. Routledge. https://www.routledge.com/The-Triple-Helix-UniversityIndustryGovernment-Innovation-and-Entrepreneurship/Etzkowitz-Zhou/p/book/9781138659490

González, J. y Álvarez, L. (2019). Gestión del conocimiento e innovación abierta: hacia la conformación de un modelo teórico relacional. *Revista Venezolana de Gerencia, 24*(88), 1199-1216. https://doi.org/10.37960/revista.v24i88.30173

Jiménez, A. (2020). *Estado de la investigación en la Universidad Nacional.* Vicerrectoría de Investigación. Universidad Nacional.

Montero, C., Monge, C. y Herrera, J. (2021). *Agenda Universitaria de Evaluación y Planificación de la Investigación.* Universidad Nacional.

Núñez, B. (1974). *Hacia la universidad necesaria*. (2.da ed.). Editorial Universidad Nacional.

Packer, A., Meneghini, R., Santos, S., Mendonça, A., Ramalho, A., Peres, D., Gesseff, E., Fonseca, G. y Saad, R. (2018). *A los 20 Años, la Red SciELO actualiza prioridades y avances para la ciencia abierta*. https://blog.scielo.org/es/2018/09/17/a-los-20-anos-la-red-scielo-actualiza-prioridades-y-avances-para-la-ciencia-abierta/#.Yx-UhHbMI2w

Sánchez, N. y Jiménez, L. (con González, F.) (2012). Procesos universitarios para el fortalecimiento del desarrollo regional: El caso del fondo concursable FUNDER. *Universidad en Diálogo: Revista de Extensión, 2*(1), 7-9 https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/56

Ulate, G. (2010). La Escuela de Geografía dentro de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Costa Rica. *Revista Reflexiones, 89*(1). https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/11587

Universidad Nacional. (1976). *Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional.* Universidad Nacional.

Universidad Nacional. (1984). *Políticas de investigación.* Universidad Nacional.

Universidad Nacional. (1993). *Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional. La Gaceta* N.° 71 del 15 de abril de 1993. https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/5981/estatuto_organico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad Nacional. (2009). *Lineamientos para la gestión de programas, Proyectos y Actividades*. *Gaceta* N.° 17-2009. http://documentos.una.ac.cr/handle/unadocs/1793

Universidad Nacional. (2015). *Estatuto Orgánico.* Universidad Nacional. https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/6693/ESTATUTO-ORG%C3%81NICO-UNA-digital.pdf

Universidad Nacional (2016). *Reglamento para la Gestión de programas, Proyectos y Actividades Académicas en la Universidad Nacional. Gaceta Extraordinaria N.° 20-2016.* Universidad Nacional.

Universidad Nacional. (2018). *Políticas de Investigación de la Universidad Nacional*. Universidad Nacional, Costa Rica. https://documentos.una.ac.cr/handle/unadocs/8993

Universidad Nacional. (2020). *Reglamento del Fondo Institucional para el Desarrollo Académico (FIDA)*. https://documentos.una.ac.cr/handle/unadocs/1183

Universidad Nacional. (2020). *UNA-VI-RESO-98-2020. Universidad Nacional, Vicerrectoría de Investigación, a las trece horas del catorce de octubre del dos mil veinte, se crea el fondo de apoyo para estudiantes de posgrado durante la ejecución de su trabajo final de graduación.* https://agd.una.ac.cr/share/s/EffpEJihRhevjU4GEy-yeQ

Zhou, K. & Li, C. (2012). How knowledge affects radical innovation: Knowledge base, market knowledge acquisition, and internal knowledge sharing. *Strategic Management Journal, 33*(9), 1090-1102. https://doi.org/10.1002/smj. 1959

II
PARTE

El camino andado en investigación: algunos casos

El Programa de Investigación en Enfermedades Tropicales (PIET): una confederación de voluntades para generar ciencia en Costa Rica

Edgardo Moreno Robles[1]

La investigación científica en Costa Rica es modesta, pero antes de los años sesenta era aún más limitada, y en su mayoría se hacía de forma *amateur* y aislada. El bajo número de publicaciones científicas de esa época son testigo. Solo pocos investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR), el Ministerio de Salud (MS), el Ministerio de Agricultura (MAG), la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) y el Instituto Costarricense de Electricidad investigaban en sus ratos libres, más como un *hobby* que como una actividad formal. Pocos institutos privados de interés público como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y, un poco

1 Universidad Nacional, Costa Rica, edgardo.moreno.robles@una.ac.cr, ORCID, Escuela de Medicina Veterinaria. Profesor Emérito.

más tarde –en los años sesenta–, la Organización de Estudios Tropicales (OTS) y el International Center for Medical Research and Training (ICMRT), tenían relaciones con la UCR y el MS. Estos últimos centros tenían financiamiento externo que les permitía mayor flexibilidad administrativa y financiera; eran los "parientes ricos" dentro del contexto nacional.

En 1973 se unió la Universidad Nacional (UNA) –la necesaria– y dentro de ella la Escuela de Medicina Veterinaria (EMV). La EMV tenía un grupo de profesionales que provenían de América del Sur, México, Cuba, Europa, Israel y costarricenses entrenados en el exterior. Incluso de repúblicas del llamado bloque comunista. La mayoría de los profesores de América del Sur habían llegado con "becas" Pinochet, Bordaberry o Videla; todos nombres de dictadores del Cono Sur, con lo que sarcásticamente se esbozaban las razones por las que estos académicos debieron salir expulsados de sus países. A pesar de la tragedia de abandonar su tierra, su presencia enriqueció a la UNA, la EMV y al país.

En los años setenta y principios de los ochenta, algunos científicos con doctorados en universidades de los Estados Unidos y Europa llegaron al país para hacer investigación científica más competitiva y profesional, percatados de las ventajas de trabajar en grupo por lo que unieron esfuerzos en las universidades públicas para afrontar las adversidades filosóficas, administrativas y financieras, manteniendo una temática clara y pertinente. Así, el Programa de Investigación en Enfermedades Tropicales (PIET) de la EMV surgió en los años ochenta, gracias a la visión de varios académicos sobre la urgencia de estudiar las infecciones zoonóticas (trasmitidas de los animales a los humanos), que procuraron los recursos para hacer investigación de excelencia. El objetivo era profesionalizar la actividad científica y convertirse en un programa de educación y motivación, con una administración facilitadora que comprendiera las necesidades de los investigadores. Había que eliminar los viejos hábitos –en particular el amateurismo científico–, y propusieron trayectorias temáticas claras y estrategias sostenibles.

Los buenos resultados son evidentes y los investigadores del PIET han generado un vasto e importante número de trabajos científicos, y están entre los más prolíficos de la UNA y del país. A escala regional, el PIET es reconocido por la calidad de los servicios en la formación y adiestramiento de jóvenes, su participación en los posgrados de las universidades públicas, la

asesoría a las comunidades y por los cursos en los que participa. El PIET ha graduado cerca de setenta estudiantes de grado y posgrado –principalmente de Centroamérica– y ha participado en múltiples eventos científicos junto con otras instituciones de América Latina, Estados Unidos y Europa. Sus investigadores han sido directores del Programa de Posgrado en Ciencias Biomédicas Centro América/Karolinska (KIRT) que graduó cuarenta estudiantes de maestría y dieciocho de doctorado; esto con NeTropica, una red de financiamiento y promoción de la ciencia para los investigadores de las universidades centroamericanas y del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), una organización para la colaboración científica. El PIET también ha sido un centro de referencia de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Recientemente, forma parte de la red de cursos avanzados sobre la genómica de patógenos bacterianos, en colaboración con la Fundación Wellcome Trust, de Inglaterra (Wellcome-Trust).

Internacionalmente, el PIET es reconocido por sus contribuciones científicas, reflejadas en las citaciones indexadas, por la integración de sus miembros en diferentes consejos editoriales e invitaciones a cursos y congresos. Los laboratorios del PIET han sido centro de referencia, diagnóstico y taxonomía de patógenos tropicales; así como de importantes zoonosis. Varios de sus miembros han sido galardonados con premios internacionales y nacionales e integrantes de ministerios, academias y asociaciones científicas de prestigio. Seis investigadores que realizaron sus trabajos científicos parcial o totalmente en el PIET obtuvieron el Premio Nacional de Ciencias Clodomiro Picado Twight. Reconocimientos como el Premio King Baudouin de la International Foundation for Science (IFS), el Premio para Científico Joven del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), Premio de la "Third World Academy of Sciences" (TWAS), las asignaciones a Catedrático Humboldt, Catedrático Orange y otros galardones son parte de los reconocimientos otorgados a sus investigadores. Tres miembros del PIET son miembros de la Academia Nacional de Ciencias. El PIET es uno de los estandartes de la UNA y un ejemplo de cómo se puede realizar investigación de excelencia en un país pequeño de medianos ingresos.

Los inicios del PIET: período 1986-1994

Después de la creación de la EMV en 1974, el doctor Alfio Piva Mesén –quien, además de rector, fue el fundador y director de la EMV– reclutaba jóvenes para entrenarlos en el exterior e incorporarlos en el contingente académico de ese recinto. La UNA, con ayuda del Conicit, fundado en 1972, logró integrar a investigadores bien formados en universidades de excelencia. La EMV tenía relaciones académicas con la Universidad de Wisconsin-Madison (UW-M) a través del Tomas Yuill, profesor e investigador de esa universidad, quien, además, colaboraba con la OTS en Costa Rica. El Dr. Yuill sirvió de "puente" para que algunos jóvenes de la EMV se educaran en la UW-M. Dentro de este plan, en 1975, me convertí en el primer becado para estudiar en UM-W bajo la tutela del doctor David Berman, un veterinario inmunólogo especialista en brucelosis. Cuando regresé, en 1980, con mi doctorado en mano, no tenía laboratorio para trabajar en la EMV, por lo que me asignaron al Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular (CIBCM) de la UCR. Sin embargo, siempre me mantuve ligado a la EMV, que era mi unidad base en donde impartía clases de grado y posgrado.

Fue a principios de los años ochenta, cuando conocí a Luis Rodríguez Roque, un entusiasta veterinario recién graduado de la EMV que deseaba estudiar virología. La UW-M se presentaba como una alternativa para Luis Alfio Piva, entonces rector, recurrió a Thomas Yuill, quien ayudó a que Luis obtuviera una beca para estudiar bajo la tutela del Dr. Bernard Easterday y el Dr. Geoffrey Letchworth. A él le siguieron otros investigadores educados en UW-M, tales como Magaly Caballero, quien también formaría parte del PIET.

En 1985, Luis Rodríguez regresó con su doctorado a Costa Rica y se incorporó a la EMV. Algunos de nosotros teníamos ayuda económica para hacer investigación de la IFS, la TWAS y otras. Luis Rodríguez había logrado un proyecto de la IFS para investigar estomatitis vesicular: una enfermedad zoonótica del ganado con similitudes a la aftosa. Con esa ayuda, Luis inició sus investigaciones, pero, al igual que los demás, tenía problemas para administrar localmente los fondos y para adquirir equipos.

Ninguna de las universidades públicas del país tenía idea de cómo manejar fondos externos ni donaciones, por lo que era casi imposible administrarlos localmente. Otro problema era la compra de equipo de mediano y de gran calibre. Los fondos eran insuficientes. El tercer problema era la compra e importación de reactivos químicos y biológicos, lo que era un verdadero dolor de cabeza. Los trámites universitarios eran lentos, engorrosos y las oficinas eran totalmente inexpertas en esas diligencias. La dificultad principal era con los reactivos que necesitaban refrigeración, congelación u otras condiciones especiales. El cuarto inconveniente era el espacio físico para la investigación, era insuficiente y poco adecuado. Las construcciones en las universidades no pensaban en investigación, solo en docencia. Por último, estaba el pobre acceso a la literatura científica, pues el número de revistas en las universidades públicas era limitado.

También había un aspecto filosófico difícil de esgrimir. Mucha gente no entendía la necesidad de hacer investigación en Costa Rica. La idea imperante era que se trataba de una curiosidad innecesaria, por lo que muchas personas se oponían a la emergencia de grupos de investigadores. A modo de anécdota, un connotado exdirector del Banco Central me dijo a finales de los años ochenta que "le parecía una pérdida de tiempo que en Costa Rica se hiciera ciencia básica"; que para eso estaban los países desarrollados y que, por lo tanto, era inútil dar financiamiento en el país a esos "entusiastas". Aunque la perspectiva ha cambiado en las universidades públicas, no sucede lo mismo con el Estado y la empresa privada; ellos tienen una posición contraria a la investigación básica, como lo demuestra la desintegración del Conicit y el exiguo apoyo económico que reciben los científicos del país.

Desde un principio, Luis Rodríguez tenía el deseo de hacer un instituto de investigación, algo que reiteradamente me comentó. La creación de un instituto era un problema complejo ya que requería la aprobación del Consejo Universitario y la asignación de un presupuesto. El doctor Alfio Piva, entonces director de la EMV (por segunda vez), recomendó crear un programa de Investigación dentro de la EMV; esto solo requería la aprobación del Consejo Director. El siguiente paso fue reclutar investigadores con la misma filosofía respecto a la administración, funcionamiento de laboratorios, personal científico y de cómo hacer ciencia. Así se presentó una propuesta coherente de un frente común a la dirección de la EMV.

El primer científico a quien Luis reclutó en 1982 fue a Rodrigo Zeledón, un connotado microbiólogo con un tiempo parcial en la EMV. Rodrigo era un especialista en tripanosomiasis y leishmaniasis. Además de tener dinero de la OPS para sus investigaciones, Rodrigo había sido el promotor del Conicit y, más tarde, en 1986, del Mycit, siendo el primer ministro de la cartera, por lo que tenía "músculo político", lo que –a todas luces– era conveniente. Otros investigadores que se incorporaron fueron Jorge Villalobos, un veterinario toxicólogo, director de Farmacología de la EMV, y Julio Rojas, un veterinario que había estudiado Medicina Preventiva en la Universidad de California en Davis. Más tarde, Julio obtuvo el Doctorado en Salud Pública en la Universidad de Johns Hopkins y regresó al PIET para incorporarse junto con su grupo de investigación.

Yo me suscribí al PIET como miembro colaborador ya que mi laboratorio estaba en el CIBCM de la UCR. Ahí trabajaba bajo el Convenio UNA-UCR, en compañía de microbiólogos, biólogos, veterinarios, técnicos asistentes y estudiantes en temas como brucelosis, leucosis vírica bovina y hepatitis humana. A pesar de la distancia, mi actividad siempre estuvo ligada a la EMV, unidad de la que dependía administrativa y salarialmente; la razón por pertenecer al PIET era conveniente. Yo tenía financiamiento de la IFS, la TWAS y de la Cooperación Técnica Alemana GTZ, lo que daba cierto respiro para hacer investigación. Sin embargo, la administración de fondos era un problema recurrente.

Con el equipo de investigadores formado, la propuesta para la creación del PIET fue aprobada por la EMV en un acto solemne a mediados de 1987, no sin la oposición de sectores que alegaban que la investigación científica era una actividad que interrumpía la docencia, que (para ellos) era la prioridad. Obviando ese estorbo, el primer acto fue crear el Consejo Científico del PIET, órgano rector de las actividades, el que estaba formado por los investigadores que tuvieran proyectos inscritos en el PIET y sus laboratorios como parte de las facilidades del programa. El primer coordinador del PIET fue Luis Rodríguez en 1987, quien además estaba a cargo del Laboratorio de Virología.

Se creó una oficina aprovechando un laboratorio seccionado y se nombró a una secretaria y a un chofer, algo insólito para la época. Fue posible coordinar el manejo de presupuestos, compra de equipos y reactivos, desalmacenaje de materiales de las aduanas, mensajería, giras, compra de revistas y libros, arreglo

de equipos, y relación con los administrativos y las autoridades universitarias; todas acciones necesarias para que la investigación pudiera hacerse profesionalmente. Aunque el PIET empezó en 1987, fue hasta julio de 1988 que se inscribió en la Vicerrectoría de Investigación. Actualmente, el PIET es el programa vigente más antiguo de la UNA.

Desde el principio, se compartieron los recursos de los laboratorios que conformaban el PIET; en particular, los grandes equipos. Es decir, funcionaba (y aún funciona) como una confederación de laboratorios, con cierta independencia, pero trabajando en proyectos conjuntos. Así, se logró maximizar el uso de los laboratorios y repartir los costos de operación, se respetó la independencia de cada proyecto. Los beneficios fueron inmediatos: la oficina del PIET tuvo un teléfono para llamadas internacionales –poco común en la UNA de aquel tiempo–, el primer facsímil de la UNA, fotocopiadora, computadoras, un casillero internacional, un *pick-up* y un chofer para las giras. Con la excepción del espacio físico, salarios, agua y electricidad, todas las compras de equipos para la oficina, docencia y de los laboratorios, así como servicios profesionales y becas de estudiantes venían de los proyectos del PIET. Ello incluía el pago de las publicaciones, correo y desalmacenaje. Así se estableció un eficiente modelo semiautónomo.

Lo anterior facilitó la interacción con investigadores dentro y fuera del país, con las agencias que daban fondos, las compañías farmacéuticas, los vendedores de equipos y materiales, las aduanas, las revistas especializadas y otras asociaciones necesarias para que la investigación científica prosperara. La autonomía parcial del PIET levantaba sospechas dentro de la EMV y hubo detractores, pero también aliados. Algunos de estos últimos, también lograron asociarse y formar grupos productivos dentro de la EMV y fundaron el Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales (PCVET) y el Programa integrado en Medicina Poblacional, siguieron el modelo semiautónomo de gestión que proporciona cierta independencia dentro del rígido sistema de la administración pública.

Frecuentemente se piensa que la investigación sucede en el contexto de un vacío administrativo. No es así. Los investigadores son personas dependientes de la administración y si ella renquea, la investigación no camina. Así, detrás de cualquier centro de investigación de prestigio, hay una oficina instruida que administra.

Entre más eficiente es, mejor marcha la ciencia. Por eso, la oficina del PIET desde un principio fue central.

Como dato curioso, el primer aparato de facsímil del PIET fue también el de la Rectoría. Desde esa pequeña oficina del PIET, se enviaban y recibían los facsímiles del rector y del Consejo Universitario. Eso ilustra la eficiencia administrativa que había logrado el PIET (y la pobreza de la UNA) en esa época. En 1993, el PIET fue el primer recinto de toda la UNA en tener Internet (antes *Bitnet*). Esto, gracias a los esfuerzos de Luis Rodríguez y a la colaboración del doctor Guy de Teramond, quien había incorporado esta tecnología en la UCR. Nos comunicábamos por la red telefónica; el navegador que usábamos era *Nexus* y, después *Netscape*. Incluso tuvimos ese sistema antes que muchos institutos de países ricos. Un investigador francés que nos visitó y quien fue testigo de cómo trabajaba nuestro sistema, reclamó airadamente a su prestigioso instituto, de "cómo era posible que un laboratorio de una universidad centroamericana tuviera internet antes que ellos". Todo condujo a una racionalización y aprovechamiento de los recursos. Se estableció el principio de "hacer lo que está escrito y escribir lo que se hace" para promover la publicación científica de resultados y evitar esfuerzos fútiles en actividades poco planificadas.

Otro aspecto fue el establecimiento de vínculos intra e interinstitucionales a escala nacional e internacional. La colaboración entre PIET y centros como el Instituto Clodomiro Picado, la Facultad de Microbiología, el CIBCM, el Catie, la OTS, ICMRT, el Laboratorio de Radioinmunoensayo de la CCSS, el Senasa y otros promovía el desarrollo científico y contrastaba con las mezquindades y rencillas de otras épocas. Además, los vínculos con instituciones internacionales de excelencia como la U-WM, la Universidad de Louisiana, el Instituto Max Planck, el Instituto Karolinska, The United States Department of Agriculture (USDA), la Universidad de Giessen, la IAEA, la OPS y otras permitieron la renovación del apoyo científico desde una perspectiva diferente.

Algo poco común para las universidades públicas fue la venta de servicios. Desde 1982, mi laboratorio –entonces, ubicado en el CIBCM– cobraba por el diagnóstico de la leucosis vírica bovina y de la brucelosis: dos enfermedades importantes del ganado. Esto era visto con sospecha por varios sectores, pero apoyada por otros. Cuando Luis llegó a la EMV en 1986, él se hizo responsable del diagnóstico de la leucosis y de otras

virosis de interés veterinario, mientras que el diagnóstico de la brucelosis siempre quedó a mi cargo. Con el tiempo, Carlos Jiménez, graduado en la Universidad de Giessen en Alemania, se hizo responsable del Laboratorio de Virología. Él promovió la ampliación de la venta de servicios y de diagnóstico que combinaba con la investigación. Otros laboratorios del PIET también vendían servicios de diagnóstico. Esto servía para mantener la sección administrativa mediante el cobro de un pequeño porcentaje a los proyectistas del PIET. Parte de ese fondo se usaba para comprar revistas científicas que, en esa época, llegaban en forma física por correo. Poco a poco, la gestión del PIET se hizo evidente ante la comunidad científica.

También hubo envidias. Entre los pasillos –y raramente en una confrontación franca– había gente que nos criticaba. Nos veían como "los ricos" y "privilegiados". Ricos nunca fuimos y en ocasiones pasamos penurias, pero por fortuna los fondos siempre estuvieron presentes. En cuanto a los privilegios, no puedo hablar por los demás. En la medida que teníamos la libertad para investigar lo que nos diera la gana, éramos privilegiados. El éxito trae privilegios, pero también responsabilidades.

Un aspecto que potenció al PIET fue la Fundación Pro-Ciencia, Arte y Cultura de la Universidad Nacional (FUNA) creada entre 1982-1983 por varios académicos conscientes de la imposibilidad de la administración universitaria para manejar fondos internacionales y de la venta de servicios. Por razones prácticas, administrativas y legales, la FUNA empezó sus funciones en 1986. Desde el PIET, fue uno de los primeros programas en canalizar fondos provenientes de agencias internacionales y de la venta de servicios a través de una fundación universitaria. A cambio, la FUNA cobraba un porcentaje razonable. La relación entre el PIET y la FUNA se mantuvo por veinte años, hasta el momento en que, por razones políticas, la administración de la UNA decidió romper relaciones con la FUNA, lo cual obligó a los usuarios a trasladarse a una nueva fundación (Fundauna). La relación cercana entre el PIET y la FUNA permitió que ambas instituciones emprendieron una aventura conjunta, y se convirtieron en un ejemplo para el manejo de recursos externos por parte de las fundaciones que surgieron años después en otras universidades estatales.

Durante el primer periodo, el PIET se consolidó incorporando a investigadores como el veterinario virólogo Carlos Jiménez, la bacterióloga Magaly Caballero Castillo y al entomólogo Marco

Vinicio Herrero, entrenado en Oklahoma. Cada uno de ellos se incorporó con su equipo de técnicos, colaboradores, estudiantes y fondos para investigación. La consolidación del PIET y la evolución de los laboratorios en la EMV aceleraron mi incorporación tiempo completo en la EMV a partir de 1990, con lo cual se concluyó el convenio entre la UNA y la UCR. Con la ayuda de la microbióloga Margarita Ramírez y del técnico Edgar Bolaños, trasladamos los equipos, materiales y reactivos del CIBCM a la EMV, e instalamos el Laboratorio de Inmunología en la EMV en el espacio que había sido del Laboratorio de Fisiología, recinto antes ocupado por Richard Taylor, quien había logrado una posición en la EARTH. Aun así, la colaboración entre el PIET y la UCR se mantiene cercana; particularmente, con el Sistema de Estudios de Posgrado, que incluye al Doctorado en Ciencias, la Facultad de Microbiología y el Instituto Clodomiro Picado (ICP).

Contiguo al Laboratorio de Inmunología, estaba el bien equipado Laboratorio de Virología donde trabajaban Luis Rodríguez y Carlos Jiménez junto con los técnicos Rocío Cortés y Jorge Prendas. Ambos laboratorios comparten un pequeño espacio común. Prendas fue en un principio entrenado como técnico en micología por el doctor Leonel Mendoza, que migró a los Estados Unidos. Por eso, Jorge se hizo cargo del diagnóstico de enfermedades producidas por hongos en el laboratorio contiguo a las oficinas del PIET, el que sería origen de controversia. En 1993, Edgar Bolaños, excepcional técnico en cultivo de tejidos, renunció por razones ajenas a su trabajo; decisión que nos tomó por sorpresa. Por su parte, Margarita, quien había sido mi cercana colaboradora en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos, no tenía contrato con la UNA, y mis proyectos carecían del dinero suficiente para sostenerla; así que, sin poderlo remediar, aceptó un puesto en la UCR. En el lugar de Edgar llegó Daphnne Garita, una diplomada en microbiología que fungió como técnica del Laboratorio de Inmunología hasta el día de su pensión en el 2020.

Enfrente de los laboratorios de inmunología y virología estaban los de toxicología y de parasitología. El primero era coordinado por Jorge Villalobos junto con el técnico Rodolfo Porras y el segundo por Rodrigo Zeledón con sus técnicos Rodolfo Pereira, Luis Fernando Retana y Heriberto Gutiérrez. Rodrigo colaboraba en leishmaniasis y tripanosomiasis con el epidemiólogo Julio Rojas. El Laboratorio de Bacteriología era coordinado por Magaly Caballero, quien trabajaba con el técnico Javier González,

se brindaba diagnóstico bacteriológico a las granjas avícolas y a los productores de leche y carne. El Laboratorio de Entomología era coordinado por Marco Vinicio Herrero, quien trabajaba con la bióloga Ana Jiménez, principalmente con flebótomos, mosquitos y garrapatas. Además, se instaló un cuarto de lavado y esterilizado a cargo del técnico Pedro Morales. También había un bioterio de pequeños mamíferos contiguo a las cuadras y se adaptó una bodega en lo que debería haber sido un quirófano. Este último siempre fue motivo de disputa con otros sectores de la EMV. En ese entonces, Luis Rodríguez, como coordinador del PIET, tuvo la asistencia de varias secretarias y choferes itinerantes que permanecían poco tiempo. Más tarde, esas posiciones se consolidaron. Era común que, tanto los investigadores como los técnicos, nos reuniéramos a mejenguear en un predio junto al río, con la presencia de un público "criticón" que se burlaba de nuestras chapuzas. Esto ayudaba a unir al grupo.

La innovación siempre fue una prioridad. En 1989, el Laboratorio de Virología secuenció ADN por el método Sanger, años antes que otros laboratorios de Costa Rica y de muchos de América Latina. El procedimiento de secuenciación de ADN, además de difícil, requería de nucleótidos marcados con isótopos radioactivos, por lo que el PIET también tuvo que aprender a usar radiactividad y, sobre todo, a importar isótopos, lo que es engorroso. A partir de 1990, el Laboratorio de Inmunología producía anticuerpos monoclonales: una técnica que requería un laboratorio sofisticado de cultivo de tejidos, de ultracongelación y de cepas puras de ratones. Gracias a una donación, Luis Rodríguez adquirió y puso a funcionar el primer aparato de PCR del país en 1990, un "DNA-Thermal Cycler" (TC1) de aceite que calienta y enfría las muestras mediante bloques de metal. El procedimiento era manual y requería mucho tiempo y destreza. Después se instaló una unidad de ultracentrifugación y de radioinmunoensayo. Además, el PIET tuvo el primer microscopio de fluorescencia con una cámara enfriada por helio que permitía hacer fotografías de alta resolución en capas. Magaly Caballero, en colaboración con el doctor Manuel Chirino de la Universidad de Saskatchewan de Canadá, estableció el primer laboratorio para el diagnóstico veterinario de enfermedades bacterianas, con apoyo de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA), proyecto que se mantuvo hasta que Magaly se pensionó en 2005. El Laboratorio de Bacteriología sigue funcionando en

una nueva modalidad con la dirección del doctor Elías Barquero, actual miembro del PIET.

El PIET se apuntaló como una confederación multidisciplinaria de científicos, cuyo interés era hacer y promover la investigación, la enseñanza de grado y posgrado sobre enfermedades tropicales de los animales y de las zoonosis a escala nacional y regional. Con un contingente de investigadores bien establecido, el PIET participó en la creación del PCVET en 1989, inicialmente coordinado por el veterinario Eduardo Müller. Por sus labores como investigador, Luis Rodríguez fue galardonado por la IFS con el premio King Baudouin en 1992 y, en el mismo año, con el Premio Nacional de Ciencia Clodomiro Picado Twight (el primero para la UNA), lo que demuestra el impulso científico que el PIET mantenía.

La consolidación del PIET: periodo 1995-2007

Los que hemos hecho labores de administración sabemos que es una actividad desgastante. Se acentúa más cuando el esfuerzo involucra la creación, funcionamiento y consolidación de un centro de investigación constituido por diferentes personalidades. Los científicos no somos fáciles y nuestra idiosincrasia es particular. Como es natural en la evolución de las comunidades de investigadores, el PIET se fue haciendo más complejo, en la medida que se iba profesionalizando. A Luis Rodríguez no le eran ajenos los problemas y lidiaba con ellos de manera eficiente. Además de ser un trabajador incansable, Luis ejercía un liderazgo coherente con sus convicciones. Eso generó diferencias, las que son comunes entre los grupos con diversidad de pensamiento. Además, persistía un sector en la EMV que veían con desconfianza y algo de envidia el devenir del PIET que, sin duda, era exitoso, "rico" y había logrado cierta influencia en el ámbito universitario del país.

Luis Rodríguez había establecido amistad con Stuart Nichol de la División de Enfermedades Virales y Rickettsiales del CDC de los Estados Unidos, con la cual colaboraba sobre el virus de la estomatitis vesicular. En 1993, Luis fue invitado a una pasantía al CDC: evento que lo alejaría por un tiempo. Hablamos sobre

el asunto, y mi recomendación fue que aceptara la invitación, ya que era una excelente oportunidad para renovar bríos. Era la ocasión para que Luis se diera un respiro. Después de todo –pensé–, sería solo por un tiempo. Su laboratorio y sus clases de virología estaban cubiertas por Carlos Jiménez. Además, yo, como subcoordinador del PIET, asumiría la administración en su ausencia. Así las cosas, Luis pidió permiso a la EMV para trasladarse, primero por seis meses, seguido por un año y después por dos años, para finalmente renunciar a la UNA cuando le ofrecieron un puesto en USDA, en Plum Island, Nueva York. Luis fue la primera pérdida sensible del PIET. Tras una breve elección, me convertí en 1995 en el segundo coordinador del PIET.

Luis mantuvo contacto con el PIET y estableció proyectos comunes por varios años; particularmente, con Carlos Jiménez y Marco Vinicio Herrero. La amistad con Luis permanece y cuando tenemos oportunidad nos vemos, platicamos, recordamos viejos tiempos y compartimos ideas sobre planes futuros. Luis es un buen investigador y su carrera ha sido exitosa y productiva. Siempre he pensado, que en medio de las vicisitudes que se presentan a los científicos, es mejor que se aprovechen afuera, antes de que se malogren en Costa Rica, como ha sucedido con algunos bien entrenados profesores que ahora vegetan en sus unidades académicas. Muchos hemos tenido dudas, y no sabemos bien por qué nos quedamos. Es una decisión personal. La resiliencia y la familia son elementos necesarios para permanecer, pero no solamente. El propósito de Luis es regresar a su finca en Guanacaste, cerca de la playa donde puede ir a pescar. En una ocasión me dijo: "siempre he sido un polo, me gusta la paz del campo". Luis había puesto su sello y fundado al PIET. Yo mantuve el estilo incorporando cambios paulatinos de acuerdo con la evolución de los grupos, de la EMV y de la UNA.

Aunque los proyectos habían conseguido fondos, las administraciones universitarias de 1995-2005 no fueron favorables para la EMV ni para el PIET. Hubo grandes restricciones económicas; en particular en la renovación de personal y el mantenimiento de la planta física. Esto nos obligó durante diez años a establecer un "malabarismo" político y económico. Pagamos cosas que se estiman obligatorias para la universidad, como el teléfono y facsímil y el servicio de internet con la Radiográfica Costarricense (RACSA). Hasta el papel higiénico teníamos que comprar del fondo común de nuestros proyectos y pagarle a

alguien para que limpiara los laboratorios, los baños y recogiera la basura. Incluso los arreglos de las goteras de los techos. Debido a que nuestros destiladores no daban abasto, conseguimos que el sistema de producción para transfundibles de la CCSS nos regalara agua destilada. La Cervecería nos daba el hielo seco. Todos los desalmacenajes eran tramitados desde el PIET y los bienes recogidos por Adrián (Za-Za), el que era conocido en el sistema de aduanas por su tesón. El personal de la aduana prefería tramitar de forma expedita las importaciones antes que enfrentarse a la retahíla de Adrián.

Así funcionamos por mucho tiempo. Por fortuna el PIET tenía el prestigio y el músculo para resolver las adversidades. Varias acciones que ayudaron fue la coordinación de programas internacionales, ser un laboratorio de referencia de la OPS y un centro de operaciones para cursos y desarrollo de técnicas diagnósticas de la IAEA. Además, durante ese periodo, en el PIET se coordinaban el Programa Internacional de Investigación y Formación con el Instituto Karolinska en Suecia (KIRT), y de la Red de Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales de Centroamérica (NeTropica).

A partir de 1995, mis funciones como coordinador y mis acciones se complementaban con mis labores académicas y como decano del KIRT, que ejercía, desde 1991, un programa de posgrado para estudiantes de la región en colaboración con el prestigioso Instituto Karolinska en Suecia, encargado de otorgar el Premio Nobel en Medicina. El KIRT recibía apoyo financiero de SAREC y de SIDA. El PIET era el centro de operaciones de ese programa, el que coordiné con la ayuda de un asistente de habla inglesa. La primera fue la británica-española Natasha McIver, una traductora profesional, la segunda fue una especialista en literatura inglesa, la canadiense Heather Strump y el tercero fue Scott Downing, un administrador estadounidense. Scott fue sustituido por Gregg Pancoast un administrador eficiente y talentoso quien, además, era misionero pacifista. Finalmente, Christina Tsagaraki, una historiadora del arte y administradora de proyectos griega se concluyó en el 2012. Todos ellos se integraron bien al PIET y fueron en su momento de gran ayuda, colaboraron en la revisión y redacción de manuscritos científicos y proyectos para la consecución escritos en inglés. De ellos aprendimos mucho.

El KIRT tuvo un impacto favorable en las universidades centroamericanas. Era un modelo tipo "sándwich", con dos tutores:

uno centroamericano y el otro sueco, que servían como guías del estudiante. Parte de la investigación se hacía en Centroamérica y parte en Suecia. Durante 11 años se graduaron del KIRT, 40 de maestría y 18 de doctorado, los que en su mayoría llegaron a formar parte del compendio académico de las universidades centroamericanas y de Panamá. En ese sentido, el PIET, la UNA y la UCR no fueron la excepción; varios de sus miembros fueron connotados estudiantes del programa KIRT.

Durante la primera época del KIRT, los fondos del programa eran administrados por el CSUCA. Ese panorama cambió cuando el CSUCA fue intervenido políticamente en 1991 por autoridades de universidades centroamericanas, alegando "controversias" sobre la autonomía con que el CSUCA manejaba los proyectos y los fondos correspondientes. Al final, los alegatos quedaron en entelequias. Sin embargo, debido a la intervención, el CSUCA colapsó, y todos los proyectos y los fondos correspondientes –incluyendo el nuestro apoyado por SAREC/SIDA–, fueron retirados con consecuencias nefastas. Actualmente, el CSUCA es apenas un trasunto de lo que fuera en los años ochenta, con una pequeña oficina en Guatemala y con pocos proyectos de envergadura y mucha parafernalia.

Así las cosas, tuvimos que solicitar la ayuda de la Fundación para el Desarrollo Económico y Social de Centroamérica ubicada en Panamá y dirigida por Jorge Arozamena (entonces, rector de la Ciudad del Saber en Panamá), la que accedió a administrar los dineros. A principios de los años noventa, la comunicación con otros países era lenta, así que la oficina administrativa del PIET fue fundamental para el manejo de los fondos del KIRT a "larga distancia", lo que era harto complicado, pero de gran utilidad y experiencia adquirida.

Debido a estos inconvenientes, iniciamos conversaciones con SAREC/SIDA sobre la conveniencia de trasladar los fondos a Costa Rica, pero había resistencia de la agencia sueca para depositar los fondos en las universidades de Centroamérica. El programa KIRT era regional, razón por la que los fondos fueron administrados desde un principio por el CSUCA, una instancia regional. Eso ocurría con otras agencias como el DAAD de Alemania y proyectos apoyados por SIDA y por Holanda. Entonces, en 1992, invitamos a los representantes de SAREC/SIDA a visitar el PIET y a la FUNA. Los representantes suecos quedaron convencidos de nuestra propuesta y, a partir de entonces, los fondos del KIRT (y

más adelante los de otros programas) fueron manejados por el PIET con la ayuda de la FUNA. El asunto no fue sencillo, pues el monto llegó a ser de más de un millón de dólares por ciclo, con movimiento de estudiantes de Centroamérica a Suecia, compra de equipo, becas y otros rubros. La experiencia se extendió a otros ámbitos universitarios del país.

De 1995 al 2007, el PIET organizó cursos, simposios nacionales e internacionales, entrenó investigadores de América Latina, graduó estudiantes de grado, posgrado y produjo un contingente de investigaciones en las áreas de virología, parasitología y bacteriología. Los laboratorios permanecieron con pocos cambios. Sin embargo, algunas zoonosis causadas por virus animales, la leishmaniasis y la brucelosis, tomaron cierta preponderancia y auge en comparación con otros temas. Del mismo modo, la venta de servicios se convirtió en una actividad permanente, con el inconveniente de que se realizaba (y aún se hace) en los laboratorios de investigación.

En 1997-1998, decidí hacer un sabático en el Centro de Inmunología en Marsella-Luminy, por lo que la coordinación del PIET quedó interinamente a cargo de Magaly Caballero. Durante mi estadía en Francia, me visitaron los entonces estudiantes del KIRT Caterina Guzmán y Esteban Chaves, quienes solicitaron trabajar en el PIET a su regreso a Costa Rica. Y así fue. En el año 2000, ambos se incorporaron al PIET, pero en diferentes calidades: mientras Esteban ya se había doctorado, a Caterina le faltaban dos años. Staffan Arvidson del Instituto Karolinska, y mi persona actuábamos como los cotutores de Caterina. Ella concluyó con éxito su doctorado en el 2002. Así, el PIET se enriqueció. Esteban Chaves fue galardonado con el premio TWAS en el 2001 y el año siguiente, Caterina con el premio Nacional de Ciencias, Clodomiro Picado Twight, fue la primera mujer en obtenerlo. Posteriormente, en el 2021, Esteban también obtendría el premio Nacional de Ciencias.

A partir de 1999, el programa KIRT concluyó. Sin embargo, debido a la necesidad de darle continuidad, el programa evolucionó como una red para el apoyo educacional y financiero en enfermedades tropicales en Centroamérica, conocida como NeTropica, coherente con la temática investigativa del PIET. NeTropica daba financiamiento para proyectos de colaboración en enfermedades infecciosas entre los laboratorios centroamericanos y suecos, con evaluación de pares externos. Fui el coordinador

general de este programa hasta el 2003, año en el que Esteban Chaves, trabajando en el PIET, tomó la coordinación. Al igual que el KIRT, las finanzas de NeTropica estuvieron a cargo de la FUNA hasta el 2005, cuando la UNA rescindió el contrato con la FUNA. A partir de ese evento, Esteban, quien además de investigador del PIET era docente de la UCR, logró que los fondos de NeTropica fueran administrados por FUNDEVI de la UCR, hasta la conclusión del proyecto en 2013. Durante todo el periodo, el PIET logró prestigio regional en la investigación y entrenamiento en enfermedades tropicales.

Esteban había sido nombrado docente interino en la Facultad de Microbiología de la UCR a partir del 2002. Eso le permitió tener seguridad laboral. Por otro lado, Caterina estaba en ascuas, pues no tenía un nombramiento fijo. Afortunadamente, yo tenía un proyecto con la Unión Europea, que permitió mantenerla como investigadora adscrita al PIET por un tiempo. Los esfuerzos que habíamos hecho para incorporarla como docente a la EMV habían sido hasta el momento infructuosos. Como mencioné, en esa época la administración universitaria nos fue desfavorable. La EMV y el PIET habían votado en bloque por el grupo contrario (perdedor) en las elecciones por la rectoría de la UNA. Además, los programas de la EMV que estaban entre los principales usuarios de la FUNA, incluido el PIET, habían dado su respaldo a la fundación. En esos años, la planta física se deterioró y los nombramientos se congelaron, como se puede constatar en los registros de la época. Incluso, algunas plazas se perdieron, lo que incrementó los problemas internos y la competencia. Todo eso y algunas cosas más agudizaron los problemas.

El Premio Nacional que Caterina obtuvo abrió una ventana de oportunidad para nombrarla por un tiempo parcial en la Cátedra de Bioquímica. Al premio se le había dado difusión y había logrado un buen *lobby*, que llamó la atención sobre la necesidad de inscribir a Caterina como investigadora en el país. Después de un largo cabildeo, logramos que la vicerrectora de Investigación de la UNA de esa época, Tatiana Láscaris, diera su apoyo y presionara sobre el asunto. En aquel tiempo, la cátedra estaba en manos de dos académicos que trabajaban un cuarto de tiempo en la EMV con pocas prácticas de laboratorio. Además, uno de ellos estaba por pensionarse. Todos elementos que usamos para hacer presión sobre las autoridades, las que eventualmente accedieron a nombrar a Caterina y asignarla a la Cátedra de Bioquímica.

Así, el contingente de investigadores del PIET se enriqueció con nuevos miembros. Sin embargo, también hubo algunas pérdidas.

A principios del nuevo siglo, Marco Vinicio Herrero, quien había servido como director del PCVET, se fue como investigador al CDC en los Estados Unidos. Cuando Marco regresó, se incorporó a la Escuela de Ciencias Biológicas fuera de la EMV. Aunque Marco siguió colaborando con el PIET, fue perdiendo asociación con los investigadores y el trabajo sobre artrópodos de importancia médica desapareció como temática. Del mismo modo, Julio Rojas y su equipo tomaron otros rumbos fuera del PIET a principios de los años 2000. Las áreas temáticas que prevalecieron fueron las de virología animal liderado por Carlos Jiménez, leishmaniasis y tripanosomiasis que dirigía Rodrigo Zeledón, el Laboratorio de Bacteriología en el que trabajaba Magaly Caballero y el grupo de brucelosis en los que participábamos Caterina, Esteban y yo con los técnicos y un contingente de estudiantes. El Laboratorio de Toxicología, coordinado por Jorge Villalobos, dedicado al tamizaje farmacológico y de productos naturales, permaneció marginalmente, pues ya no tenía proyectos debido a que Jorge estaba por pensionarse.

Carlos Jiménez había participado como profesor y tutor en el KIRT y en programas de posgrado de UNA y de la UCR. Además, fungía como consultor de la AIEA y del consorcio IICA-GTZ en el diagnóstico de enfermedades virales y colaboraba con Luis Rodríguez en USDA. Sus trabajos en virus de importancia económica en animales de producción e infecciones zoonóticas, algunas mediadas por coronavirus adquirieron relevancia. Nuestro grupo en brucelosis había crecido en diversidad temática, colaboraciones y reclutamiento de estudiantes. Con la consolidación de proyectos y la presencia de Caterina y Esteban, decidí tomar una beca con el DAAD, en el 2003, para trabajar en el Instituto Max Planck de Berlín, Alemania. Catarina Guzmán quedó como directora a.i. del PIET.

Aunque el PIET seguía funcionando bien, a mi regreso de Alemania a principios de 2004 hubo cambios. Los proyectos del doctor Zeledón habían concluido y, como consecuencia, su equipo de investigación se redujo, aunque seguía investigando algunos temas de flagelados. Por otro lado, Carlos Jiménez aspiraba a la dirección de la EMV lo que logró sin abandonar sus proyectos. Así, el Laboratorio de Virología permaneció activo y la investigación no se interrumpió. Finalmente, Magaly Caballero se

pensionó a finales del 2004, por lo que el Laboratorio de Bacteriología quedó sin áreas temáticas ni proyectos. Durante el 2005, el Laboratorio de Bacteriología funcionó de forma "milagrosa" bajo la dirección del PIET con la asistencia de técnicos y la ayuda de Marcia Ramírez, una veterinaria especialista en enfermedades aviares que trabajaba contiguo a ese laboratorio.

Durante mi estancia en el Max Planck, había estudiado cómo trabaja la inmunidad innata. A mi regreso, los estudiantes de microbiología Carlos Chacón y Elías Barquero iniciaron sus trabajos de graduación en el PIET. Esteban y Caterina también tenían un contingente importante de estudiantes. Una vez graduados, tanto Elías como Carlos se incorporaron como estudiantes del Posgrado de Bacteriología en la UCR e hicieron sus investigaciones en el PIET. En ocasiones, ambos asistían en las labores docentes de la EMV. Del mismo modo, Gabriela Hernández, una veterinaria recién, se incorporó al grupo de investigación en brucelosis como estudiante de posgrado de la UCR. Con el tiempo, estos tres estudiantes se convirtieron en investigadores centrales, y generaron un gran número de trabajos científicos. Desde un principio, para el PIET y sus investigadores ha sido una práctica común tener estudiantes de posgrado de todas las universidades centroamericanas. Incluso, de universidades privadas, como Ricardo Mora que se doctoró en el PIET y algunos otros.

Los siguientes años fueron muy productivos, particularmente, en el área de brucelosis. El grupo había crecido, las colaboraciones se incrementaron y el número de estudiantes aumentó. Además, se logró obtener financiamiento de algunas agencias y expandir el espacio físico del PIET, se logró una bodega y se adaptó el viejo quirófano como laboratorio de centrifugación, microscopía y más tarde de secuenciación de ADN y PCR. Como mencioné, ese espacio, desde un principio, fue un punto de controversia con otras unidades de la EMV. A pesar de todo, con el tiempo se volvió parte del PIET. Los únicos dolores de cabeza eran, por un lado, el Laboratorio y la Cátedra de Bacteriología, que andaban al garete sin coordinador ni proyectos. El otro problema era la falta de un laboratorio de bioquímica en donde Caterina pudiera realizar sus investigaciones. Ese segundo aspecto se había solucionado parcialmente utilizando parte del espacio en el que se hacía el diagnóstico de micología. Eventualmente, el asunto se resolvió dentro del contexto de una tragedia, como veremos más adelante.

Las cosas marchaban bien. La animadversión de las dos administraciones universitarias anteriores para con nosotros había terminado en el 2005; esto daba un respiro. Con el apoyo de la recién nombrada Rectoría de la UNA y con la visión amplia del Carlos Jiménez en la dirección de la EMV (por segunda vez), se abría una ventana de posibilidades para los cambios que necesitaba la Escuela y que se habían rezagado por diez años. Uno de los primeros logros fue la incorporación del doctor Mario Baldi a la Cátedra de Vida Silvestre, un especialista en enfermedades infecciosas en fauna educado en la Universidad de Londres en el Reino Unido y, posteriormente, en el Instituto de Ecología y Vida Silvestre de la Universidad de Viena, Austria. A Mario lo habíamos conocido como estudiante y sabíamos que era un investigador promisorio. Por esa razón, lo invitamos a formar parte del PIET en el 2006, para integrar una nueva área de estudio en enfermedades zoonóticas que se complementa perfectamente con el PIET.

Otra contratación afortunada fue la de Elías Barquero. Elías se hizo cargo del laboratorio y de la cátedra de bacteriología que andaban "patas para arriba". En ese momento, Elías era estudiante de maestría de la UCR; sin embargo, él conocía bien al PIET, pues había investigado ahí desde que era estudiante de licenciatura. Obtuvo su título de maestría en el 2007 y, posteriormente, el doctorado en el 2013. Por las investigaciones que hizo en el PIET, Elías fue galardonado con el Premio Nacional de Ciencias Clodomiro Picado Twight; con ese premio, agregó distinciones al programa. Por otro lado, Carlos Chacón había logrado un nombramiento en la Facultad de Microbiología de la UCR, por lo que su situación laboral estaba resuelta y su colaboración con el PIET consolidada, a pesar de trabajar en la UCR. Esta pluralidad, de perfiles y espacio para la colaboración entre las universidades, ha sido un distintivo del PIET.

En el 2006, Rodrigo Zeledón dejó la coordinación de sus proyectos y concluyó su ciclo con el PIET cuando se retiró de la EMV. Por otro lado, el PIET había logrado contratar a Reynaldo Pereira, un experimentado asistente de laboratorio que había trabajado con Rodrigo Gámez en la UCR. Él y yo habíamos establecido amistad cuando trabajamos en la UCR. Reynaldo se convirtió en la mano derecha de Caterina, lo que facilitaba las cosas. Además, en el 2005, yo me había convertido en el Gestor del Área de Salud del Programa CYTED. Con la asistencia de Daniela Álvarez-Keller

manejábamos varios proyectos internacionales que requerían tiempo. Con todos los cambios y los investigadores consolidados en el PIET, decidí dejar la coordinación del Programa. Fue un buen momento para la transición. De esta manera, Caterina asumió la coordinación del PIET a partir del 2007.

La prosperidad: periodo 2007-2020

Con Caterina Guzmán como coordinadora las cosas marcharon bien. La investigación iba viento en popa, y el dinero, aunque no abundaba, siempre estuvo presente gracias a nuestros esfuerzos. Por una década (del 2009-2019), los fondos FEES/CONARE abrieron una "ventana" de oportunidad para el financiamiento a través del sistema de universidades públicas. Las colaboraciones del PIET con la UCR y el TEC facilitaron la consecución de las ayudas, y los fondos concursables para la adquisición de equipo de la UNA nos mantuvieron a flote. Nunca tuvimos una época de "vacas gordas", pero, por lo menos, no eran "desnutridas", y pudimos renovar los equipos y remozar los laboratorios. Manteniendo la filosofía del PIET, Caterina lograba imprimir su estilo ordenado y de consenso.

Durante años tuvimos problemas para consolidar el Laboratorio de Bioquímica. También con personas, que de modo ligero se habían colado "por la puerta de atrás" en el sistema del PIET y que reclamaban beneficios sin contribuir a la investigación ni a la colaboración. A Luis Rodríguez le había tocado lidiar con empleados problemáticos que logró apartar del PIET, y yo como coordinador, tuve que retirar a personas improductivas que eran un mal ejemplo. Es desafortunado que en la Academia existan ese tipo de personas tan infructuosas, aunque debo decir que son más la excepción que la regla. A Caterina se le presentaban dos problemas difíciles: la falta de espacio en Laboratorio de Bioquímica convergía con la personalidad poco colaborativa y conflictiva de algunos personajes.

La Vicerrectoría de Investigación de la UNA introdujo en el 2007 varios cambios y los institutos, centros, proyectos y programas inscritos debieron renovar sus estatutos y actualizarlos. Los estatutos del PIET no se habían revisado desde la época de Luis Rodríguez; así que la dirección de la EMV designó a una comisión

formada por Elías Barquero, la parasitóloga brasileña Jaqueline Bianque de Oliveira y mi persona para analizarlos. En un mes pusimos a tono los estatutos. Después que Ada Cartín Brenes, una abogada de la UNA, los revisara con lupa; estos fueron presentados a la EMV y a la Vicerrectoría de Investigación. Sin preámbulo y pocas modificaciones, fueron aprobados. Ellos sirvieron como herramienta para las acciones que estaban por venir.

Caterina, como coordinadora, se enfrentaba al acoso y a las agresiones recurrentes que sufrían varias personas del PIET por parte de una integrante que furtivamente se había "colado" en el Programa. Después de un incidente de agresión, el Consejo del PIET en pleno decidió retirar a esa persona del Programa, lo que requirió varias reuniones con autoridades universitarias y abogados que comprendieron y avalaron la decisión del Consejo.

Resuelto ese penoso asunto, lo que restaba era el problema del Laboratorio de Bioquímica. La solución de ese problema inició con un evento trágico ocurrido en el receso de 2008. Era común que los funcionarios del PIET trabajaran durante el periodo oficial de vacaciones de la UNA, ya que las actividades de investigación no pueden desatenderse. Eso aplica, tanto para el personal científico, como para los estudiantes de posgrado. Ese era el caso de Jorge Prendas, quien dedicaba parte de su tiempo al diagnóstico de infecciones micóticas en una sección del Laboratorio de Bioquímica, pero que también trabajaba con Rocío Cortés y Carlos Jiménez en el Laboratorio de Virología. Los tres laboraban durante el receso, en particular por las mañanas. Carlos Jiménez bromeaba diciendo que ellos eran unas "ratas" de laboratorio. Con el beneplácito del caso, yo asentía.

50 años UNA
Siempre necesaria

En el receso era necesario revisar los equipos, en particular los congeladores, pues los "apagones" en la EMV son frecuentes. Además, debíamos hablar con los técnicos y estudiantes y coordinar algunas acciones. Una mañana de enero de 2008 entré al laboratorio de inmunología, y miré a Carlos Jiménez y a Jorge Prendas trabajando en el laboratorio contiguo. Como era normal, revisé los equipos y al poco tiempo me fui. Cerca de medio día Carlos Jiménez fue a su finca en Cartago "para sembrar papas", quedó Jorge Prendas en el laboratorio.

Pin –como cariñosamente llamábamos a Jorge–, había dicho que más tarde se reuniría con su familia. Nunca llegó. En la madrugada del día siguiente, Carlos lo encontró tendido en el Laboratorio de Virología. Se había quitado la vida. Nunca supimos

las razones por las que Jorge tomó esa trágica decisión. Pin era un hombre afable y simpático, y a la vista de "un buen cubero", feliz. ¡Qué poco sabemos de las personas! Nos reuníamos junto con otros funcionarios del PIET y de la EMV a mejenguear dos veces por semana en los predios de la Escuela. Pin era de los buenos, los demás "pateábamos la bola pa delante". Para el PIET, para la EMV y para quienes lo estimábamos fue una pérdida sensible. Las personas que más sufrieron fueron sus colegas de laboratorio, Rocío, Daphnne y Carlos, quienes trabajaron junto con Jorge por varios años.

Ese suceso dramático derivó en varios eventos. El diagnóstico de micología y el laboratorio de docencia en el que participaba Jorge, quedaron sontos. Después de una intensa gestión, la EMV nombró a una persona que había trabajado con Rodrigo Zeledón para hacerse cargo del diagnóstico, las clases y el Laboratorio de Micología, lo que en principio se hizo dentro del Laboratorio de Bioquímica, pero fuera de la organización del PIET. Compartir un espacio con propósitos diferentes era contradictorio e incómodo. Después de prolongadas negociaciones, las autoridades decidieron asignar todo el espacio al Laboratorio de Bioquímica coordinado por Caterina Guzmán. A cambio, hubo que ceder el cuarto de lavado de cristalería del PIET en el que trabajaba Pedro Morales.

Para entonces, la EMV había instalado una sección para el lavado y esterilizado de materiales, lo que facilitó la transición sin problemas. Además, Caterina había logrado que la EMV creara un laboratorio de docencia para las clases de bioquímica, bacteriología, virología y otras, lo que liberaba a los laboratorios de investigación. Antes, las prácticas se hacían en los laboratorios de investigación en condiciones poco adecuadas para la docencia. Las aglomeraciones y la presencia de personal no especializado en los laboratorios son inconvenientes y peligrosas ya que se trabaja con enfermedades infecciosas. De ese modo poco ortodoxo, se fueron resolviendo los problemas.

Los años que siguieron fueron los mejores en producción científica del PIET, la razón de ser del Programa. Esteban decidió trasladarse junto con sus estudiantes, como Pamela Altamirano, a la Facultad de Microbiología de la UCR, aprovechando la creación del Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET), en 2001. Era una buena oportunidad. En ese entonces, Esteban era el coordinador de NeTropica y director

de CIET, por lo que NeTropica también se trasladó a la UCR. Para entonces, Carlos Chacón ya era parte de la Cátedra de Bacteriología en el CIET de la UCR, pero se mantenía dentro del PIET como investigador colaborador. Contrario a lo que se estimaría, antes de ser una desventaja, esos eventos fortalecieron al PIET y al CIET. Desde el principio los investigadores de ambos centros colaboraron y lo siguen haciendo, tal y como lo revelan las coautorías en las publicaciones de los trabajos científicos. Así, la investigación se potenció y el número de estudiantes de posgrado, tesis y publicaciones creció.

Gabriela Hernández, quien había obtenido su maestría en el PIET y Rocío González, una veterinaria patóloga que colaboraba con nosotros, se establecieron en el SENASA del MAG, cuyos laboratorios están ubicados en el campus Benjamín Núñez, cerca de la EMV. Gabriela, quien siguió con sus estudios de doctorado, quedó a cargo del Laboratorio de Diagnóstico de Bacteriología, concentró su trabajo en brucelosis, lo que era una ventaja para nosotros. Por otro lado, Rocío se trasladó a la Universidad de Cornell en New York. Ella aún colabora con nosotros en estudios de patología e histopatología. De ese modo, el PIET amplió aún más su espectro de acción.

Mis labores como gestor del CYTED habían terminado y tenía tiempo para disfrutar la investigación plenamente. Parte de mi vida académica siempre estuvo unida a la UCR, en particular al posgrado y al ICP, por lo que se me nombró un octavo de tiempo en este instituto de la UCR. Fue en el ICP en donde Alfio Piva me reclutó para la EMV cuando yo era apenas un estudiante de Roger Bolaños, entonces director del ICP. Mi tiempo en el ICP potenció varios de los proyectos de investigación del PIET, pues el ICP desarrolló técnicas de vanguardia, en particular de proteómica bajo la batuta de Bruno Lomonte. El PIET había incursionado años antes en proteómica en colaboración con una institución canadiense. Ahora tenía la técnica "a boca de jarro" y disponible en Costa Rica.

Para entonces, Caterina colaboraba con el Instituto Sanger de la Wellcome-Trust, en particular con el doctor Nicholas Thomson. Juntos organizaron cursos sobre genomas bacterianos. Carlos Jiménez también analizaba genomas virales. Eso permitió al PIET ingresar a nueva etapa de vanguardia. Estudiantes como Nazareth Ruiz, Amanda Castillo y Marcela Suárez, todas estudiantes de Caterina, fueron centrales para el desarrollo de esa

50 años UNA
Siempre necesaria

nueva etapa. Más adelante, estas tres mujeres con sus títulos de posgrado lograron posiciones en la EMV y se convirtieron en parte activa del Programa.

Mario Baldi, especialista en infecciones de animales silvestres, se reincorporó al PIET en 2018, después de concluir su doctorado en Austria. Además, Lohendy Muñoz, una veterinaria doctorada en Salud Pública y Medicina Preventiva en los Estados Unidos, también se incorporó al PIET en el mismo año. Lohendy tenía colaboraciones con la Unión Europea y con FAO, organizó simposios internacionales y otras actividades ligadas a la investigación. Así, el PIET se convirtió de nuevo en un gestor de cursos internacionales y se enriqueció con jóvenes científicos y nuevos temas de investigación.

Mi posición en la Comisión de Estudios de Posgrado de la UNA había terminado en el 2018 y estaba por concluir mis actividades en el Consejo del Doctorado en Ciencias de la UCR. Este último programa, que inició en el 2002, lo habíamos ideado un pequeño grupo de investigadores y amigos, siguiendo parcialmente el modelo del KIRT. Hasta el momento, seis estudiantes del PIET se han graduado de ese programa y más por venir. Yo estaba por cumplir 70 años y 47 de trabajar en las universidades públicas, tiempo oportuno para pensionarme. Además, varios de mis colegas y amigos cercanos de Europa con los que colaboraba se habían retirado. Así, a finales del 2018, me jubilé como profesor emérito de la UNA. Como es natural, el ciclo de una generación de investigadores trabajando en un tema estaba por cerrarse y había que darles espacio a los jóvenes. Mis actividades como profesor y tutor aún persisten y gradué a Gabriela Hernández con su doctorado unos meses antes de declararse la pandemia de SARS-CoV-2 en marzo de 2020.

Desde los inicios de la pandemia, el PIET se solidarizó con las autoridades de salud de Costa Rica y puso a disposición del país su experiencia en enfermedades infecciosas, sus instalaciones, equipos, capacidad docente y contactos internacionales. La pandemia trajo cambios en la forma de relacionarse, impartir clases y hacer investigación. Los laboratorios del PIET, que siempre habían sido centro de bullicio y actividad investigativa, estaban desiertos. Todos sabíamos la gravedad del tiempo perdido. Pero el PIET comprendía las implicaciones de una pandemia ya que los virólogos del PIET investigaban coronavirus zoonóticos desde hace años. Así, el PIET ha tenido que adaptarse y recuperar el tiempo

perdido poco a poco. Caterina había adquirido nuevas responsabilidades en la Comisión de Posgrado de la UNA, y después de trece años de ser la coordinadora, decidió darse un respiro y dar paso a Mario Baldi, quien fue nombrado a partir de finales de 2020 y se convirtió en el cuarto coordinador del PIET, en medio de la pandemia.

Epílogo

Mis relaciones con el PIET y científicos del país y del extranjero, lejos de concluir se mantienen vigentes. Sigo activo en proyectos con los investigadores de la UNA, UCR y SENASA, todos del PIET, ya sin las obligaciones propias de la academia. Mi tiempo para pensar se ha potenciado, dándome la oportunidad de escribir todo lo que había quedado rezagado, como esta historia sobre el devenir del PIET desde sus orígenes. Pensé que tendría problemas para recordar los nombres, las fechas y los acontecimientos, pero los misterios de la memoria son inmensurables. Poco a poco, se fueron revelando en mi cerebro los detalles de esta historia. En algún momento recurrí a Luis Rodríguez y Carlos Jiménez, para recordar las etapas del PIET. Hay eventos que he omitido por pertinente decoro, intrascendencia en el contexto del relato o por voluntad propia. También acudí a Gabriela Sáenz, mi esposa y compañera de ruta, y a mi amigo José María Gutiérrez (Chema) y a Carlos Morera Beita para que revisaran el manuscrito, y me impidieran escribir exabruptos y relatar indiscreciones. Para refrescar mi memoria, también tuve que darles una ojeada a documentos "antediluvianos" que nadie lee.

Las personas que menciono no fueron (ni son) las únicas que han formado parte del PIET. He omitido a estudiantes, técnicos y administrativos que fueron parte esencial de las investigaciones, y que –por razones de espacio– no fue posible mencionarlos, pero sus nombres están en las publicaciones, por lo que, en esencia, están ahí y no se han borrado. Por su trascendencia cabe mencionar a dos de ellos: Javier Pizarro Cerdá, actualmente investigador del Instituto Pasteur en París, y el otro es Carlos Santamaría Quesada del Hospital de Niños, ambos galardonados con el Premio Nacional de Ciencias en 1998 y 2011, respectivamente.

50 años UNA
Siempre necesaria

También hubo uno que otro personaje que no me dio la gana mencionar. Esa es mi prerrogativa y licencia literaria.

La idea de Luis Rodríguez de hacer un instituto de investigación no prosperó. En su lugar creó un programa sui géneris para la investigación científica dentro del contexto de una escuela harto compleja. Si le preguntamos a los funcionarios de la EMV, de la UNA o a cualquiera dónde empieza y dónde termina el PIET, nadie puede precisar con exactitud. Las fronteras del PIET son y siempre han sido "elásticas": se extienden y encogen para adaptarse. El PIET no es una instancia rígida, con científicos exclusivamente nombrados, ni tiene un edificio ostentoso o un presupuesto asignado por la UNA para su funcionamiento. El PIET es una confederación de voluntades en donde los investigadores escriben proyectos, los llevan a cabo y colaboran porque quieren (Figura 1). Es un modelo particular que ha sobrevivido mejor y con mayores éxitos que otras instancias con más personal y dinero, pero menos "lubricadas" y más rígidas.

Figura 1
PIET, 2018

Nota: de pie, de izquierda a derecha: Gabriela Hernández, Alejandro Garita, Carlos Chacón, Ana Mariel Zúñiga, Pamela Altamirano, Eugenia Sancho, Dylcia Madrigal, Esteban Chávez, Elías Barquero, Rocío Cortés, Ricardo Mora, Verónica Arias, Javier González, Lourdes Fuentes, Luis Fernando Retana, Nazareth Ruiz, Pedro Morales, Lauren Esquivel, Mario Baldi, Lohendy Muñoz, Adrián Zamora, Carlos Jiménez. Sentados de izquierda a derecha: Caterina Guzmán, Marcela Suárez, Amanda Castillo, Daphne Garita, Edgardo Moreno, Mayra Bolaños.
Fuente: Edgardo Moreno.

La labor de los investigadores y estudiantes del PIET están plasmadas en las tesis, revistas especializadas y patentes dispuestas para todos aquellos que quieran revisarlas, por lo que ha sido innecesario detallarlas. Ya nadie engaña a nadie, todo está en la internet, algo que era imposible cuando el PIET inició sus labores. Pero no se trata de presumir, sino de contar la historia de un proyecto humano del que he sido parte y me siento orgulloso. Aunque ignoro el devenir del PIET, estoy seguro de la pertinencia del modelo propuesto. Hacer investigación de excelencia en un país pobre no es fácil. El PIET ha estado a la altura y lo ha logrado. Parafraseando al orador, humorista y escritor estadounidense Mark Twain: "El secreto para tener éxito es empezar. El secreto para comenzar es dividir las tareas complejas y abrumadoras en tareas pequeñas y manejables, y luego iniciar con la primera".

Bibliografía

Carrera Académica-UNA. *Resoluciones sobre las calificaciones de ascenso al régimen de Carrera Académica. 1990-2021.*

Conicit. Premios nacionales de Ciencia. 1985-2022. Premios http://www.Conicit.go.cr/convocatorias/premios/

EMV-UNA. Actas del Consejo Académico de la Dirección de la EMV 1986-2021.

EMV-UNA. Presentación. https://www.medvet.una.ac.cr/index.php

Estado de la Nación, Costa Rica. Informe del estado de la ciencia, tecnología e innovación. 2014.

Florida Ice and Farm. Premio Aportes a la Creatividad y la Excelencia, 2005-2012

KIRT/SIDA/SAREC. Network for Research and Training in Tropical Diseases in Central America-NeTropica 1999-2002. https://www.sida.se/en/publications/network-for-research-and-training-in-tropical-diseases-in-central-america-netropica-1999-2002

Montero-Corrales C.A. y Monge-Hernández, C. (2022). *Hallazgos, conclusiones y recomendaciones de la evaluación a nivel de resultados de 5 programas de investigación de la Escuela de Medicina Veterinaria*. Vicerrectoría de Investigación, UNA.

Moreno E, Gutiérrez J.M. y Chaves-Olarte E. (2011). The struggle of neglected scientific groups: ten years of NeTropica efforts to promote research in tropical diseases in Central America. *PLoS Negl Trop Dis*, *5*(7), e1055. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001055

Moreno, E. (1991). El CSUCA en la picota y las universidades. *La Nación* (Costa Rica), 24 de octubre 1991 p. 18A.

PIET-UNA. Actas del PIET 1988-2021.

PIET-UNA. Archivos 1986-2021.

PIET-UNA. Reglamento del PIET 1986-2006.

PIET-UNA. Reglamento del PIET 2007-2021. Vicerrectoría de Investigación-UNA. Actas sobre apoyo a programas de investigación 1986-2021.

Téramond, GF. (1994). Interconexión de Costa Rica a las Grandes Redes de Investigación Bitnet e Internet. En N. Perera (Ed.), *Ideario de la ciencia y la tecnología: hacia el nuevo milenio* (pp. 61-86). Ministerio de Ciencia y Tecnología. http://asterix.crnet.cr/gdt/InterconexionCR.pdf).

La ruta de investigación del Ovsicori-UNA[1]

Marino Protti[2]
Eduardo Malavassi[3]

Evolución histórica institucional del Ovsicori-UNA

Antecedentes

El nacimiento de la Universidad Nacional en 1973 permitió soñar con reinventar la universidad en Costa Rica con un centro de educación superior que respondiera a las necesidades y aspiraciones del pueblo costarricense de acuerdo con la interpretación de la realidad de cada una de las personas que convergieron en ese momento histórico. En sus orígenes, la Facultad de Ciencias de la Tierra y

1 Este capítulo se creó con el aporte de otras personas académicas del Ovsicori-UNA
2 Académico. Correo electrónico: marino.protti@gmail.com
3 Científico costarricense

el Mar (FCTM) de la Universidad Nacional tuvo como académico emprendedor al Dr. Oscar Aguilar Bulgarelli, historiador de formación, proponente de la carrera de geografía, quien con gran dinamismo invitó a participar en la organización de la facultad, a académicos y científicos nacionales dentro de las Ciencias de la Tierra y del Mar.

Las áreas de interés reconocidas durante el proceso fundacional de la FCTM y que fueron incluidas dentro de las nacientes escuelas, esperaron mientras se contaba con personal académico especializado o mientras se conformaban planes de trabajo como respuesta a las necesidades del país. Este fue el caso del área de interés de vulcanología, el cual quedó adscrita a la Escuela de Ciencias Geográficas (ECG) por afinidad con la geografía y debido a que la ECG concentraba a la mayor cantidad de docentes en el campo de las geociencias.

Académicos con trayectoria en la Universidad de Costa Rica en el campo de las geociencias formaron parte del cuerpo docente que fundó la ECG de la Universidad Nacional; entre ellos, el Ing. Enrique Malavassi Vargas, el M. Sc. Rodolfo Madrigal Gómez y el Ing. Mario Fernández Castro. Adicionalmente, el Lic. Juan Humberto Cevo, con experiencia docente y administrativa universitaria en Chile y que había estudiado las erupciones del Volcán Villarrica ocurridas a principios de los años setenta, se incorporó como docente y tuvo a cargo la gestión de muchas de las actividades iniciales del área de interés en vulcanología.

En 1974, la Escuela de Ciencias Geográficas fue sede de una reunión de la OEA para la organización de redes sísmicas en los países de América y el Caribe, a la que asistieron, no solo representantes de organizaciones interesadas en el tema, sino también científicos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y de universidades de Norteamérica, interesadas en desarrollar proyectos en los países de la OEA, con el fin de implementar redes sísmicas para el seguimiento de la actividad tectónica y volcánica. En aquel momento, no existía en Costa Rica una red sísmica de cobertura nacional, ni seguimiento sistemático de la actividad de los volcanes. Ese mismo año, el Consejo Universitario de la UNA autorizó a la ECG la creación de una Sección de Vulcanología.

También, la Escuela de Ciencias Geográficas realizó solicitudes de cooperación internacional y pronto, como respuesta a estas, el Cuerpo de Paz de la Embajada de los Estados Unidos de América facilitó al Dr. Frederick Bennet de la Universidad John

50 años UNA
Siempre necesaria

Hopkins y la Cooperación Italiana al Dr. Sergio Raccichini, quienes, además de incorporarse a las tareas docentes, realizaron estudios sobre la dinámica de las erupciones freáticas y del azufre piroclástico del volcán Poás.

La demanda de nuevos cursos en el campo de las geociencias patrocinó que el doctor Eduardo Malavassi Rojas, hasta entonces docente a tiempo parcial, se convirtiera en profesor de tiempo completo, lo que le permitió tener participación más activa en la Sección de Vulcanología a partir de 1975. Entonces, el área de interés en vulcanología priorizó su desarrollo futuro y estableció, como meta de corto y mediano plazo, realizar estudios en los volcanes con énfasis en el seguimiento de su actividad.

La Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar reconoció desde su fundación la conveniencia de utilizar giras de campo como herramienta docente. Fue así como diversos cursos de la ECG visitaban con mucha regularidad los volcanes y por medio de los reportes de gira dejaban constancia de la actividad observada. Las giras provocaron en el alumnado interés en trabajos de graduación sobre la actividad de los volcanes, con la dirección del Lic. Cevo. Entre ellos podemos mencionar: *Las erupciones del volcán Irazú 1963-1966* (Lic. Jorge Barquero Hernández*), Las erupciones del volcán Poás* (Lic. Patricia Saborío, Lic. Mayra Acevedo) y *La geomorfología del flanco sur del volcán Barva* (Lic. Ora Patterson).

En 1974 se estableció un convenio entre la Dirección de Geología, Minas y Petróleo del Ministerio de Economía, Industria y Comercio y la UNA, mediante el cual se donaban a la UNA cuatro estaciones sismográficas y un sistema de registro digital y de ubicación automática de sismos para la instalación de una red sismográfica por parte de la Sección de Vulcanología. El convenio previó la contratación a tiempo parcial del Ing. Rodrigo Sáenz Ruiz, quien había recibido entrenamiento en sismología y vulcanología en el Observatorio de los Volcanes de Hawái, para contribuir con la futura red. Posteriormente, en la segunda mitad de la década de los setenta, la Escuela de Ciencias Geográficas adquirió cuatro sismógrafos portátiles; con esta adquisición desarrolló la capacidad de instalar redes sísmicas temporales para registrar enjambres de sismos o dar seguimiento a crisis volcánicas.

Entre 1976 y 1979, el Dr. Malavassi realizó estudios de Maestría en la Universidad de Hawái en Manoa, y su tesis de grado la realizó sobre la geología y la actividad del volcán Arenal iniciada

en 1968. En 1979, luego de estos estudios, el Dr. Malavassi realizó una pasantía en el Observatorio de los Volcanes de Hawái, financiada por el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicit). Ahí, adquirió conocimiento y experiencia sobre las metodologías empleadas en la vigilancia volcánica y conocimiento sobre los protocolos acerca de la forma de difundir información y atender a la prensa. Esto lo estimuló para emular un sistema de observatorio similar en Costa Rica.

En Costa Rica, ya desde 1978, el Lic. Jorge Barquero programó visitas periódicas a los volcanes activos, para registrar sistemáticamente los cambios de actividad. Como resultado de la actividad de monitoreo de los volcanes realizada por el Lic. Barquero, en 1979, se publicó y distribuyó internacionalmente el primer *Boletín de Vulcanología* de la Sección de Vulcanología de la ECG.

Evolución hacia un observatorio vulcanológico y sismológico

La estadía del Dr. Malavassi en el Observatorio de los Volcanes de Hawái sirvió, además, para preparar una planificación de corto a mediano plazo del trabajo para realizar por la Sección de Vulcanología que se ejecutaría a partir de 1980, así como una propuesta ante el Conicit para el financiamiento de un proyecto de investigación en vigilancia volcánica. Ese proyecto garantizó recursos, a partir de 1980, para la compra de equipo, nombramiento de nuevo personal y presupuesto de operación para el seguimiento permanente de la actividad volcánica en Costa Rica, en formato de observatorio vulcanológico.

La Sección de Vulcanología generó tres proyectos: Vigilancia de la Actividad de los Volcanes, Estudios de Deformación Volcánica (con financiamiento parcial del Conicit) y Red Sísmica Telemétrica. El personal asignado para realizar trabajos en vulcanología fue ampliado. El Lic. Barquero y el Dr. Malavassi recibieron una reducción de su carga docente en Ciencias Geográficas. El Ing. Rodrigo Sáenz, quien trabajaba a tiempo parcial en la UNA desde 1974, continuó involucrado en el proyecto de la Red Sísmica Telemétrica y, a su vez, fueron contratados a tiempo completo, el Ing. Rodolfo van der Laat (topógrafo-geodesta) y el Lic. Erick Fernández (geógrafo). El Conicit aportó también recursos para

la compra de un vehículo exclusivo para el observatorio que era conducido por el personal de la Sección de Vulcanología.

Entre 1981 y 1982, se estableció una cooperación interinstitucional para tratar de poner a funcionar una red con estaciones sismográficas del ICE y la UNA, que cubriera aproximadamente el 60% del país. La UNA pidió como condición que se ubicara, al menos, una estación cerca de cada volcán activo y que tuviera acceso en tiempo real a los datos generados. La posible red ICE-UNA creó expectativas en el ámbito nacional de llegar a tener un servicio sismológico e invitó a la Escuela Centroamericana de Geología a unirse al grupo, aportando la señal de tres estaciones sísmicas que poseía. Esto abriría así, la posibilidad de llegar a tener una red sismológica Nacional ICE-UNA-UCR. Sin embargo, por problemas técnicos con el sistema de transmisión de datos y de registro sísmico, esta coalición no funcionó.

En 1983, la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional propuso que los proyectos de investigación en vulcanología y sismología de la Sección de Vulcanología de la Escuela de Ciencias Geográficas fueran conocidos como un Programa de Investigación que se denominó Programa de Investigación Vulcanológica y Sismológica (PIVS) con una asignación presupuestaria propia a través de los proyectos.

La Escuela de Ciencias Geográficas había equipado un laboratorio de petrografía con una cortadora y pulidora de rocas, así como con un laboratorio químico básico que era utilizado como área de trabajo por la Sección de Vulcanología. Con las visitas anuales a los volcanes del curso Vulcanología y Mineralogénesis de la Universidad de Dartmouth, ese laboratorio se empezó a utilizar para preparar disoluciones, secar muestras y hacer pequeños ensayos cualitativos para identificar compuestos presentes en las aguas o sublimados de gases de los volcanes. Tal era el afán de colaborar con nuestro Programa de Investigación que el Dr. Stoiber consiguió una donación a la UNA, por parte del Arthur Day Fund de la Fundación de Artes y Ciencias de los Estados Unidos de América, para un laboratorio completo de química de aguas y fluidos volcánicos que permitía medir sulfatos, cloruros y fluoruros en aguas y sublimados. Por muchos años, el Laboratorio de Fluidos Volcánicos estuvo a cargo del Lic. Erick Fernández.

El equipo conseguido por intermediación del Dr. Stoiber siguió funcionando por alrededor de veinte años y fue relevado, con financiamiento aprobado por la Asamblea Legislativa, con

instrumental más moderno a partir del 2005. El Consejo Universitario de la UNA acordó en el año 2008 dedicar el Laboratorio de Gases y Fluidos Volcánicos del Ovsicori-UNA al Dr. Eduardo Malavassi Rojas, como reconocimiento a su aporte en el desarrollo institucional del Observatorio.

Durante la década de los ochenta y debido a la escasez de recursos para mantener las actividades de monitoreo, el personal del PIVS comenzó a producir y vender afiches y tarjetas postales de volcanes, camisetas impresas con fotos de volcanes y hasta café tostado y molido que enviaba por correo a sus colegas en el extranjero. Estas actividades generaban recursos que se transformaban en bienes y servicios que se donaban a la institución, y permitió garantizar la continuidad de las actividades de observación y capacidad de cumplimiento de los proyectos, lo cual rápidamente se convirtió en un claro distintivo del quehacer del PIVS, tanto a nivel nacional como internacional.

En 1983, por iniciativa de la Dra. Karen McNally, quien en esa época trabajaba en el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) y luego pasó a la Universidad de California en Santa Cruz (UCSC), y del Dr. Federico Güendel, en ese momento sismólogo del ICE, aprovechando el acercamiento que se había dado en temas sismológicos entre el ICE, la UNA y la UCR, presentaron una propuesta a la Oficina de Atención de Desastres en el Extranjero de la AID (OFDA-AID), para el financiamiento de una red sismográfica de cobertura nacional y de un programa de reducción de riesgos causados por sismos en Costa Rica, con participación de las tres instituciones. Sin embargo, cuando McNally trató de ejecutar el proyecto, por diversas razones, tanto en el ICE como en la UCR, se presentaron objeciones. En virtud de los problemas encontrados, la Dra. McNally decidió ejecutar, por medio de la UNA, la parte del proyecto correspondiente a la instalación y operación de una red sismográfica, así como un componente en vulcanología, previo acuerdo con las autoridades de la UNA, para dotar de infraestructura, presupuesto de operación institucional y la contratación de nuevo personal para la red sismográfica. El componente del Proyecto en Ingeniería Sismorresistente, por su parte, lo desarrolló con el Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INI) de la UCR.

La UNA contrató al Dr. Güendel, al M. Sc. Víctor González (q.e.p.d.), geógrafo y programador, así como los geógrafos, Lic. Juan Segura y Lic. Carlos Montero, quienes fueron entrenados

en el procesamiento e interpretación de las señales sísmicas. En marzo de 1984 se instalaron en el campo las primeras siete estaciones de la red sismográfica telemétrica de cobertura nacional y las señales sísmicas empezaron a llegar a las instalaciones de la UNA. El primer *Boletín Sismológico del Ovsicori-UNA* correspondió con el reporte de la actividad sísmica del mes de abril de 1984 y esa fecha es la que se celebra como aniversario de la red sismológica de este observatorio.

Aunque desde 1980 se manejaba el concepto de Observatorio Vulcanológico, que con el tiempo evolucionó a Observatorio Vulcanológico y Sismológico, no fue sino hasta el 28 de junio de 1985 que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional tomó el acuerdo de autorizar que las actividades académicas del Programa de Investigación en Vulcanología y Sismología (PIVS), junto con las instalaciones en donde se ubicaba la red sismológica pasaran a ser el Instituto de Investigación: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (Ovsicori-UNA), con rango de unidad académica y adscrita a la FCTM.

El PIVS y luego el Ovsicori-UNA, ocuparon –por casi veinte años– dos aulas de la antigua Escuela Laboratorio, de la Escuela Normal Superior. Se trataba de una infraestructura muy antigua, con muy poco espacio para los talleres, laboratorios, bodegas y oficinas del Ovsicori-UNA; además con goteras prácticamente en todo el espacio.

En 1997, el Ovsicori-UNA inició una campaña con miras a la construcción de un nuevo edificio. Con la creación del Reglamento del Fondo Institucional de Desarrollo Académico (FIDA), el Consejo Universitario acordó, por medio de un transitorio, transferir los 50 millones de colones acumulados hasta la fecha en ese fondo, como un primer aporte para el financiamiento del edificio del Ovsicori-UNA. Aunque ese monto no era suficiente para iniciar la construcción, una situación particular se presentó que abrió la oportunidad para la construcción de un edificio para el Ovsicori-UNA.

La Universidad Nacional había conseguido que se le aprobaran –con un préstamo del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) al Gobierno de Costa Rica– recursos para la construcción de una serie de edificios. Aunque entre ellos no estaba el del Ovsicori-UNA, la obligación impuesta por el BCIE a la UNA de contar con una oficina ejecutora y la ausencia de

recursos en la UNA para satisfacer dicho requerimiento generó que la Dirección de Administración solicitara al Ovsicori-UNA los 50 millones obtenidos del FIDA para instaurar la Oficina Ejecutora del préstamo, a cambio de incluir el edificio del Ovsicori-UNA en el proyecto de construcciones con el préstamo del BCIE. Fue así como se financió y se construyó el edificio del Ovsicori-UNA, con un diseño especial en respuesta a sus necesidades y el cual se inauguró en mayo de 2002.

A partir del primer semestre de 2002, otro hecho que marcó el impulso por el desarrollo del Ovsicori-UNA fue la aprobación de un transitorio de la Ley de Emergencias que ha dotado al Ovsicori-UNA de recursos para la compra de instrumentación e insumos para el mantenimiento de las redes de vigilancia volcánica, sísmica y tectónica. Esta financiación otorgó fondos al Ovsicori-UNA para la compra de equipos nuevos de última generación que facilitaron la modernización de sus sistemas de observación y de laboratorio, en un contexto en el que, a escala mundial, se daba el salto de los instrumentos científicos analógicos a instrumentos digitales y a la transmisión de datos en tiempo real en forma digital. El Centro de Registro de la Red Sismográfica del Ovsicori-UNA fue dedicado al Ing. Rodrigo Sáenz Ruiz, pionero de la vulcanología y sismología, y funcionario del Ovsicori-UNA durante muchos años.

Aunque los períodos de vigencia y las instituciones beneficiadas por este transitorio a la Ley de Emergencias aumentaron posteriormente, se defendió un financiamiento seguro del Ovsicori-UNA hasta el año 2023. De la misma forma, el crecimiento de las redes de instrumentación y de la actividad científica determinó la necesidad de incrementar el personal científico, técnico y administrativo hasta alcanzar, para mediados de la segunda década de este siglo, alrededor de treinta funcionarios.

Algo que marca una diferencia fundamental del Ovsicori-UNA con otras instituciones de monitoreo es que no nació como consecuencia o como respuesta a un evento catastrófico; por ejemplo, a un gran terremoto o una erupción volcánica, sino de una necesidad, de planificación y buena justificación de la importancia de contar –en un país con tantos volcanes activos y tanta sismicidad– con una institución académica que registre e interprete esa actividad, para que el Estado pueda tener una mejor respuesta ante esos eventos. De esta forma, el Observatorio fue creciendo paulatinamente, formó cimientos sólidos sobre los

cuales se seguía construyendo para asegurar su sostenibilidad. Fue como otras instituciones que surgen grandes a partir de una euforia política de un evento, y que, luego, pierden ese apoyo político y colapsan. Parte de esos cimientos sólidos fue el énfasis y la importancia que se le dio a la formación de su personal académico al más alto nivel, en universidades de alto prestigio.

Cronología de los aportes del Ovsicori-UNA

Los aportes del Ovsicori-UNA al país y al mundo son claramente entendidos cuando se analizan en su contexto temporal y se considera la evolución de la instrumentación y del entendimiento de los procesos tectónicos. En el ámbito instrumental, el Ovsicori-UNA se ha caracterizado por ser innovador en la aplicación de las metodologías más nuevas y en la utilización de instrumentación de punta.

A continuación, se describen, en orden cronológico, las contribuciones del Ovsicori-UNA en cada uno de sus ámbitos de acción, a saber, vulcanología, sismología, deformación cortical y educación.

Vulcanología

En 1983, el Dr. Michael O. García, de la Universidad de Hawái, y el Dr. Malavassi de la Sección de Vulcanología de la Escuela de Ciencias Geográficas de la UNA propusieron a la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos el financiamiento del Primer Seminario Vulcanológico USA-Costa Rica con la participación de científicos de ambos países. El seminario permitió la visita a Costa Rica de trece vulcanólogos norteamericanos y la participación de aquellos científicos costarricenses de diversas instituciones que se interesaron. La organización consistió en dos días de presentaciones formales y excursiones a los volcanes, con guías escritas por el personal de la Sección de Vulcanología de los volcanes Irazú, Poás y Arenal. Este evento promovió el interés de muchos vulcanólogos norteamericanos de realizar proyectos

en nuestros volcanes en forma conjunta con instituciones nacionales. Este modelo de trabajo permitió el aporte de estudios básicos y ambientación por parte de las instituciones nacionales y, además, que gran parte de la experiencia y conocimiento adquirido conjuntamente fuera compartido entre científicos extranjeros y nacionales en forma inmediata. Vulcanólogos como Richard Stoiber, Michael Carr, William Rose, Stanley Williams, William Melson, Steven McNutt y Michael O. García, así como sus estudiantes, continuaron desarrollando proyectos en Costa Rica durante las décadas de los ochenta y noventa.

Muy pronto, también, vulcanólogos franceses como el Dr. Jean Louis Cheminée, asociados a los observatorios vulcanológicos franceses, así como el Dr. Michel Monnin de la Universidad de Clermont-Ferrand, iniciaron visitas periódicas para probar nuevas metodologías de muestreo de gases, aguas y radón, en virtud del seguimiento de la actividad de los volcanes Arenal y Poás. También se implementaron en forma conjunta otras metodologías geofísicas de observación como el seguimiento de los cambios magnetotelúricos y del potencial espontáneo. La necesidad de dar seguimiento a los cambios, así como la confianza de cumplimiento por parte de la Sección de Vulcanología nos permitió recibir en préstamo, instrumental e insumos a los que de otra forma no tendríamos acceso.

Un 2° Seminario Vulcanológico USA-Costa Rica se realizó al pie del volcán Arenal en el año 2004, por iniciativa del Dr. James B. Gill de la Universidad de California en Santa Cruz y del Dr. Eduardo Malavassi del Ovsicori-UNA, con financiamiento de la Fundación Nacional de Ciencias de los EE.UU., con la finalidad de producir un volumen del *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, dedicado a la actividad del volcán Arenal. Tanto en el seminario como en el volumen, coeditado por los Dres. Gill, Reagan y Malavassi, participaron científicos que estudiaron la actividad del volcán Arenal por muchos años.

En el campo del monitoreo de la deformación volcánica, desde sus orígenes, el Ovsicori-UNA ha venido aplicando técnicas de monitoreo geodésico, tales como la inclinometría seca y electrónica, nivelaciones geométricas y trigonométricas, mediciones con distanciómetros electrónicos y, desde los noventa, el uso de sistemas de posicionamiento global por satélites (GNSS), tanto en campañas de varios días, como con antenas y receptores permanentes. En 1995, el Ovsicori-UNA se convirtió en una de las

50 años UNA
Siempre necesaria

primeras instituciones en el mundo en instalar estaciones continuas de GPS para el monitoreo volcánico. Este fue un esfuerzo conjunto con las universidades de Miami y de California en Santa Cruz. Dos estaciones de GPS, una en el flanco Norte y otra en el flanco Sur, permitieron documentar el proceso de deflación del volcán Arenal, como consecuencia de su continua efusión de lava. En la última década, a través del registro geodésico, se han documentado pulsos importantes de deformación de los volcanes Poás, Turrialba e Irazú. Más recientemente también se ha utilizado la técnica de interferometría de imágenes satelitales de apertura sintética de radar (INSAR), contribuyendo a documentar la deformación, ya no en puntos discretos, sino también en forma continua.

La instrumentación con GNSS, documentación y anticipación exitosa del deslizamiento en el campo de torres de comunicación en la cima oeste del volcán Irazú fue una contribución que aportó el Ovsicori-UNA al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt), lo cual permitió a las diferentes empresas de radio y televisión planificar el traslado de sus torres y reducir las pérdidas materiales y daños personales potenciales.

Por medio del monitoreo geoquímico se ha logrado construir una base de datos de décadas, de la composición y algunas propiedades físicas de gases y fluidos de los volcanes activos de Costa Rica. Mediciones periódicas, como parte de la rutina de vigilancia volcánica, han contribuido al entendimiento de los procesos hidrotermales en el interior de los volcanes. Con la construcción y operación de un moderno Laboratorio de Geoquímica Volcánica, único en Latinoamérica, con instrumentación muy sofisticada, el Ovsicori-UNA ha podido, ya por casi dos décadas, hacer sus propios análisis localmente, a un relativo costo bajo y de forma expedita, sin tener que enviar las muestras al extranjero para su análisis.

El Ovsicori-UNA es pionero mundialmente en el análisis y transmisión de datos de la composición química de gases en tiempo real, gracias a la instalación de estaciones multi-gas, las cuales están ubicadas en la cercanía de los cráteres activos. En ellas se analiza *in situ* su composición y transmiten esta información en tiempo real al Ovsicori-UNA en Heredia. El Ovsicori-UNA cuenta, además, con estaciones portátiles para la estimación de volúmenes de dióxido de azufre y de carbono, con las cuales se muestrea, en forma periódica, las plumas de gases emanados

por los volcanes activos. También innovador por parte del Ovsicori-UNA, ha sido la instalación y operación –en el mirador del volcán Poás– de un analizador en tiempo real de contenido de dióxido de azufre en el aire, conectado a un semáforo que advierte a los visitantes y guardaparques cuándo las concentraciones de ese gas son más elevadas que lo saludablemente aceptable. Esto ha servido para tomar acciones inmediatas como la evacuación del mirador y hasta el cierre temporal del parque nacional.

En el campo de la sismología volcánica, desde los inicios del Ovsicori-UNA, siempre fue una prioridad contar con, al menos, una estación sismológica en cada volcán activo de Costa Rica. Dado que las manifestaciones sísmicas son de los primeros síntomas que muestra un volcán cuando hay una nueva intrusión magmática que podría conducir a una erupción, una sola estación sismológica permite registrar el inicio de ese proceso y anuncia la necesidad de instalación de más estaciones, para determinar la ubicación de esa actividad sísmica y tratar de monitorear, sísmicamente, el ascenso de magma. En el 2010, se empezaron a reemplazar las estaciones de período corto por sismómetros digitales de banda ancha, lo que permitió definir más claramente el tipo de sismicidad registrada para entender los procesos involucrados. En particular la distinción entre deslizamiento y tremor volcánico o explosión es fundamental para emitir la alerta correcta.

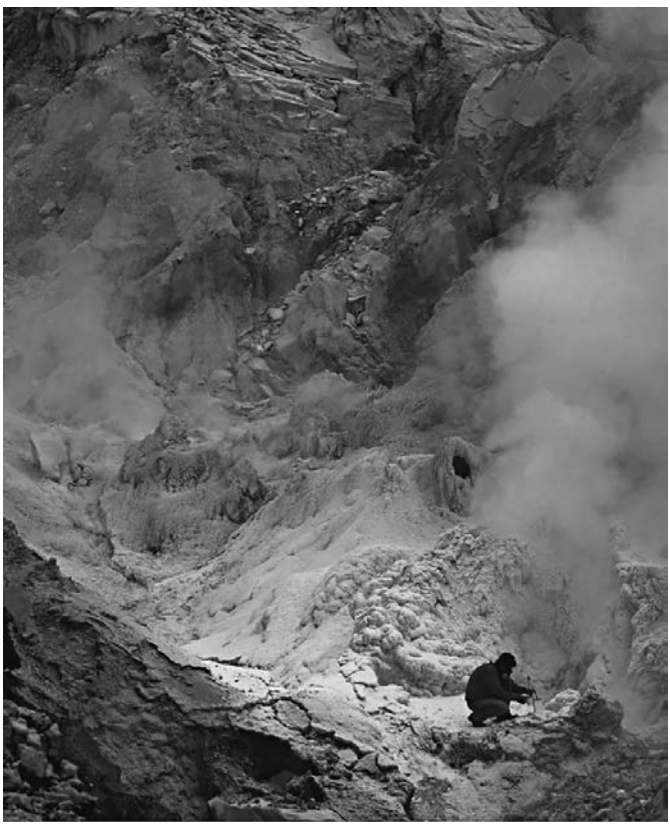
A partir del 2016, se complementaron algunas estaciones sísmicas con sensores de infrasonido que permiten distinguir explosiones volcánicas, erupciones freáticas y mega deslizamientos con precisión. Esta herramienta es particularmente importante para informar a tiempo sobre posibles lahares en el volcán Rincón de la Vieja, donde usualmente la nubosidad no permite observar las erupciones. En la actualidad, el Ovsicori-UNA cuenta con redes sismológicas en los volcanes Rincón de la Vieja, Arenal, Poás, Irazú y Turrialba, asimismo cuenta con una estación en los volcanes Miravalles, Tenorio, Platanar y Barva, con las cuales se han caracterizado los tipos de señales sísmicas de origen volcánico y volcanotectónico para cada volcán y anticipar actividad eruptiva de los volcanes Turrialba, Poás y Rincón de la Vieja.

Otra contribución importante del Ovsicori-UNA es la documentación del análisis de los materiales sólidos eruptados por los volcanes de Costa Rica. El análisis de ceniza, lapilli y bombas volcánicas permite determinar el contenido de magma fresco

50 años UNA
Siempre necesaria

aportado por los procesos eruptivos. Con esto se pueden diferenciar erupciones magmáticas y freato-magmáticas, de aquellas que son puramente freáticas, o en las que no hay intervención directa del magma en el proceso eruptivo. En el área del monitoreo y vigilancia volcánica, ha sido fundamental el aporte que hace el Ovsicori-UNA con la instalación y operación de cámaras web en los volcanes Rincón de la Vieja, Poás, Irazú y Turrialba. Las imágenes de estas cámaras, accesibles a toda la población, han permitido correlacionar –cuando las condiciones de visibilidad lo han permitido– señales sísmicas y geoquímicas con procesos eruptivos. También es importante dejar un registro visual de la erupción que permite, tanto de día como de noche, determinar el alcance y las características de la erupción (Figura 1).

Figura 1
El vulcanólogo Erick Fernández Soto muestreando condensados de gases en el cráter del volcán Poás



Fuente: autor desconocido.

El Ovsicori-UNA cada vez más ha implementado metodologías de vigilancia volcánica en tiempo real, que reducen –de muchas formas– la exposición de sus vulcanólogos a la amenaza de ser afectados por erupciones volcánicas. No solo se brinda información confiable y oportuna, sino que se evitan daños personales. La información que genera el Ovsicori-UNA sobre el estado de los volcanes de Costa Rica se comparte con la población por medio de informes diarios, semanales, mensuales y anuales. Parte de esta información que genera el Ovsicori-UNA ha sido reproducida en el *Boletín Mensual del Instituto Smithsoniano* sobre actividad de los volcanes del mundo, desde 1979.

Sismología

Uno de los aportes más importantes del Ovsicori-UNA ha sido dotar a Costa Rica de la primera red sismológica telemétrica de cobertura nacional. Esta red le ha permitido al país no solo contar con un catálogo con más de 200 000 sismos ocurridos en Costa Rica y sus alrededores desde abril de 1984, sino también mantener informado a todo el público –de una manera veraz y oportuna– de aquellos sismos que son sentidos por la población. Ese catálogo sísmico incluye la documentación completa de la actividad pre-, co- y post-sísmica, asociada a cuatro terremotos importantes del país: entrada al golfo de Nicoya en marzo de 1990, terremoto del Valle de la Estrella de abril de 1991, terremoto de Cinchona en enero de 2009 y el terremoto de Nicoya de 2012. También, la red sismológica del Ovsicori-UNA ha documentado el desarrollo de múltiples enjambres sísmicos ocurridos en el Valle Central y sus alrededores. Destaca la actividad sísmica de Puriscal de 1990, que se disparó por el terremoto de marzo de ese año.

La actividad sísmica registrada por el Ovsicori-UNA permitió identificar que la zona de subducción en el Pacífico de Costa Rica está segmentada. Esto inhibe la generación de terremotos con magnitudes superiores a los 8 grados. Esa sismicidad indica que dicha segmentación es producto de las características de la placa oceánica del Coco y que la presencia de pequeñas asperezas producto de la subducción de montes submarinos, inhibe la extensión de áreas de acople fuerte y, por la tanto, la generación de grandes terremotos en el Pacífico Central de Costa Rica.

50 años UNA
Siempre necesaria

El Ovsicori-UNA ha logrado, por medio de la red sismológica, documentar el disparo estático de sismicidad en fallas locales al interior del país, como consecuencia de los terremotos de la entrada al golfo de Nicoya, del Valle de La Estrella y de Nicoya. También registró el disparo dinámico de sismicidad en el volcán Tenorio, por el paso de las ondas sísmicas superficiales del Terremoto de Islas Swam, en el Caribe al Norte de Honduras, de 2018.

En la actualidad, se cuenta con dos sistemas de alerta temprana de terremotos (SATT) en prueba. Uno que inició como una red completamente compuesta de teléfonos celulares fijos a paredes y pisos de edificios en todo el país y que evolucionó hacia una red híbrida de alerta temprana de terremotos, utilizando tanto teléfonos celulares, como estaciones sismológicas de nuestra red. Este SATT es una iniciativa que se desarrolla en conjunto con el USGS. El otro SATT se está desarrollando para toda Centroamérica, con apoyo económico de la Agencia de Cooperación Suiza (Cosude) y el apoyo técnico y científico del Instituto Tecnológico de Zúrich, en Suiza (Figura 2). Se planea que para antes del 2024 estas alertas tempranas estén llegando a toda la población.

Figura 2
El sismólogo Víctor González Salas (q.e.p.d)
revisa la instrumentación en el foso de la estación
sismológica en Arado de Santa Cruz

Fuente: Joaquín Salazar.

Deformación cortical

El Ovsicori-UNA fue una de las primeras instituciones en el mundo en utilizar el GPS para medir y documentar la velocidad de desplazamiento de las placas tectónicas. Cuando aún la constelación de satélites no estaba completa y en el horizonte se observaban no más de seis satélites, en el año 1988, se participó en una campaña regional para ver si era posible medir el movimiento relativo entre las placas del Coco, Caribe, de Nazca y de Suramérica. El resultado fue tal, que no solo se corroboró la convergencia de las placas del Coco y del Caribe en alrededor de 80 mm por año, sino que se logró también observar que existía una deficiencia de deslizamiento por debajo de la península de Nicoya. Esto llevó a incrementar el número de puntos de observación en el país, con énfasis en la península de Nicoya, para su ocupación mediante campañas de observación de tres a cuatro días en cada sitio. Una de esas campañas se había realizado a principios de 1991 y con la ocurrencia del terremoto del Valle de La Estrella, dos meses después, se decidió volver a medir la red de observación, pudiéndose así determinar que el terremoto de abril de 1991 había producido un deslizamiento horizontal de la microplaca de Panamá de casi 3 metros hacia el noreste y un levantamiento de esta, de alrededor de 1.5 metros. Este fue uno de los primeros terremotos en el mundo en los que con GPS se logró documentar la deformación en superficie como consecuencia de un terremoto y modelar el deslizamiento en la falla y su mecanismo de ruptura.

A principios de este siglo, en conjunto con colegas japoneses, se densificó la red de observación de GPS en Nicoya y se instalaron las primeras cuatro estaciones continuas de GPS para la medición de deformación tectónica (ya desde 1995 operaban dos estaciones continuas en el volcán Arenal). En 3 de esas estaciones continuas de GPS en la península de Nicoya (la otra estaba instalada en el Ovsicori-UNA en Heredia), se realizó el primer registro de un sismo lento en Costa Rica en el 2002. Esto provocó un interés mundial en el registro, en el campo cercano, de sismos lentos y junto con colegas de la Universidad de Miami y de la Universidad de California en Santa Cruz, obtuvimos financiamiento para densificar la red de estaciones continuas de GNSS en la península de Nicoya.

Fue así como, por medio, tanto de campañas, como del registro continuo, logramos publicar, en mayo de 2012 lo que sería la zona de ruptura de un terremoto inminente. El terremoto ocurrió casi cuatro meses después de la publicación y, además, de la deformación cosísmica y postsísmica inmediata (meses) logramos determinar que el desplazamiento en la falla bajo la península de Nicoya, que inició en septiembre de 2012, continuó hasta el 2015; lo que indicaba que, el terremoto de Nicoya de 2012 tuvo una duración de casi tres años. Esa red de estaciones continuas de GNSS en la península de Nicoya y sus alrededores ha permitido documentar que los sismos lentos en el segmento de subducción de Nicoya, con magnitudes entre 6.0 y 6.9, ocurren periódicamente, con una ciclicidad de 21 a 23 meses. El terremoto de Nicoya no alteró ese periodo de retorno.

El Ovsicori-UNA, por su parte, durante todo este siglo, ha venido densificando su red de monitoreo geodésico con estaciones de GNSS en todo el país. Es por medio de esta red que estamos documentando también el proceso de acoplamiento por debajo de la península de Osa y esperamos poder anticipar allá, la zona de ruptura del próximo terremoto, tal como lo hicimos en Nicoya. En la zona sur del país hemos podido también documentar la ocurrencia de sismos lentos.

Educación

En 1982-1983, la Unesco reunió a los observatorios vulcanológicos de cada continente y posteriormente realizó una reunión mundial con delegados de los observatorios de diferentes continentes en Hawái. La iniciativa fue presidida por el Dr. Robert I. Tilling del Servicio Geológico de los Estados Unidos. La Universidad Nacional fue la organizadora de la reunión en Costa Rica para el continente americano y delegada en la reunión mundial. La reunión continental fue clara en determinar que, con excepción de los Estados Unidos de América y los territorios de ultramar de Francia y el Reino Unido en el Caribe, solo Costa Rica contaba con una institución dedicada al seguimiento de la actividad volcánica, con personal permanente y actividades similares a los observatorios vulcanológicos existentes en los países desarrollados.

Dicha reunión instó a la Unesco a financiar cursos de capacitación para funcionarios de observatorios vulcanológicos de

América Latina y el Caribe en proceso de organización o con interés en el desarrollo de observatorios vulcanológicos. Como resultado, la Oficina de la Unesco, encargada del continente americano, acordó financiar a la Universidad Nacional para impartir un curso, en forma bianual, para capacitar a funcionarios de instituciones que hacen vigilancia volcánica o con interés en desarrollarla en la América Latina y el Caribe. El primero de estos cursos fue en 1985, cuando ya era Ovsicori-UNA. Se trató de un curso organizado cerca del volcán Arenal en el que sus participantes recibieron clases teóricas y prácticas sobre diversas metodologías de vigilancia volcánica, y se involucraron en la observación y seguimiento de la actividad durante dos semanas aproximadamente. En muchas versiones del curso se realizaron alianzas con otras instituciones para lograr contar con la colaboración de docentes externos o contar con equipos didácticos con los que no contaba nuestro observatorio y, así, establecer los énfasis, de acuerdo con las necesidades de capacitación que manifestaban tener las instituciones encargadas de la vigilancia volcánica de la región. Cerca de doscientos funcionarios de instituciones relacionadas con la actividad volcánica de la región de América Latina y el Caribe fueron becados por la Unesco para participar en una o varias versiones del curso realizado a lo largo de veinte años.

A principios de los noventa, el Ovsicori-UNA fue sede de un curso de postgrado regional en sismología, coimpartido con la Universidad de Uppsala. En ese curso se logró formar a más de diez sismólogos de la región centroamericana, algunos de los cuales terminaron estudios de maestría y doctorado en Suecia y Noruega, como parte de un proyecto regional financiado por la cooperación sueca y administrado localmente por el Ovsicori-UNA. Personas académicas del Ovsicori-UNA brindan además cursos de servicio a otras unidades académicas y cursos optativos para estudiantes de cualquier carrera, que incluyen temas como ciencias de la tierra, sismología, vulcanología, matemáticas, geoquímica y gestión del riesgo, entre otros. Mediante esta acción docente, se ha logrado capacitar de forma sistemática a docentes de primaria y secundaria en todo el país, y se les ha dotado de recursos didácticos para la enseñanza de las geociencias y la gestión del riesgo. Se contribuye también con cursos universitarios a escala internacional.

Las contribuciones en el campo de la educación del personal del Ovsicori-UNA van mucho más allá de la población universitaria. Desde sus inicios, el Ovsicori-UNA ha aprovechado cada sismo y cada actividad volcánica anómala para utilizar las entrevistas periodísticas como un medio para educar a toda la población en procesos tectónicos y en la reducción de la vulnerabilidad. Más recientemente, utilizamos canales como YouTube para crear nuestros propios videos educativos y para impartir conferencias dirigidas a todo público. Las redes sociales han sido un actor importante en este proceso de educación de la población por parte del Ovsicori-UNA. Se cuenta con una página en Facebook con cerca de 800 000 seguidores, donde se publican las ubicaciones y otros parámetros sísmicos de cada evento que ocurre y es automáticamente localizado, por lo que la hace la página de ciencia de dicha red social con más seguidores en América Latina. Para eventos volcánicos, sísmicos y secuencias sísmicas extraordinarias, publicamos reportes frecuentes de actualización, con explicaciones sobre los fenómenos que los generan. Además, se publican los boletines mensuales y anuales de sismología y vulcanología, así como reportes diarios del estado de los volcanes. Sobre todo, somos una comunidad interactiva, donde se procura responder las dudas que constantemente hacen por ese medio, lo cual ha permitido mantener un programa permanente de educación continua de la población. Se reporta también en otras redes sociales, como Twitter con 253 000 seguidores, Instagram con 40 400, y recientemente, en Telegram y LinKedin.

Otro tipo de cursos y conferencias que brinda el Ovsicori-UNA, como parte de sus actividades de educación, se ofrece como apoyo a la Comisión Nacional de Emergencias y a los comités municipales de emergencia en todo el país. También se brinda capacitación a guías turísticos, en temas volcánicos y tectónicos del país.

Visión prospectiva del Ovsicori-UNA

Para las siguientes cinco décadas de la Universidad Nacional, se visibiliza al Ovsicori-UNA como un verdadero observatorio con suficiente personal académico y técnico para mantener una

operación 24/7 con tres turnos, que cubran también fines de semana y días festivos. Para esto se necesita de un mayor apoyo gubernamental e institucional, que asegure la formación y contratación de todo ese personal que se requiera. Se visiona un presupuesto permanente del Estado, incluido como parte de la Ley de Emergencias, que dote al Ovsicori-UNA de recursos económicos suficientes para mantener la instrumentación de las redes de monitoreo sísmico y volcánico y se espera una Universidad Nacional que responda con más personal, como contrapartida a ese recurso gubernamental.

Con ese apoyo, el Ovsicori-UNA pasará también a un monitoreo completamente automatizado que reducirá el tiempo requerido para el procesamiento de la información y permitirá que las personas académicas dispongan de más tiempo para el análisis e interpretación de la información y los procesos. A partir de la experiencia, se afinarán los actuales sistemas de alerta temprana de terremotos para alertar únicamente a aquellas regiones que se impactarán por fuertes aceleraciones sísmicas. Asimismo, se desarrollarán y utilizarán subrutinas de inteligencia artificial que permitirán la integración, correlación e interpretación de múltiples metodologías de vigilancia volcánica, para la anticipación automática de erupciones volcánicas magmáticas.

Las redes de instrumentación sismológica y geodésicas consolidadas, así como la instrumentación fija en los volcanes, se complementarán con sistemas portátiles para arreglos densos en sitios específicos, donde los sucesos tectónicos se intensifiquen y requieran de una mejor resolución de observación, para la comprensión del proceso y evaluación de amenazas inmediatas. También, mediante la aplicación de inteligencia artificial y aprendizaje de máquinas, visualizamos a futuro un sistema interactivo que invierta simultáneamente los tiempos de arribo de las ondas sísmicas para la construcción de una tomografía sísmica que mejore las ubicaciones de sismos y, a su vez, esas nuevas ubicaciones mejoren los modelos de velocidades. Contar con un modelo tridimensional de velocidades sísmicas con nodos dinámicos, con espaciamientos de hasta 1 kilómetro en zonas de sismicidad superficial y fallas locales, no será un objetivo a muy largo plazo. A futuro tendremos sistemas automatizados en tiempo cuasi real de la deformación cortical continua en Costa Rica, mediante el procesamiento de imágenes de InSAR.

La construcción de un observatorio internacional de zonas de subducción en la península de Osa, con una perforación en tierra que atraviese e instrumente la zona sismogénica de grandes terremotos de subducción, será una propuesta que se impulsará, como un ofrecimiento al mundo, de un lugar donde se puede hacer sin mucha complicación y a un relativo bajo precio. Se planea que este observatorio opere en forma continua, por el tiempo necesario (hasta 150 años), para capturar por lo menos tres ciclos sísmicos completos de terremotos de subducción bajo la península de Osa y contribuir así al desarrollo de la predicción de terremotos.

Algunos atributos que han caracterizado al Ovsicori-UNA y deberán continuar

El Ovsicori-UNA se ha caracterizado por el trabajo entusiasta y tesonero de un grupo de personas que, consciente de lo mucho que queda por aprender, nunca tuvo temor al trabajo duro y al sacrificio. La entrega al trabajo y a la institución ha sido constante, sin importar si lo es fuera de la jornada laboral, durante fines de semana, días feriados y hasta durante nuestras vacaciones. Favorece en esto:

1. *Ubicación en un ambiente universitario:* La tendencia en otros países de la región latinoamericana y del Caribe ha sido que los servicios vulcanológicos y sismológicos se han desarrollado en ambientes ministeriales dentro del aparato gubernamental, muchas veces influenciados por la doctrina de seguridad del Estado y vulnerables de los cambios políticos. Por el contrario, el Ovsicori-UNA se desarrolla en un ambiente universitario, con jerarquías horizontales, libertad de cátedra y teniendo como protagonistas a académicos que buscan generar conocimiento y ponerlo al servicio de los sectores que lo necesiten para promover el desarrollo del país. Desarrollo que reclama la satisfacción de nuestras necesidades de determinar las amenazas naturales a las que estamos expuestos, para la prevención y atención de emergencias. Por eso, la Universidad Necesaria fue el perfecto ambiente para desarrollar al Ovsicori-UNA.

2. *Prioridad en la formación y capacitación del personal para garantizar la transferencia tecnológica dirigida al Ovsicori-UNA:* Como institución siempre se prioriza dar oportunidad al personal para capacitarse en el trabajo, dentro y fuera del país, así como tener oportunidad de obtener formación de postgrado a todos aquellos funcionarios que lo desearan, haciendo los sacrificios institucionales y personales que fueran requeridos. Además, el Ovsicori-UNA siempre se sintió comprometido en ofrecer capacitación y transferencia tecnológica a otros países e instituciones hermanas.
3. *Trabajo en equipo:* Cuando los recursos fueron escasos, como durante las primeras dos décadas del observatorio, se debió realizar una esmerada planificación del trabajo y lograr que el equipo de trabajo fuera multifuncional, sobre todo cuando se realiza trabajo de campo o de mantenimiento de las redes de observación. Ese aprendizaje lo continuamos aplicando ahora para hacer el mejor uso de los recursos con los que contamos. El seguimiento de la actividad volcánica que utiliza diversas metodologías de vigilancia requiere socializar el conocimiento adquirido por cada metodología para poder realizar diagnósticos valederos del estado de actividad de cada volcán y eso se logra solo integrando el conocimiento constantemente y por medio de reuniones semanales, como lo ha venido haciendo el Ovsicori-UNA.
4. *Una buena política de relaciones públicas:* El Ovsicori-UNA definió claramente una dinámica de información dirigida hacia el país utilizando los medios de comunicación. La información generada a la vez que informaba de la actividad sísmica y de la actividad de los volcanes, trató permanentemente de capacitar para introducir conocimientos básicos en la población, que contribuyeran a entender los procesos tectónicos y volcánicos que ocurren en el país, así como minimizar los efectos de las erupciones volcánicas y de los sismos.
5. *Búsqueda de alianzas dentro y fuera de la universidad:* La necesidad de racionalizar el uso de recursos estableció muy temprano en nuestro trabajo la voluntad de buscar temas de interés común con diversos académicos y laboratorios dentro y fuera de la universidad, para abordar la investigación en forma conjunta, voluntad que se ha mantenido hasta el presente. Ese fue el caso del trabajo con laboratorios

50 años UNA
Siempre necesaria

al interior de la UNA, como el Laboratorio de Estudios de Contaminación del Aire (PeCAire) de la Escuela de Ciencias Ambientales (Edeca) y el Laboratorio de Química de la Atmósfera (LAQAT) de la Escuela de Química, entre otros. En la actualidad, con el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Edeca, trabajamos en la evaluación de la calidad del aire que recibe aportes de gases magmáticos. La comunidad científica internacional ha sido fuente permanente de orientación, capacitación y recursos para el Ovsicori-UNA. Muy temprano, en nuestra historia comprendimos la importancia de realizar trabajo conjunto con científicos, universidades y proyectos para aumentar los recursos disponibles y realizar una efectiva transferencia tecnológica hacia el observatorio y garantizar la transferencia de conocimiento para atender las necesidades de desarrollo del país. En la participación en redes internacionales, el Ovsicori-UNA ha sido también pionero en la Universidad Nacional. Somos parte del Consorcio IRIS de Instituciones Sismológicas, del Consorcio (UNAVCO) de instituciones en GNSS, de la Red Mundial de Estaciones Sismológicas (GEOSCOPE) de Francia, de la Red de Monitoreo de la Organización del Tratado para la Prohibición de Pruebas Nucleares (CTBTO), de la Unión Internacional de Geofísica y Geodesia (IUGG) y sus asociaciones internacionales de sismología (IASPEI) y Vulcanología (IAVSEI), de la Asociación Latinoamericana de Sismología Volcánica (LAVAS) y de la Asociación Latinoamericana de Vulcanología (ALVO), entre otras. Nuestra participación en todas estas redes ha permitido no solo adquirir instrumentación y formación, sino también, ubicar a Costa Rica, nuestra experiencia en monitoreo, la producción académica y la ciencia que hacemos, en el mapa científico mundial, junto a otras instituciones de países desarrollados.

Poliuna: una alternativa para el análisis, desarrollo e investigación de los polímeros naturales y sintéticos en la región centroamericana y del Caribe

Marlen Durán Chavarría
Manuel Moya Portuguez
María Sibaja Ballestero
Svetlana Nikolaeva
Rocío Pereira Esteban
Patricia Alvarado Aguilar
Guillermo Jiménez Villalta
Marianelly Esquivel Alfaro
Pilar Alfaro
Oscar Rojas Carrillo
Lisbeth Jiménez Carrillo
Karla Ramírez Amador
José Roberto Vega-Baudrit[1]

1 Profesor. Correo electrónico: jvegab@gmail.com

En Costa Rica, hasta finales de los años setenta, la investigación realizada en el campo de los materiales poliméricos y, en general, del aprovechamiento de los desechos de la industria agrícola, era casi nula. Sin embargo, como resultado de los esfuerzos por parte de un grupo de científicos de la Universidad Nacional, se creó un Laboratorio de Investigación y Tecnología Química cuyo nombre posterior fue Poliuna.

Actualmente, el Poliuna cuenta con proyectos de investigación enmarcados en diversas áreas, pero en todos se encuentra como eje común el aprovechamiento de residuos agropecuarios para la extracción de componentes poliméricos y su posterior transformación en nuevos materiales. Todo esto se enmarca, además, dentro de la visión de la bioeconomía, donde los subproductos de un proceso se convierten en la materia prima para la generación de nuevos materiales y aplicaciones. También, el Poliuna ofrece servicios de asesoría y análisis de aseguramiento de la calidad en materias primas y productos terminados de la industria del sector industrial de Costa Rica y la región Centroamericana. Asimismo, se apoyan iniciativas o políticas públicas en el ámbito nacional relacionadas con el tema de los polímeros. También, para la industria se han impartido cursos en el ámbito técnico de la ciencia de los polímeros y su procesamiento.

En el campo de la docencia, el Poliuna es el responsable de impartir los cursos del Área de Polímeros y Biomateriales de la Escuela de Química de la Universidad Nacional para las carreras de Química Industrial e Ingeniería en Bioprocesos Industriales. Además, el personal imparte otros cursos para dichas carreras y coordina la Cátedra de Fisicoquímica y Materiales. Lo antes mencionado transforma al Poliuna en un laboratorio *sui generis* de avanzada dentro del área centroamericana y del Caribe, además de poseer actualmente un amplio reconocimiento en el ámbito latinoamericano, y fuertes relaciones profesionales con instituciones de investigación y docencia de países con gran desarrollo dentro del área de los polímeros y los materiales, como lo son Japón, México, Argentina, Alemania, Estados Unidos, España, Colombia, Portugal, Canadá, entre otros.

50 años UNA
Siempre necesaria

Los inicios del Poliuna

Desde la década de los setenta, la Escuela de Química de la Universidad Nacional, Costa Rica, además de sus actividades regulares de docencia, ha venido participando en proyectos de investigación y extensión en el campo del aprovechamiento de los desechos agroindustriales.

Uno de los primeros proyectos dirigidos hacia ese objetivo fue el uso de la cáscara de piña como fuente de celulosa para la obtención de rayón (celulosa regenerada). Sin embargo, este primer intento no fue concretado completamente debido a que, en ese entonces, la universidad contaba con limitada experiencia en este campo y la infraestructura y equipamiento de los laboratorios no eran los adecuados. A partir de esa primera experiencia, el norte común de este tipo de proyectos siempre ha sido la búsqueda de una solución alterna al problema de la contaminación ambiental producida por las actividades agropecuarias y la de generar alternativas que permitan obtener, a partir de ello, productos de alto valor agregado.

Entre los subproductos más estudiados dentro del Poliuna se encuentran los residuos del cultivo y procesamiento de la piña (*Ananas comusus*), el cual es un cultivo que ha crecido de manera exponencial en nuestro país y es uno de los principales productos agrícolas de exportación de Costa Rica. La búsqueda de soluciones ambientales para los subproductos agroindustriales promovió también las relaciones con los sectores cafetalero (Cicafe), el bananero (Corbana), entre otros, gracias a proyectos de capacitación, investigación y generación de soluciones de mayor valor agregado para dichos residuos. Adicionalmente, el aprovechamiento de la cáscara del camarón y su uso para la extracción de quitina y su transformación en quitosano, así como productos derivados ha sido ampliamente estudiado y, hoy día, tanto la quitina como el quitosano se producen a escala piloto en el Poliuna y son comercializados para diversas aplicaciones.

En 1981, se conformó un grupo de académicos que, conscientes de la necesidad de disminuir el impacto ambiental producido por este tipo de desechos agroindustriales, dedicaron tiempo extracurricular para la búsqueda de financiamiento

nacional e internacional y, así, darle a la institución la infraestructura necesaria para brindar soluciones reales a este tipo de problemas. De este modo, nació lo que posteriormente se denominaría como Poliuna.

La consolidación: equipos e investigación

En 1991, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conicit) –actual Promotora de Innovación e Investigación–, financió un proyecto denominado Programa de Investigación en el Aprovechamiento de Desechos agroindustriales (PADA), con una duración de cuatro años, al cabo de los cuales se obtuvieron varios productos académicos y químicos. Entre ellos cabe destacar la publicación de siete artículos científicos, la participación en conferencias y congresos, además de la generación de varios materiales poliméricos. Este programa, desde su inicio, se vinculó a la industria farmacéutica y a las empresas productoras de desechos agrícolas y llevó a establecer relaciones académicas con centros de investigación en más de una docena de países alrededor del mundo, entre los que se incluye España, Argentina, México, Brasil y Uruguay, entre otros.

Dentro de los productos químicos obtenidos en el laboratorio, a partir de desechos de la agroindustria en aquel momento se encontraban la celulosa, la lignina, la carboximetil celulosa (CMC), la bencilcelulosa, la celulosa microcristalina (CM), el acetato de celulosa, la vainillina, entre otros, obtenidos a partir de cáscara de piña, broza de café, pergamino de café, granza de arroz, tusa de elote, olote, entre otros. Simultáneamente, se caracterizaron estos desechos y se realizó un diagnóstico de producción a escala nacional.

Liderado por el Poliuna, con la Cooperación Española y el Programa CYTED, se elaboró una base de datos en el ámbito iberoamericano con los subproductos agroindustriales, su producción y su utilización, no solo como abono, sino para la generación de moléculas de mayor valor agregado. Iberoamérica recibió alrededor de un millón de euros que impulsaron la investigación mediante cursos, pasantías e instalación de seis plantas piloto en Centroamérica y Cuba.

Uno de los contactos cruciales para el desarrollo de este laboratorio fue la relación establecida con el Laboratorio de Investigación en Materiales de la Ciudad Científica de Tsukuba, Japón (IPRI), con el grupo de los profesores Hyoe y Tatsuko Hatakeyama. El doctor Hatakeyama y la doctora T. Hatakeyama han sido de los investigadores más destacados en el ámbito mundial en el campo de la utilización de recursos biomásicos en la obtención de productos de mayor valor agregado e investigaciones termogravimétricas; incluso, en su grupo de trabajo se desarrollaron varias patentes, dentro de las que destaca la obtención de espumas de poliuretanos a partir de desechos de café. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron aplicados posteriormente a los residuos de cáscaras de piña con resultados exitosos.

La instrumentación y consolidación inicial del Laboratorio de Polímeros (Poliuna) se logró mediante el apoyo del IPRI y la colaboración del Gobierno de Japón por medio de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), al acceder a una donación de equipo científico por un monto cercano al millón de dólares. Dicha donación estaba compuesta de equipos de análisis mecánicos y térmicos de alta tecnología, en adición a un difractómetro de rayos X.

Paralelamente, el fortalecimiento académico del grupo de investigación del Poliuna se logró mediante la cooperación con el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), financiado mayormente por el gobierno español, en el cual se facilita el encuentro entre académicos de la región y fomenta la discusión científica sobre temas afines. Se realizaron pasantías, congresos y encuentros con académicos y expertos de cerca de veinte países, incluyendo el Reino Unido, España y Japón.

Para 1992, se participó junto con el IPRI en el Proyecto Polyurethane Foam from Lignocellulose, el cual tuvo una vigencia de cuatro años y permitió el intercambio de científicos expertos en el campo de los polímeros de reconocidas instituciones de Japón. Este apoyo por parte del Gobierno japonés hacia el Poliuna continuó por varios años a través de estancias de expertos japoneses y financiamiento de visitas a centros de excelencia en Japón por parte de los investigadores costarricenses.

Para 1993, como consecuencia de la relación del Poliuna con el Conicit, se vinculó el laboratorio con el sector empresarial nacional, principalmente hacia la Industria incipiente del

plástico. Con fondos del Banco Internacional de Desarrollo (BID) –cercano a los $100 000– se financió una consultoría con el objeto de establecer las necesidades y fortalezas en el campo de los plásticos. Esta consultoría determinó que el Poliuna era el laboratorio mejor preparado para brindar servicio a la industria, por lo que fue escogido para realizar un segundo proyecto denominado Adecuación de las Normas de Calidad para la Industria del Sector del Plástico en Costa Rica, cuyo objetivo fue traducir y adaptar las cuarenta pruebas más utilizadas por este sector industrial, lo cual permitió un acercamiento mayor entre Poliuna y dicho sector.

Con este proyecto se inició una nueva etapa de desarrollo para el Poliuna en el cual se incursionó, no solo en el campo de los polímeros naturales, sino también en el de los polímeros sintéticos; es decir, los plásticos, y posibilitó la creación de un proyecto de prestación de servicios al sector industrial. El financiamiento le permitió al Poliuna complementar el equipo básico para el estudio de los materiales poliméricos, sintéticos y naturales. Posteriormente, en 1994, el CONICIT aprobó un tercer proyecto denominado Escalamiento Industrial de la Obtención de CM y CMC de Cáscara de Piña. Este proyecto permitió la adquisición de una planta piloto multipropósito para ofrecer servicios a la industria química y farmacéutica en la síntesis de productos comerciales. Además, ofrecía la posibilidad de ser utilizada dentro de la carrera de Química Industrial, la cual en ese momento estaba en ciernes y abrió el espacio para graduar personal, específicamente en el campo de los polímeros y enviar otras personas al extranjero a prepararse específicamente en este campo.

Entre los años 1994 y 1998, el Gobierno de nuestro país estableció el Plan Nacional para el Desarrollo Tecnológico de Costa Rica. En él se planteó como prioridad la innovación tecnológica en el sector industrial y estableció entre sus prioridades la minimización de los desechos agroindustriales con miras a reducir el impacto ambiental producido. Este plan fortaleció proyectos en donde se incluyeran este tipo de materiales poliméricos naturales, tales como el Proyecto Bioproducción y Caracterización de Dextranos Modificados Obtenidos a partir del Jugo de Desechos Agroindustriales, así como el Proyecto Obtención de Dextranos y otros Azúcares de Uso Comercial a partir de Desechos de la Agroindustria, el cual se ejecutó en conjunto con siete países de

Iberoamérica. Con lo anterior, el Poliuna se estableció como un laboratorio líder en el área centroamericana y del Caribe en el aprovechamiento de los desechos agroindustriales, y se convirtió, a su vez, en un centro de capacitación de otros grupos de investigadores afines.

Por otra parte, el Consejo Nacional de Rectores (Conare) creó en 1998 el Centro Nacional de Alta Tecnología (Cenat), donde se contempló el desarrollo del área de biotecnología y tecnologías afines. En esta área –gracias al impulso de la M.Sc. María Sibaja de Poliuna– se le dio un gran énfasis al campo del aprovechamiento de los desechos agroindustriales como materia prima para los procesos biotecnológicos. Esto le permitió al Poliuna afianzar su incursión en el campo de los polímeros de origen biotecnológico iniciado con su experiencia en la producción de dextranos de jugos residuales en el procesamiento de la piña. Este proyecto le valió al Poliuna un reconocimiento durante el I Congreso Nacional de Ciencia y Tecnologías Sostenibles de Alimentos, realizado en 1999 por la Universidad de Costa Rica y la Asociación de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Costa Rica, por los resultados obtenidos en proyectos de aprovechamiento de la biomasa, en una serie de conferencias impartidas por el Dr. José Roberto Vega-Baudrit.

Asimismo, con el nombramiento de personal de Poliuna como coordinadores internacionales de la Red de Aprovechamiento de Desechos Agroindustriales (Red ADA) y del Proyecto Escalamiento de la Obtención de Carboximetil Celulosa a partir de Desechos Agroindustriales (ambos pertenecientes al Subprograma IV del CYTED), se consolidó su posición en la región centroamericana y del Caribe dentro de esta temática. También, en el ámbito iberoamericano, la Universidad Nacional participó como coordinador nacional del Proyecto Obtención de Dextranos y otros Azúcares de Valor Comercial a partir de Desechos Agroindustriales, en el que participaban Uruguay, Argentina, México, República Dominicana, entre otros.

En el 2002, gracias a un Proyecto UNA-CONICIT, se construyó una planta piloto para la obtención de quitina y quitosano en el Parque Marino del Pacífico; proyecto que se desarrolló en cooperación con el sector pesquero (Cámara Puntarenense de Pescadores). A partir de este proyecto, se abrió una línea de investigación en el desarrollo de nuevos materiales orientados principalmente al campo farmacéutico, se involucró a empresas e instituciones nacionales e

internacionales. Paralelamente, se hacían investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de residuos de industria acuícola para la extracción de colágeno. Actualmente, esas relaciones se han fortalecido y se mantiene una estrecha colaboración con la empresa privada nacional.

En la Tabla 1 se presentan algunos de los principales proyectos en los cuales el Poliuna participó directamente en sus etapas iniciales y que contribuyeron a su consolidación, se incluyen los principales organismos relacionados con dichos proyectos.

Tabla 1
Principales proyectos en los cuales
el Poliuna incursionó en sus inicios

Organismo/país	Temas
National Institute of Materials and Chemical Research, NIMC, Japón	Poliuretanos a partir de desechos agroindustriales, difractometría para aplicación industrial.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICIT, Costa Rica	Derivados lignocelulósicos, adecuación de normas de calidad de la industria del plástico en Costa Rica, construcción de una planta piloto para productos químicos.
Proyecto Iberoamericano Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, CYTED, España	Ligninas como aditivo, obtención de dextranos a partir de desechos, obtención de hidrogeles.
Instituto de Investigación en Tecnología de Materiales, INTEMA, Argentina	Poliuretanos reforzados con raquis.
Florida State University, EE. UU.	Evaluación de los desechos plásticos de la producción bananera.
Fondo Institucional de Desarrollo Académico	Ampliación de las instalaciones.
Gobierno de México	Mejoramiento de la industria del plástico en Costa Rica.
Agencia de Cooperación Alemana, GTZ.	Uso de zeolitas en tratamiento de efluentes industriales.
Instituto Politécnico de Braganza, Portugal	Aprovechamiento de la broza de aceituna para obtención de un material compuesto

Fuente: elaboración propia.

Participación estudiantil

En 1997 se aprobó la carrera de Licenciatura en Química Industrial por parte de Conare y su primera generación fue recibida en el año 1998. Dentro del plan de estudios se contó con un área de énfasis en polímeros. Esto permitió que, a partir de este momento, lograran incorporarse en las acciones de investigación estudiantes de dicha carrera, estos realizaron horas de estudiante asistente, así como proyectos de graduación. La primera tesis defendida para la carrera de Química Industrial fue realizada en el Poliuna, con colaboración del Instituto Regional en Sustancias Tóxicas (IRET) sobre el tema de obtención de un sistema de liberación controlada tipo hidrogel para un agroquímico.

A partir de ese momento, en el marco de la Licenciatura en Química Industrial se han desarrollado más de 45 trabajos finales de graduación en el Poliuna, tanto tesis como proyectos de graduación en la industria que están apoyados por el personal del laboratorio. En la mayoría de estas investigaciones se realizaron diversos residuos agropecuarios. También se puso a disposición la capacidad técnica y el personal del laboratorio para apoyar tesis de grado y posgrado de otras instituciones, tanto nacionales como internacionales, así como de otras carreras de la UNA.

Muchos de los estudiantes tesiarios –a través de los Fondos de Movilidad Estudiantil y el Fondo de Apoyo Económico para la Participación en Actividades de Investigación (Focaes) de la UNA– han logrado realizar parte de sus investigaciones en otros países con los cuales mantenemos colaboración; por ejemplo, México, Cuba, Colombia, España, USA y Finlandia. De igual manera, en nuestro laboratorio se han recibido estudiantes de pregrado y posgrado para realizar pasantías y generar parte de sus resultados de investigación, provenientes de México, Alemania, USA, entre otros.

Actualmente, en el laboratorio se cuenta con participación estudiantil en los proyectos de investigación, tanto de estudiantes de la carrera de Química Industrial (acreditada ante SINAES en 2019), así como la de Ingeniería en Bioprocesos Industriales, carrera aprobada para impartirse en la Escuela de Química a partir del año 2013 y única en su tipo en el país.

La participación de estudiantes en la acción sustantiva del Laboratorio de Polímeros siempre ha sido un aspecto fundamental del quehacer, ya que ha permitido la formación de estudiantes en habilidades de investigación y algunos de nuestros graduados y exasistentes de investigación poseen actualmente puestos importantes a nivel de gerencia y jefaturas en diversos tipos de industria. Además, en los últimos años los recién egresados, en su mayoría, se han incorporado de manera muy exitosa en la industria biomédica y parte de sus habilidades en investigación, así como habilidades blandas, las han fortalecido durante su experiencia en el Poliuna.

Investigación avanzada y reconocimientos

El Poliuna se ha diversificado y orientado en los últimos años en la introducción de nuevas líneas de investigación como biomateriales, polímeros biodegradables, materiales nanoestructurados, nanocompuestos, fibras naturales y bioplásticos, los cuales son áreas prioritarias para el desarrollo del país.

Algunos de los materiales desarrollados han sido aplicados como sistemas de liberación de fármacos, como herramienta de diagnóstico, así como en el diseño de biosensores, materiales para encapsulamiento y protección de sustancias bioactivas para el campo agrícola y en el mejoramiento en eficiencia energética en paneles solares. Paralelamente, surfactantes naturales como fosfolípidos han sido investigados para la formulación de vesículas y la modificación superficial de los biopolímeros extraídos (Soto-Cruz *et al.*, 2018).

Por otro lado, un campo de potencial interés para el grupo de polímeros es la formulación y el diseño de bionanocompositos basados en nanomateriales de origen natural. Ejemplos de estos materiales de refuerzo son la celulosa microcristalina (Moreno *et al.*, 2019), los nanocristales de celulosa (NCC) (Moreno *et al.*, 2018) y las nanofibras de celulosa (NFC) (Araya-Chavarría *et al.*, 2022), extraídos a partir de biomasa de la agroindustria piñera. Estos sustratos pueden ser mezclados con distintas matrices para

la generación de los materiales compuestos, que pueden tener una amplia variedad de aplicaciones.

Por otra parte, el Laboratorio de Polímeros, mediante sus investigaciones sobre almidón termoplástico combinado con nanocelulosa, ha contribuido a la obtención de bionanocompositos con propiedades físicas y mecánicas mejoradas, atractivos como materiales para sustitución de plásticos de un solo uso (Araya *et al.*, 2021).

Finalmente, es importante mencionar la colaboración bilateral que se ha dado con otros grupos de investigación. Específicamente, en el caso del Laboratorio Nacional de Nanotecnología (Lanotec) del Centro Nacional de Alta Tecnología (Cenat), dirigido por el Dr. José Vega-Baudrit (desde 2006), quien, además, es catedrático de la Escuela de Química e investigador de Poliuna, desde 1991. En esta vinculación, se ha implementado una serie de proyectos de investigación en nanotecnología, que han permitido al país colocarse como referente regional en temas principalmente orientados al sector del plástico, dispositivos médicos y farmacia, biorrefinería, economía circular, entre otros. Dentro de esa relación bilateral, se han generado diversas publicaciones, así como varios eventos organizados entre ambos laboratorios. Con financiamiento del FEES y del Micitt/Conicit, en el año 2010 se organizó un magno evento científico internacional denominado SLAP 2010, donde participaron cientos de científicos, investigadores y estudiantes nacionales e internacionales.

En este evento se homenajearon distinguidos investigadores como al Dr. H. Hatakeyama de Japón, al Dr. R. Cunningham de Argentina y a la M.Sc. María del Rosario Sibaja de Poliuna. Asimismo, se tuvo como conferencista principal al Dr. Samuel Stupp, costarricense y eminente científico en el área de la nanotecnología, ampliamente conocido por sus investigaciones y cientos de publicaciones de altísima calidad. Posteriormente a este evento, y gracias a los esfuerzos de Poliuna, la Universidad Nacional distinguió al Dr. Samuel Stupp Kupiec, con el Doctorado Honoris Causa 2011, en una solemne actividad realizada en el auditorio Clodomiro Picado del Campus Omar Dengo, en Heredia (Figura 1).

Figura 1
Doctorado Honoris Causa entregado por la rectora Sandra León al Dr. Samuel Stupp en marzo de 2011

Fuente: fotografía personal de J. Vega-Baudrit.

Esta distinción fue otorgada por el Consejo Universitario, como reconocimiento a los trabajos del Dr. Stupp en los campos de nanotecnología y biomedicina. "Para la Universidad Nacional es un orgullo entregar este reconocimiento a un visionario que nació en nuestro suelo y hoy es uno de los más destacados investigadores del mundo en su área", resaltó Sandra León Coto, rectora de la UNA.

Por otra parte, en el año 2013, el entonces investigador del Poliuna, Dr. Sergio Madrigal, recibió el Premio Nacional de Tecnología e Innovación Clodomiro Picado Twight, por sus investigaciones utilizando residuos de camarón y principios activos de frutas autóctonas costarricenses para la generación de materiales híbridos, a través del uso de la biotecnología (UNA, 2013). Asimismo, el Poliuna –a través del Dr. José Roberto Vega-Baudrit– formó parte de la iniciativa denominada Consolidación de la Red de Nanobiotecnología de la Universidad Nacional denominada "Red Nano-UNA", la cual contó con la participación del Departamento de Física, la Escuela de Matemática, la Escuela de Ciencias Biológicas, entre otras. Dicha red permitió la generación de diversas actividades de divulgación sobre la temática, y el fortalecimiento de relaciones de colaboración con

las otras unidades académicas participantes, que se mantienen en la actualidad.

Todas estas acciones permitieron reforzar la línea de investigación de la nanotecnología en el Poliuna y, por ende, convertirse en una referencia para el desarrollo de materiales nanoestructurados a partir de fuentes renovables como los residuos agropecuarios (agrícolas y acuícolas) que ya se venían trabajando en los proyectos de biorrefinería y economía circular.

Fondos de la Educación Estatal Superior, FIDA, FECTE

A inicios de la primera década del siglo XXI, Conare inició un programa de fondos para investigación, con el fin de promover la investigación interinstitucional entre las universidades públicas y sus programas como el Cenat. A través de estos fondos conocido como FEES, el Poliuna –junto con otras instituciones– desarrolló varios proyectos de investigación en diversas temáticas, como matrices biodegradables para explorar la ingeniería de tejidos, aprovechamiento de residuos de ñame para la extracción de inulina, la obtención de polímeros biodegradables a partir de residuos de la industria energética, estudio de nanopartículas de hierro para ser usadas en termoterapia contra el cáncer, entre muchas otras iniciativas. También la obtención de polímeros compostables y biodegradables como el ácido poliláctico (PLA), del cual salió un libro con sello editorial UNED, donde se compartían los resultados con instituciones como el CITA de la Universidad de Costa Rica.

Estos fondos permitieron al Laboratorio de Polímeros acceder a recursos económicos para realizar la renovación de algunos equipos de laboratorio, la compra de equipos como el nanosizer, que fue el primero de su tipo en el país y en la región. Este equipo permitió potenciar el avance en el estudio de estructuras nanoscópicas, como las nanovesículas lipídicas, las nanopartículas metálicas, la nanocelulosa, entre otras, y durante muchos años ha sido facilitado para su uso por diversos centros de investigación, tanto en el país como a escala internacional.

Otra fuente importante de recursos para investigación lo ha constituido el Fondo Institucional de Desarrollo Académico (FIDA) de la UNA, cuyo propósito es realizar investigación entre diversas unidades académicas. A través de estos fondos se pudieron realizar mejoras sustantivas a la Planta Piloto, así como investigar sobre temas como la biodegradación de residuos de piña, la generación de sistemas de liberación controlada basados en polímeros biodegradables, entre otros.

El Poliuna cuenta con una gran capacidad instalada a nivel de equipo, pero su mantenimiento y actualización se convierten en un reto importante. Es por esto que los recursos del Fondo de Equipo Científico, Tecnológico y Especializado (FECTE), así como el Fondo para el Mantenimiento de Equipos, ambos de la UNA, han permitido la compra de equipo nuevo para la generación de nuevas líneas de investigación, la renovación de equipo antiguo, así como el mantenimiento y reparación de equipos con que se contaban y por su uso habitual empiezan a presentar problemas o requieren mantenimiento preventivo para alargar su vida útil.

Capacitación y relaciones internacionales

Paralelo a todo este accionar en la búsqueda de la excelencia, a través de su historia el Poliuna ha mantenido un plan de formación de recursos humanos en el campo de los polímeros. Personal del Poliuna se especializó –con maestrías y doctorados– en centros académicos prestigiosos en el área de los polímeros: la Universidad de Sao Paulo, sede de San Carlos, Brasil; la Universidad de Guadalajara, México; el Instituto Tecnológico de Tokio y la Universidad de Fukui, Japón; la Universidad de Akron, Ohio, EE. UU.; la Universidad de Potsdam, Alemania; la Universidad de Santiago de Compostela; la Universidad de Valencia y la Universidad de Alicante, España. En algunos de estos casos, con apoyo institucional de la Junta de Becas y en otros casos con becas externas; por ejemplo, del DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico), del Programa de Especialistas Fulbright, entre otros programas.

Por otra parte, en su momento se recibieron cursos de capacitación en el campo de los polímeros en Japón, España, México, Alemania, Argentina y Uruguay. Entre ellos se tienen al Instituto de Investigaciones de la Municipalidad de Osaka y en el Instituto Nacional de Ciencia de Materiales de Tsukuba, Japón, así como el Centro de Plásticos del Sur, en Wuerzburg, Alemania y el Centro Universitario de Ciencias e Ingeniería –CUCEI– y el Departamento de Madera, Celulosa y Papel, ambos de la Universidad de Guadalajara, México. Asimismo, se recibieron apoyos y cursos de alto nivel (postgrado) en polímeros por parte del Instituto Tecnológico de Materiales-INTEMA, dentro del Convenio Bilateral Horizontal Costa Rica-Argentina, un curso de postgrado por parte del CUCEI de la Universidad de Guadalajara, México y de la Universidad de Valencia, España.

Recientemente, dos cursos relacionados sobre Química de Coloides y sistemas poliméricos aplicados en la liberación de fármacos fueron recibidos de parte de académicos de la Universidad de Potsdam y La Universidad Libre de Berlín, Alemania, respectivamente. Además, se han recibido profesores pasantes de una gran diversidad de países, que en la mayoría de los casos han impartido cursos y charlas sobre su área de investigación.

Actualmente, se siguen manteniendo relaciones de colaboración e intercambios con diversas instituciones en el plano nacional e internacional, tanto de los académicos, como de los estudiantes que realizan horas asistente y proyectos de graduación en el Poliuna. Algunas de las instituciones con las que Poliuna mantiene relaciones, se encuentran en países como Japón, Bélgica, Rusia, Brasil, México, España, Estados Unidos, entre otros.

Servicio a la industria

Una parte importante del tiempo *ad honorem* dedicado a las labores cotidianas en el Poliuna está enfocado al servicio de la industria de materiales plásticos y dispositivos médicos. Actualmente, como se mencionó, se ofrecen servicios de control de calidad de materias primas y producto terminado, así como asesorías en problemas de producción y acciones de formación continua a dicho sector. El Poliuna cuenta con equipos que le permiten realizar estudios en el ámbito científico y de consultoría

a industrias relacionadas con los polímeros, en el área de pruebas mecánicas, térmicas y reológicas, análisis espectroscópicos y cromatografía, entre otros. Toda esta batería de equipos de alta tecnología hacen que el Poliuna sea el laboratorio de materiales poliméricos más avanzado de la región.

También, el laboratorio realiza la producción de quitina y quitosano a nivel de planta piloto, producto que es ofrecido a escala comercial, así como parte de las acciones de colaboración con otras instituciones a las cuales se les brinda este producto, tal es el caso del Lanotec, Cenibiot, UCR, ITCR, Universidad de British Columbia, entre otros. Los ingresos percibidos por las actividades de prestación de servicios y venta de productos son, en su totalidad, utilizados como una fuente de ingreso que permite sustentar, en parte, los costos de operación del Poliuna, dar mantenimiento al equipo y las instalaciones, adquirir equipo nuevo y contratar estudiantes asistentes de investigación que apoyen el quehacer del laboratorio. Adicionalmente a las actividades regulares del Poliuna, en diferentes momentos se ha apoyado el proceso de incubación de emprendimientos, esto a través del vínculo cercano con el Programa de Emprendedores y la Incubadora de Empresas de la UNA. Específicamente, se apoyó en sus inicios al emprendimiento Reutipiña –hoy Bromé– y al emprendimiento Energías Balanceadas, hoy Polyfuel. También se ha brindado apoyo y asesoría a otras iniciativas relacionadas con temáticas que se desarrollan en el laboratorio, la mayoría de ellas provenientes de estudiantes de la UNA.

50 años UNA Siempre necesaria

La docencia

En el pasado, en Costa Rica el campo de la docencia en polímeros estuvo relegado a un segundo plano; prácticamente ninguna institución de educación superior estaba ejecutando algún plan en tecnología de plásticos. Sin embargo, el desarrollo industrial de los plásticos en Centroamérica, al igual que en el resto del mundo, creció vertiginosamente debido a la versatilidad que presentan dichos productos. Por lo cual se impartieron cursos técnicos en el campo de los plásticos, orientados a actualizar al personal técnico de las industrias procesadoras de plástico. Asimismo, se ofertaron cursos de posgrado dirigidos al sector

industrial y académico, con el objetivo de actualizar al personal profesional relacionado con los procesos industriales.

Asimismo, en sus inicios se diseñaron cursos sistemáticos para el personal técnico del sector de la industria del plástico a solicitud del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). También, con recursos de la Universidad Nacional, el Poliuna capacitó parte del personal en el ámbito profesional a personal del INA, quienes ejecutan programas de capacitación técnica en ese sector.

Por otro lado, actualmente el Poliuna tiene a su cargo los cursos del Énfasis en Polímeros y Biomateriales, así como la Cátedra de Fisicoquímica y Materiales, en la Escuela de Química, por lo que se imparten cursos para las carreras de Química Industrial e Ingeniería en Bioprocesos Industriales. Esto ha permitido formar profesionales altamente capacitados que se han incorporado con gran éxito en empresas que desarrollan sus actividades en ámbitos diversos como dispositivos médicos, resinas y pinturas, empaques plásticos, caucho, entre otros. Asimismo, muchos graduados del énfasis de polímeros se han incorporado a instituciones de gran relevancia como el INA, universidades estatales y privadas, Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía, Inciensa, entre otras. Asimismo, muchos de los graduados han realizado estudios de posgrado, tanto de maestría, como doctorado a escala nacional e internacional. Algunos de los graduados además laboran en instituciones fuera del país y otros han generado emprendimientos.

Por otra parte, el Poliuna sentó las bases de la primera biblioteca conocida en ese entonces como POLIDOC, la cual se inició con la donación de los libros que hasta ese momento pertenecían al Poliuna y a su personal. Posteriormente, el POLIDOC se transformó en el QUIMIDOC, lo cual implicó que, además de los polímeros, se incluyó bibliografía relacionada con la química. Finalmente, el QUIMIDOC fue absorbido por la que actualmente es la biblioteca Mariana Campos, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, la cual posee libros y revistas de temas variados relacionados con los polímeros, que inicialmente provenían de las donaciones realizadas por el Poliuna y que la universidad y el Poliuna, a través de recursos propios, han seguido adquiriendo a través de los años.

El Poliuna, con la experiencia adquirida –en cerca de cuarenta años–, ha podido ofrecer transferencia tecnológica de los conocimientos científicos adquiridos a un plano más aplicado.

La extensión y el Poliuna

Se han propuesto diferentes proyectos de investigación a la unidad académica de la Escuela de Química, los cuales, al igual que los anteriores, poseen un componente dirigido hacia la extensión; sin embargo, la particularidad de estos es que permiten utilizar los conocimientos adquiridos y plasmarlos en productos con miras a posibles aplicaciones a zonas con problemas ambientales de nuestro país. Entre esos proyectos se pueden citar Estructura y Propiedades de Mezclas PP-Zeolita, Fibras Naturales como Refuerzo de PE Comerciales y Preparación y Caracterización de PE Derivados de Biomasa Vegetal, Utilización de Zeolitas Naturales como Material Filtrante y Utilización de los Desechos Quitinosos de la Industria Camaronera.

Con el financiamiento del Conicit, se trabajó de manera intensiva el aprovechamiento de los desechos de camarón para obtener un producto de mayor valor agregado como la quitina y su derivado quitosano. Dado que el golfo de Nicoya es uno de los enclaves de la industria pesquera, inicialmente se fortaleció la relación con el sector pesquero y, posteriormente, se incorporó el grupo de granjas productoras de camarón. Asimismo, durante el año 2000 el Minae impulsó políticas para la eliminación del bromuro de metilo, el cual se empleaba como nematicida en ciertos cultivos; entre ellos, el cultivo de banano y melón. Por tanto, la quitina se propone como una alternativa sostenible para combatir esta plaga, que en la actualidad sigue vigente. De tal manera, como producto de esta iniciativa, se construyó una planta piloto para el tratamiento de esta biomasa, que además serviría como una base para procesos de transferencia tecnológica y complementariamente una herramienta para fortalecer el sector productivo nacional. Como parte de este proyecto, comunidades como Chomes fueron seleccionadas; ahí un grupo de mujeres líderes fueron capacitadas desde el punto de vista productivo, administrativo, social y educativo.

El personal del Poliuna forma parte del Programa Nanoprofesor, el cual es de naturaleza interinstitucional –liderado y promovido por el Lanotec Cenat– de Fondos del Sistema, que tiene como objetivo promover vocaciones científicas en estudiantes de secundaria, a través de la elaboración de talleres del tema de la nanotecnología, como una manera de acercarlos a la ciencia. Mediante este proyecto se adquirieron kits para el aprendizaje de

la nanotecnología que son utilizados por los estudiantes durante los talleres efectuados por personal de las instituciones participantes. Con los resultados obtenidos en este proyecto, se han desarrollado modelos similares en Panamá y Uruguay. En este último caso, involucró a la Agencia ANII del Uruguay, Cooperación Sur Sur, y a Mideplan.

Divulgación

Las actividades que se han desarrollado en el Poliuna han sido divulgadas a través de diversos medios. Durante muchos años, se realizó la organización del Seminario sobre Aprovechamiento de Residuos Agrícolas y Marinos (cc. ADAM), se llegó hasta la decimotercera edición. Este evento sirvió como medio para divulgar los resultados de investigación y del quehacer del laboratorio. Se espera retomar su continuidad a través de un foro similar a partir del 2023.

Por otra parte, el personal del Poliuna, a lo largo de los años, ha realizado diversas publicaciones científicas en una gran diversidad de revistas, algunas de muy alto impacto como *Langmuir*, *Carbohydrate Polymers*, *Chemical Reviews*, *Journal of Applied Polymer Science*, *Molecules*, *Nanomaterials*, *Nature*, entre otras. Muchas de ellas, las más prestigiosas, se han realizado gracias al amparo de colaboraciones de alto nivel con otras instituciones –nacionales e internacionales– como el Lanotec y Cenat. Además, el personal del laboratorio ha participado con ponencias en diversos eventos a través de los años, algunos destacados han sido el SLAP (Simposio Latinoamericano de Polímeros) mencionado anteriormente, el ACS (American Chemical Society) Meeting, el TAPPI (Technical Association of Pulp and Paper Industry) meeting, la ANTEC (Annual Technical Conference for Plastic Professionals), la European Biomass Conference and Exhibition, entre otros eventos internacionales.

Además, el Poliuna ha sido mencionado en publicaciones de noticias relacionadas a su quehacer en diversos medios de comunicación nacionales e internacionales, ha participado en diversas ferias, tanto institucionales como externas a la institución, en los últimos años, ha contado con presencia en redes

sociales, adaptándose de esta forma a los cambios en las formas de comunicación actual.

Plan de relevo generacional e instalaciones nuevas

Para inicios de los 2000, se inició el proceso natural de relevo generacional. La M.Sc. Marlen Durán Chavarría, el Dr. Manuel Moya Portuguez, la M.Sc. María Sibaja Ballestero, la Ing. Svetlana Nikolaeva, y la M.Sc. Rocío Pereira Esteban iniciaron su proceso de retiro de la institución, y se inició –de acuerdo con el plan de relevo establecido–, una segunda generación en Poliuna, constituida principalmente por la M.Sc. Patricia Alvarado Aguilar, el Dr. Guillermo Jiménez Villalta y el Dr. José Roberto Vega-Baudrit.

Posteriormente, alrededor del año 2008, se dio una segunda etapa de relevo generacional donde se incorporó el Dr. Oscar Rojas, posteriormente la M.Sc. Marianelly Esquivel y más recientemente la Dra. Lisbeth Jiménez y la M.Sc. Karla Ramírez. Durante estas etapas se ha contado también con la colaboración temporal de otros profesionales.

En el año 2019, se realizó la inauguración del edificio de Nuevos Procesos Industriales donde se alberga la Escuela de Química y, por ende, el Laboratorio de Polímeros. A partir de ese año, el área del Poliuna creció respecto al espacio ocupado en los laboratorios antiguos, que estaban localizados en el edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Actualmente, se cuenta con un espacio de laboratorio químico, un laboratorio de biotecnología, un laboratorio instrumental y una planta piloto, todos con mejores condiciones para la investigación y la docencia.

En años recientes, debido a la situación de pandemia, la actividad de investigación del laboratorio se vio reducida por las restricciones de presencialidad, tanto de académicos, como de estudiantes, pero a partir del año 2022 se retomó la actividad totalmente presencial en nuestro laboratorio. Actualmente, se cuenta con cinco proyectos de investigación activos, todos con colaboración interinstitucional y financiados a través de diversas fuentes; entre ellas, Fondos del Sistema, FIDA, OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y MS (Ministerio de Salud).

Conclusiones

En el ámbito nacional e internacional es conocida la experiencia que el Laboratorio de Polímeros-Poliuna ha establecido en el aprovechamiento de los residuos agroindustriales y acuícolas y que le ha permitido diagnosticar los tipos de materiales más promisorios en la obtención de productos de mayor valor agregado. El Laboratorio de Polímeros (Poliuna), es el único de los pertenecientes a las instituciones de educación superior en Centroamérica y el Caribe, dedicado al estudio de los materiales poliméricos sintéticos y naturales, ofrece, además de servicio a la industria de materiales plásticos, cursos y seminarios de formación y actualización para el personal profesional y técnico.

El Poliuna, además, está adscrito como una actividad de vinculación externa, lo que permite que algunos de sus proyectos de investigación se proyecten a manera de extensión a las comunidades y se promueva la investigación conjunta con la industria, a través de proyectos de graduación, investigación contratada y prestación de servicios. El avance del Poliuna a través de todos estos años ha sido basado en el trabajo conjunto de sus investigadores, en la búsqueda constante de recursos económicos para fortalecer la infraestructura y la actividad sustantiva, así como la colaboración intra e interinstitucional en el ámbito nacional e internacional.

A través de la carrera de Química Industrial, el Poliuna ha aportado en la formación de nuevos profesionales con conocimiento de los materiales poliméricos, que ha fortalecido el perfil de los graduados en este ámbito, y que ha sido valorado de manera positiva en el plano de la industria; en especial, la de transformación del plástico y la industria biomédica. El laboratorio, como se describió previamente, ha experimentado un relevo generacional que ha permitido la renovación de su personal, así como la actualización sobre el futuro de la investigación acerca de los materiales poliméricos. Esto le ha permitido diversificar las áreas de investigación hacia la búsqueda de aplicaciones cada vez más específicas y de mayor valor agregado para los materiales desarrollados en el Poliuna. Los retos que tiene el Poliuna a futuro son múltiples, pero se confía que la experiencia adquirida a través de todos estos años, así como la formación sólida y constante de sus profesionales permita afrontarlos de la mejor manera para seguir aportando al avance de la ciencia en nuestra institución y nuestro país.

Bibliografía

Araya, J., Esquivel, M., Jiménez, G., Navia, D. y Poveda, L. (2021). Antimicrobial activity and physicochemical characterization of thermoplastic films based on bitter cassava starch, nanocellulose and rosemary essential oil. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, *38*(1), 46-71. 87560879211023882.

Araya-Chavarría, K., Rojas, R., Ramírez-Amador, K., Sulbarán-Rangel, B., Rojas, O. y Esquivel-Alfaro, M. (2022). Cellulose Nanofibers as Functional Biomaterial from Pineapple Stubbles via TEMPO Oxidation and Mechanical Process. *Waste and Biomass Valorization*, *13*(3), 1749-1758.

Laboratorio de Polímeros. (1994). *Informe final al Conicit "Proyecto Aprovechamiento de Desechos Agroindustriales".* Laboratorio de Polímeros, Universidad Nacional, Heredia.

Moreno, G., Ramírez, K., Esquivel, M. y Jiménez, G. (2018). Isolation and characterization of nanocellulose obtained from industrial crop waste resources by using mild acid hydrolysis. *Journal of Renewable Materials*, *6*(4), 362-369.

Moreno, G., Ramírez, K., Esquivel, M. y Jiménez, G. (2019). Biocomposite films of polylactic acid reinforced with microcrystalline cellulose from pineapple leaf fibers. *Journal of Renewable Materials*, *7*(1), 9-20.

Paolo Bollella, P., Hibino, Y., Conejo-Valverde, P., Soto-Cruz, J., Bergueiro, J., Calderón, M., Rojas-Carrillo, O., Kano, K. & Gorton, L. (2019). The influence of the shape of Au nanoparticles on the catalytic current of fructose dehydrogenase. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 411, 7645-765.

Soto-Cruz, J., Conejo-Valverde, P., G. Sáenz-Arce, G., Hongjing Dou y Rojas-Carrillo, O. (2021). *Langmuir*, 37, 11, 3446-3455.

Torres, L., Sibaja, M., Moya, M., Luque, J. y Lopretti, M. (1996). Informe de curso *Conversión del jugo de cáscaras de piña a biopolímeros.* Red de Dextranos y fructosa, CYTED.

Vega, J. (1994). *Obtención de espumas rígidas de PU a partir de cáscara de piña* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica].

50 años UNA
Siempre necesaria

Vega, J. (1996-97). *Informe anual producción de dextranos de desechos agroindustriales*. Laboratorio de Polímeros, Poliuna.

Vega, J. (1998). *Informe del curso internacional obtención de dextranos a partir de agua de coco*. Editorial INDOTEC; Red de Dextranos y fructosa; CYTED. http://www.campus.una.ac.cr/ediciones/2011/abril/2011abril_pag15b.html.

La investigación sobre el agua en la Universidad Nacional

Andrea Suárez Serrano[1]
Helga Madrigal Solís[2]
Carolina Alfaro Chinchilla[3]

Colaboración especial: Juana María Coto Campos
Virginia Sánchez Molina

Contribuciones: Claudia Charpentier Esquivel
Germain Esquivel Hernández
Jorge Herrera Murillo
Ligia Hernando Echeverría
Nelly López Alfaro
Elizabeth Ramírez
Jenny Reynolds
Olman Segura

1 Bióloga tropical con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales. Doctora en Ecología Fundamental y Aplicada con Énfasis en Ecosistemas Fluviales y Continentales. andrea.suarez.serrano@una.cr
2 Bióloga tropical con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales. M.Sc. en Ciencias de los Recursos Hídricos con Énfasis en Ecología. helga.madrigal.solis@una.cr
3 Ingeniera química. M.Sc. en Gestión y Estudios Ambientales. carolina.alfaro.chinchilla@una.cr

A escala mundial, el manejo sustentable de los recursos hídricos es uno de los mayores retos. Desde hace varias décadas, el agua, como recurso necesario para la vida y el desarrollo económico y social, enfrenta una serie de amenazas debido a la contaminación, sobreexplotación, el cambio climático y la falta de medidas de gestión, lo cual reduce la disponibilidad para el abastecimiento humano y los ecosistemas. En 1992, las discusiones sobre ambiente y agua suscitadas en las conferencias internacionales en Dublín y Río de Janeiro, propiciaron el punto de partida para el desarrollo de los procesos de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), sus principios, objetivos y metodologías. La Global Water Partnership (GWP, 2013) define la GIRH como "un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales" (p.16). Lo anterior por medio de una gestión participativa que se promueva en un ambiente facilitador, considerando las diferentes funciones institucionales para la implementación de instrumentos de gestión del recurso hídrico.

En la UNA, a pesar de que el concepto de GIRH o sus principios no se habían establecido todavía durante los años ochenta, un grupo de académicos de diversas especialidades empezó a desarrollar investigaciones y acciones en temas alineados con los cuatro principios básicos, conocidos como los Principios de Dublín. De esta forma, se empezaron a tejer así las primeras líneas de investigación y extensión, tendientes a estudiar el ambiente físico que sustenta el recurso hídrico en diversas zonas del país, se analizó el efecto de las presiones antrópicas y se involucró la participación social, con lo cual se generaron recomendaciones para contrarrestar las problemáticas asociadas al agua, como un cimiento hacia la gestión de cuencas y al desarrollo de acciones alineadas con los principios de la GIRH. De ahí que la participación de la UNA tuvo sus inicios en la visión de la GIRH, en la generación de conocimiento y fomento de la participación de actores como fundamento para la búsqueda del desarrollo sostenible, en sus principales componentes: el ambiente, la sociedad y la economía.

En el año 2009, se aprobó en nuestro país la Política Hídrica Nacional que reconoce los problemas de gobernabilidad que

existen en el país como uno de los principales desafíos provocados por la dispersión de competencias, que emergen de normativa vigente, los cuales se agudizan ante la ausencia de diálogo y de espacios de coordinación multiactoral. Actualmente, se está actualizando esta política nacional y el Plan Nacional de Gestión de Recursos Hídricos a través del Mecanismo Nacional de Gobernanza, donde varios académicos y académicas de la UNA han participado. Finalmente, el 5 de junio del 2020 se firma en Costa Rica la reforma al artículo 50 de la Constitución Política, para declarar el acceso al agua como un derecho humano. En dicha reforma se agregó al artículo 50 de la Constitución Política lo siguiente: "toda persona tiene el derecho humano, básico e irrenunciable de acceso al agua potable, como bien esencial para la vida. El agua es un bien de la Nación, indispensable para proteger tal derecho humano".

La investigación en el tema hídrico en la UNA ha estado marcada por un fuerte trabajo con las comunidades

Desde sus inicios, la investigación en la UNA ha estado marcada por un fuerte trabajo con las comunidades. En este sentido, para que se genere una gestión adecuada del agua, de acuerdo con los principios de la GIRH, se debe dar la integración de tres componentes básicos: (a) el ambiente físico, incluyendo la calidad y la disponibilidad del recurso hídrico, (b) el ambiente social involucra el uso del recurso, la producción de desechos y la contaminación del recurso y (c) la valorización del agua, reconocida como bien social, económico y de desarrollo. En la UNA, las primeras líneas de investigación y acciones de participación han involucrado estos componentes, en su mayor parte, de manera individual, en donde los académicos se integraban en pocas iniciativas a otras disciplinas a lo interno de la institución. Con el tiempo, las líneas desarrolladas han evolucionado hacia la integración de instituciones y comunidades con un enfoque inter, multi y, en los últimos años, se ha alcanzado la transdisciplinariedad.

Primeras líneas de investigación y trabajo con comunidades: décadas de los 80-90

En las décadas de los años ochenta y noventa, académicos de diversas ramas empezaron a especializarse en la caracterización ambiental, gestión de cuenca y fortalecimiento de capacidades en los pobladores de la cuenca. Con esto, se iniciaron las líneas de investigación y extensión en torno al recurso hídrico, y se tomó en cuenta que la generación de procesos de gestión en la cuenca como unidad de estudio es fundamental dentro del enfoque GIRH. Según los componentes básicos de la GIRH, es fundamental contar con la caracterización del medio natural para establecer el conocimiento científico que conlleve a la planificación, la incorporación de mecanismos de ordenamiento territorial y la generación de herramientas de protección de los recursos hídricos. Es así como el trabajo de la universidad ha abarcado algunos de estos aspectos desde sus inicios y ha comprendido las líneas que se presentan a continuación.

Calidad de aguas superficiales. Las investigaciones sobre calidad de aguas superficiales iniciaron en los años ochenta en la Escuela de Química en el Laboratorio de Gestión de Desechos (LAGEDE). En este laboratorio se realizaban proyectos sobre el manejo de residuos, con la participación de la Ing. Nazira González Solano, y sobre recurso hídrico con la M.Sc. Juana María Coto Campos y la M.Sc. Virginia Sánchez Molina, quienes posteriormente, en el año 1995, establecieron el Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico (LAMRHI). Por medio del préstamo del Banco Mundial, se logró dotar a la Escuela de Química con el equipamiento e infraestructura necesarios para sus laboratorios. El primer proyecto de investigación ejecutado al inicio de los años ochenta tuvo como objetivo determinar la calidad del agua de la quebrada Valverde en Grecia, antes y después de que entrara en operación la Fábrica Nacional de Licores, que estaba en construcción en ese momento. En 1985 se desarrolló un proyecto en conjunto entre la Escuela de Química y la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB), sobre la cuantificación de los niveles de contaminación de los ríos de la subregión de Heredia, donde se incluyó el análisis de la calidad microbiológica del agua a través del apoyo financiero de la Organización de Estados Americanos (OEA). A finales de los años ochenta, se establecieron colaboraciones

50 años UNA
Siempre necesaria

internacionales mediante la incorporación del LAMRHI al Proyecto Purificación de Aguas del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), financiado por el gobierno español. En el marco de este proyecto, se realizaron estudios sobre abastecimiento de agua en Costa Rica y en Panamá.

El equipamiento instrumental analítico logrado por la Escuela de Química permitió también la creación de otros laboratorios especializados en análisis de calidad de aguas. El Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos (Laseq), creado por el M.Sc. Efraín Solís Montiel, se conformó como una unidad especializada en la prestación de servicios de análisis químicos en aguas, mientras que el Laboratorio de Química Marina (Labquimar), establecido por la Lic. Sandra León Coto, se centró en el monitoreo de variables ambientales, nutrientes y sedimentos, metales pesados e hidrocarburos en cuerpos de agua, en apoyo a entidades relacionadas con el mar y las costas. La especialización académica en química de aguas fue un insumo de gran importancia para apoyar la docencia, en el área ambiental de la carrera de Química Industrial y en la Maestría en Gestión y Estudios Ambientales de la Escuela de Química.

En la temática de plaguicidas, en el año 1982, se inició la ejecución de un proyecto de extensión en Tierra Blanca de Cartago, por parte de investigadores de lo que se conoce actualmente como el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). En 1986, se estableció el Programa de Plaguicidas: Desarrollo-Salud-Ambiente (PPUNA), lo cual amplió de esta manera las actividades de extensión a la investigación y docencia, con el apoyo de agencias de cooperación nacionales e internacionales. En el 1991, se creó dentro del programa el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (Larep), instancia que apoya las actividades académicas del IRET mediante la realización de estudios integrados de exposición a contaminantes, principalmente orgánicos. En 1994, se fundó el laboratorio de Estudios Ecotoxicológicos (Ecotox), con el objetivo de realizar estudios integrados de pruebas de toxicidad en organismos de diferentes niveles de la cadena trófica acuática, de biodiversidad de la comunidad macrobentónicos y marcadores biológicos de exposición y de efectos. Entre los años 1986 a 1998, se empezó a evaluar el impacto de los plaguicidas en el ambiente y sobre la calidad del agua y se desarrollaron métodos de bajo costo para el monitoreo de aguas.

Calidad de aguas subterráneas. Debido a la gran presión ambiental sobre los cuerpos de agua subterránea en la Gran Área Metropolitana (GAM), los cuales son las fuentes principales de agua potable a la población, la Ph. D. Jenny Reynolds Vargas y el M.Sc. Julio Fraile Merino, crearon, en 1990, el Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB). La falta de conocimiento sobre los acuíferos impedía contar con bases para implementar las regulaciones necesarias y dictar medidas de protección, por lo que se desarrollaron investigaciones sobre la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos con financiamiento de organizaciones nacionales e internacionales, tales como el Organismo de Energía Atómica, la Fundación CRUSA, el gobierno holandés y otras universidades e instituciones norteamericanas y europeas. En una innovadora investigación, se evaluó la infiltración del nitrato a través de suelos tropicales y se estableció la primera red de monitoreo para la calidad del agua subterránea para la vigilancia del nitrato y otros contaminantes en la GAM. Así mismo, desde el año 2000 y mediante técnicas isotópicas, el grupo de investigación del LHA inició con los estudios de recarga y del origen del nitrato en los acuíferos de la GAM.

Manejo de cuencas y balances hídricos. En la temática de manejo de cuencas y balances hídricos, la UNA inició su trabajo en la Escuela de Ciencias Geográficas con los aportes del doctor Whilhen Günter Varhson, profesor visitante alemán, seguido posteriormente por la M.Sc. Ligia Hernando Echeverría y Lic. Gonzalo Hernández quien, a inicios de los años noventa, como consecuencia de los efectos del huracán Joan en 1988 y del terremoto de Limón de 1991, inició sus proyectos para analizar la relación del agua y los desastres naturales, así como las consecuencias hidrológicas de estos. Posteriormente, trabajó en la realización del balance hídrico en la cuenca del río Poás que tuvo como producto la zonificación de áreas para determinar sus potenciales usos. Desde el Laboratorio de Geografía Física de la Escuela de Ciencias Geográficas se ha apoyado la docencia, tanto de esta escuela como de las escuelas de Ciencias Agrarias y Ciencias Ambientales. La temática de manejo de cuencas, como concepto más amplio al manejo del recurso hídrico, ha sido trabajada también en esta escuela con los aportes de la académica Dra. Marilyn Romero Vargas y Dr. Gustavo Barrantes hasta la actualidad.

50 años UNA
Siempre necesaria

Gestión participativa del agua. La investigación en aguas en la Escuela de Ciencias Biológicas inició desde de los ochenta. Los aportes principales fueron en ictiología, malacología, algología, limnología, hidrología y contaminación de aguas. Las primeras investigaciones se realizaron en la laguna de río Cuarto en 1985, por la M.Sc. Elizabeth Ramírez Ramírez y la M.Sc. Liliana Camacho Vargas, quienes estudiaron las variaciones estacionales en la comunidad zooplanctónica y algal de esta laguna. Este grupo, liderado por la Ph. D. Claudia Charpentier Esquivel, fue ampliando el rango de estudio a la caracterización plantónica de ríos y otras lagunas como Bonilla, Bonillita y Fraijanes, mientras que el convenio con el Instituto Oceanográfico de la Universidad de Kiel les permitió contar con mejores equipos y metodologías. En los años noventa, gracias al estudio limnológico de las lagunas del complejo Bosque Alegre, se propició la integración de las comunidades aledañas, en los diferentes procesos de protección, conservación y utilización de sus recursos naturales. En dicho proyecto, la investigación y la extensión se desarrollaron de manera conjunta, integrando líderes comunales, grupos de mujeres organizadas, docentes y niños de edad escolar.

Durante esa época, el creciente deterioro de la calidad del agua en la cuenca del río Segundo, en Heredia, impulsó el desarrollo de acciones de participación y educación ambiental, con la participación de la M. Sc. Juana María Coto, la M. Sc. Virginia Sánchez Molina y la Ph. D. Claudia Charpentier, así como la incorporación posterior de la M.Sc. Ana Cristina Benavides. Los diagnósticos realizados sobre la calidad del agua en cuerpos superficiales motivaron a las investigadoras a no quedarse solo en el diagnóstico de la situación, sino avanzar en soluciones a la problemática, por lo que se trabajó en programas integrados de investigación-extensión que involucraran la participación de las comunidades en el diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación de las acciones, con un enfoque de gestión integral de cuenca e incorporando la educación ambiental como un eje transversal e insumo fundamental a todas las áreas. Se contó con la participación de los gobiernos locales, funcionarios locales de los ministerios de Gobierno, municipalidades, los maestros y niños de las escuelas.

Más adelante, en 1996, el LAMRHI incorporó la temática del manejo de la información en la gestión de cuencas, como parte del programa de Recuperación de la Cuenca del río Segundo. En la década de los ochenta, el IDESPO, junto con el

CIDE, desarrollaron el primer proyecto de educación ambiental, a cargo de la Licda. María de los Ángeles Carrillo, el cual estuvo dirigido a maestros para su capacitación en temas ambientales, incluidos las cuencas hidrográficas y el recurso hídrico. Posteriormente, en 1990, se incorporó a la M.Sc. Nelly López, a partir de lo cual se continuó trabajando el tema del agua desde la perspectiva de la gestión del riesgo (inundaciones, tormentas y deslizamientos en zonas de alto riesgo). Además, este grupo desarrolló un proyecto sobre pobreza y medio ambiente desde la perspectiva de género, junto con el CATIE y UICN en cuencas binacionales.

Población, ambiente y saneamiento

Las principales iniciativas enfocadas a la investigación en saneamiento tuvieron su origen en el Laboratorio de Gestión de Desechos (Lagede). Este fue el primer laboratorio del Departamento de Química en el que se trabajó el tema del agua a inicios de los años ochenta. Con la participación de la Ing. Nazira González Solano y con la incorporación posterior del Ing. Jihad Sasa Marín, se inició el trabajo relacionado con el aprovechamiento de residuos agroindustriales. En el marco del Programa Investigación-Extensión de Recuperación de la Cuenca del Río Segundo el Lagede y el Lamrhi, trabajaron en el cantón de Belén y desarrollaron un diagnóstico en conjunto con el sector industrial y la municipalidad, que desembocó en proyectos desarrollados con la comunidad, en gestión de desechos, vivero municipal, reforestación, elaboración de materiales y desarrollo de actividades educativas con los maestros de primaria, entre otros.

Por otro lado, desde 1992, el Laboratorio de Biotecnología de Microalgas (Labma) de la ECB, fundado por la M.Sc. Clemencia León, impulsó proyectos de investigación con miras en la aplicación de las microalgas y cianobacterias, tanto a nivel de biofertilizantes, como en la biorremediación. Este laboratorio utilizó un fotobiorreactor creado para la producción de biomasa para el tratamiento de aguas residuales y humedales artificiales, con resultados eficientes en la remoción de nitrógeno. También, en el año 1992, iniciaron las investigaciones en el área de materiales y sus aplicaciones en el Departamento de Física a través del Laboratorio de Materiales Industriales (Lami), coordinado por la M.Sc. Svetlana Nikolaeva. El trabajo inicialmente

50 años UNA Siempre necesaria

se orientó hacia el manejo y la reglamentación relacionada con desechos plásticos y evolucionó posteriormente al diseño de plantas de tratamiento para actividades ganaderas y porcinas, entre otras. Entre los años 1995 y 1999, el Lami realizó proyectos con la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), impulsando proyectos para la utilización de zeolitas en el tratamiento de aguas residuales.

Valoración económica del agua

A mediados de los noventa, el Cinpe emprendió una línea de investigación hacia la valorización económica-ecológica del agua en Costa Rica, como una herramienta para su protección. En el marco de los pagos por servicios ambientales (PSA), las metodologías para la valoración del agua fueron implementadas por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), lo que culminó en la aprobación e implementación de la tarifa hídrica, con la cual se han adquirido diversos terrenos en las zonas de recarga de los acuíferos del GAM.

Investigación en el nuevo milenio (del 2000 al 2022)

En el nuevo milenio, la UNA ha diversificado y profundizado sus líneas de investigación y ha fortalecido los abordajes multi, inter y transdisciplinarios. La investigación en el tema agua se ha caracterizado por no solamente generar conocimiento científico fundamental para la comprensión de los procesos hidrológicos, sino también está ligada al trabajo cercano con gestores del recurso hídrico, como municipalidades, instituciones del Estado, organizaciones de base comunal, como las asociaciones administradoras de acueductos comunales (Asadas) y, directamente, con comunidades afectadas por la degradación de este recurso vital. En este nuevo milenio, el trabajo con contrapartidas internacionales se hace más frecuente y consolidado. Los laboratorios y programas cuentan con una fuerte articulación internacional que facilita el intercambio académico y el desarrollo de proyectos conjuntos. Las líneas de acción y las investigaciones que continúan en este nuevo milenio se mencionan a continuación.

Calidad del agua

Desde sus inicios, el Laboratorio de Hidrología Ambiental (LHA) de la ECB tuvo como foco principal de estudio la generación de conocimiento técnico-científico sobre la caracterización de los principales acuíferos de la GAM, sus procesos de contaminación y recomendaciones de manejo. Con el tiempo y la incorporación de la M.Sc. Helga Madrigal Solís y la M.Sc. Alicia Fonseca Sánchez, entre otros profesionales en geografía e hidrogeología, las líneas de investigación se han ampliado hacia la evaluación de las aguas superficiales y la participación de instituciones y comunidades dentro del marco conceptual de la GIRH, con lo cual se le dio continuidad a los estudios iniciados en los años noventa.

En los últimos años, se han desarrollado investigaciones en la región central y pacífica, incluido un componente de extensión cada vez más importante. La creciente degradación ambiental ha motivado a la evaluación de las aguas superficiales, y se han caracterizado las presiones ambientales y su efecto sobre la calidad en las cuencas de Jacó, Chiz-Maravilla y Poás. Para realizar estas investigaciones, se utilizaron indicadores químicos, microbiológicos y macroinvertebrados, en un trabajo interdisciplinario con el Laboratorio de Entomología de la ECB, a través del Dr. Meyer Guevara, del Lamrhi, con la participación del M.Sc. Rolando Sánchez, del IRET, con la participación de la M.Sc. Silvia Echeverría.

En relación con la calidad de las aguas subterráneas, las investigaciones han incluido la evaluación de nitratos, plaguicidas, metales pesados u otros parámetros físicos y químicos en acuíferos altamente utilizados para el abastecimiento humano, como los acuíferos Barva, Colima, Poás, Jacó y Cartago. Además, el LHA continuó con el monitoreo en los acuíferos Barva y Colima, el cual había iniciado en los ochenta, con el fin de vigilar sistemáticamente el nitrato, potencialmente peligroso para la salud en concentraciones superiores a los valores recomendados. Mediante el uso de isótopos del nitrógeno, se ha identificado que en áreas agrícolas el aumento del nitrato resulta de la infiltración de fertilizantes nitrogenados y en zonas urbanas proviene de la lixiviación de aguas residuales, desde tanques sépticos.

Por otra parte, el trabajo del Lamrhi continuó en ese periodo, apoyado con la incorporación de los académicos Leonardo Mena

50 años UNA Siempre necesaria

Rivera y Rolando Sánchez Gutiérrez, con lo cual se desarrollaron investigaciones relacionadas con la calidad del agua como eje central en el manejo integrado del recurso hídrico. Al monitoreo de calidad de aguas superficiales se le suma el componente de evaluación de la calidad de agua para consumo humano, con el objetivo de brindar una perspectiva más integral del manejo del recurso en el ámbito de cuenca hidrográfica. Asimismo, se da continuidad a los proyectos de monitoreo en la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca y se emprenden iniciativas en Monteverde, en la parte media de la subcuenca del río Virilla, en la microcuenca del río Bermúdez en San Pablo de Heredia, así como en la subcuenca del río Poás, los cuales se realizaron en cooperación con actores públicos y privados.

De igual manera, se comenzó a brindar soporte técnico a comités comunales y Asadas en las áreas de Corral de Piedra en Nicoya, Vegas-Las Palmas en Sixaola y Concepción en San Ramón. Además, en forma paralela a estos esfuerzos, el Lamrhi colabora de manera activa con grupos comunales organizados (comités de Bandera Azul Ecológica y Observatorios Ciudadanos del Agua), en la ejecución de talleres que tienen como objetivo capacitar a estos grupos en el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales mediante la ejecución de los análisis con metodologías rápidas de campo que son empleadas por los mismos grupos organizados. A partir de 2018, el Lamrhi se fusionó con el Grupo de Investigación en Isótopos Estables (UNA-SIL), con la participación del Ph. D. Ricardo Sánchez Murillo y el Dr. Germain Esquivel Hernández, aunando así esfuerzos con el objetivo de generar información sobre la dinámica del ciclo hidrológico para mejorar la gestión del recurso hídrico en un clima cambiante, a través de proyectos de investigación, actividades docentes, extensión universitaria y vinculación externa.

Desde la Escuela de Ciencias Ambientales, el Laboratorio de Análisis Ambiental fue creado en el año 2004, tomando como base los laboratorios del anterior Programa de Estudios de la Calidad del Aire (PECAIRE); también ha contribuido a la investigación del agua en el país. En el plano nacional en el tema hídrico, este laboratorio ha participado con el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía en el desarrollo de proyectos de investigación en materia de calidad de aguas superficiales y la aplicación del sistema de clasificación de cuerpos de agua, además de la modelación de efectos del cambio climático en la capacidad de autodepuración de estos cuerpos de agua.

La UNA, a través de varios laboratorios, contribuyó en la formulación del primer Plan Nacional de Calidad de Aguas Superficiales, así como en su ejecución y revisión de la segunda versión en el 2021. Paralelamente, el Laboratorio de Análisis Ambiental y el IRET ejecutan el monitoreo de 52 puntos en diferentes cuencas hidrológicas del país.

Por otro lado, en el 2009, la vicerrectora de Investigación, Dra. Luisa Castillo Martínez, convocó a un grupo de expertos de diferentes unidades académicas para generar una propuesta de centro de investigación en agua y presentarla al Ministerio de Competitividad, impulsor de la idea en aquel momento. Las líneas de investigación propuestas para este centro se establecieron a partir de la experiencia generada por la UNA en temas como gestión de cuencas hidrográficas, calidad de aguas, así como tratamiento y reúso del agua. En el 2010, se firma un convenio marco de cooperación entre el Instituto Tecnológico de Monterrey, México (ITESM) y la UNA con la intención de fortalecer académicamente al Centro del Agua para América Latina y el Caribe y el nuevo Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y El Caribe (Hidrocec-UNA). La trayectoria de Hidrocec ha permitido establecer importantes alianzas estratégicas a escala local, regional nacional e internacional, vinculadas a la gestión del agua. El Hidrocec, coordinado por la Ph. D. Andrea Suárez Serrano, desde su establecimiento ha desarrollado proyectos enfocados en el fortalecimiento de la gestión de Asadas, monitoreo de la calidad de aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas costeras, estrategias en el uso eficiente del agua, así como proyectos enfocados en promover la adaptación al clima en colaboración con otras instancias nacionales e internacionales.

La articulación del trabajo del Hidrocec con el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (Cemede-UNA), también adscrito a la Sede Chorotega, ha sido continua desde su creación. El agua es el tema transversal entre ambos programas en procura de un desarrollo sostenible en la región, se le vincula estrechamente con actores locales y regionales para abordar problemas como el acceso al agua con la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia como reservorios y Scall, junto a otras estrategias como tecnologías verdes para la adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático.

Ciclo hidrológico y funcionamiento de los acuíferos

Para una adecuada gestión y protección de las aguas subterráneas, fuente de abastecimiento de agua potable para más de la mitad de la población en nuestro país, no basta con evaluar su calidad química, física y microbiológica. También es imprescindible contar con información técnica sobre su recarga, movimiento, profundidad, conexiones hidráulicas con otros acuíferos o cuerpos superficiales, tiempo de permanencia en el acuífero y otros factores que influyen sobre su calidad y cantidad. Es así como, desde el año 2001, los académicos del LHA empezaron a desarrollar esta línea de investigación, en forma paralela con la evaluación de la calidad del agua subterránea, especialmente, en los acuíferos más utilizados para abastecimiento público; es decir, el Colima Superior, Colima Inferior y Barva, así como otros acuíferos en zonas rurales en el Pacífico Central y al este del Valle Central.

Con el apoyo de entes internacionales, como el Organismo de Energía Atómica, la Fundación CRUSA y expertos de universidades extranjeras, los académicos del LHA han implementado herramientas hidrogeoquímicas, isotópicas, hidrogeológicas y de análisis espacial en la evaluación de las zonas de recarga acuífera, movimiento del agua subterránea a través del medio geológico, las líneas de flujo, la vulnerabilidad y amenaza a la contaminación hidrogeológica y el impacto a los procesos geoquímicos naturales y del uso del suelo sobre la calidad del agua subterránea.

En el año 2012, se organizó el Grupo de Investigación en Isótopos Estables (UNA-SIL) de la Escuela de Química, con la coordinación y participación de los académicos Ph. D. Ricardo Sánchez Murillo y Dr. Germain Esquivel Hernández, el cual surgió como respuesta a la necesidad del país y de la región de contar con instalaciones para el análisis de isótopos estables en agua y otros trazadores ambientales. De esta forma, el grupo avanzó en el uso de isótopos estables en múltiples aplicaciones meteorológicas e hidrogeológicas en la región mesoamericana mediante el uso de espectroscopia láser. La investigación realizada, visualizada a través de una amplia producción académica, ha permitido profundizar la comprensión de los procesos hidrológicos en los trópicos.

En los últimos diez años, UNA-SIL ha estado involucrado en campañas de muestreo en América Latina para mejorar la comprensión de los patrones isotópicos a diferentes escalas espaciales y temporales de las precipitaciones (incluidos los ciclones tropicales), las aguas subterráneas someras y profundas, las aguas superficiales, los sistemas volcánicos e hidrotermales. En esta actividad científica, el financiamiento internacional otorgado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Universidad Nacional ha sido clave.

Por otra parte, más recientemente en la Escuela de Ciencias Ambientales, el Laboratorio de Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos (LHMRH), fundado en el año 2019 y a cargo del Dr. Pablo Ramírez Granados, ha iniciado con estudios que incluyen la caracterización biofísica, morfométrica, hidrológica y socioeconómica en la subcuenca del río Páez y la evaluación de la recarga acuífera en la microcuenca del río Urasca, en Cartago, con el fin de contar con información base para la toma de decisiones de manejo de recursos hídricos.

Gestión participativa del agua

La gestión participativa es importante para aunar voluntades, tomar decisiones y facilitar los procesos de articulación en busca de los objetivos comunes, lo cual fortalece la democracia. A través de la investigación y extensión de la Universidad Nacional se han creado programas, proyectos y actividades académicas que contribuyen a alcanzar el acceso al agua y el saneamiento como derecho humano.

Siguiendo la metodología de trabajo desarrollada en la comunidad de Las Vueltas de la Guácima de Alajuela, el Lamrhi desarrolló proyectos en el río Burío-Quebrada Seca en Mercedes Sur de Heredia y en el humedal Corral de Piedra en Nicoya, Guanacaste, lo cual propició la participación de estudiantes tesistas mediante proyectos de investigación-extensión que permitieron realizar trabajo. no solo en el área de química de aguas, sino también en temáticas de percepción ambiental de la población, articulación de la gestión ambiental comunitaria, estrategias educativas para estimular la participación comunitaria en los procesos de gestión ambiental y la participación comunitaria en el

diagnóstico de la calidad del agua, entre otros. El trabajo del Lamrhi fue reconocido en el año 2014 al ser galardonado con el Premio Aportes para el Mejoramiento de la Calidad de Vida, otorgado por la Defensoría de los Habitantes, por "empoderar a la comunidad en el manejo del recurso hídrico".

Otro caso de estudio fue el proyecto integrado de investigación y extensión implementado por el LHA en las cuencas de Chiz-Maravilla, en Cartago, en colaboración con académicos del Laboratorio de Entomología, el Lamrhi y del IRET. En estas cuencas se persiguió la conformación de un grupo gestor, constituido por funcionarios de las municipalidades, empresa privada, e instituciones gubernamentales pertinentes a la planificación y protección de los recursos hídricos, con el fin de elaborar y ejecutar un plan de gestión de la cuenca.

Por su parte, académicos del Lamrhi han evaluado las prácticas de gestión del agua y de operación en las entidades que brindan servicios de agua potable en la provincia de Heredia, con el fin de impulsar mejoras prácticas de acuerdo con los conceptos de gobernanza del agua, especialmente en los acueductos municipales de Santo Domingo, Barva, Santa Bárbara y Flores, la ESPH-SA y Asadas de San José de la Montaña y Calle Lajas. Entre las estrategias delimitadas se encuentran la mejora en las estructuras de gobernanza, lo cual se alinea al Mecanismo de Gobernanza impulsado por el Minae, a la interiorización de los principios de gestión de cuencas a lo interno de las entidades operadoras, y conjuga la información científica y demográfica y el fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de los actores clave.

En el año 2006, inicia actividades el Programa Horizontes Ambientales del Idespo con el objetivo de fomentar prácticas ambientales sustentables mediante la promoción de proyectos y actividades fundamentados en la equidad social y la sustentabilidad ecológica, con lo cual se impulsan las alianzas con organizaciones locales, regionales y equipos multidisciplinarios para ayudar a mejorar las condiciones de vida de las comunidades. En la temática del agua, este programa inició su trabajo orientado hacia la gestión de cuencas. Sus primeros proyectos los realizó en coordinación con el Priga y la Sede Regional Chorotega en torno al tema de cultura ambiental enfocada a la gestión socioambiental en la cuenca del río Morote. Posteriormente, trabajó en proyectos interuniversitarios, también bajo el enfoque de cuenca, y se incorporaron temas de tecnologías alternativas de abastecimiento de agua en regiones rurales.

Desde el 2021, Horizontes Ambientales, la Escuela de Planificación y Promoción Social y el Hidrocec de la Sede Regional Chorotega trabajan articuladamente con la institucionalidad sectorial del agua y los actores sociales para fortalecer procesos de planificación, formación y gestión participativa del agua en dos grupos de comunidades del distrito de Sardinal en coordinación con Asadas, Comités de Agua y actores clave de la gestión del agua.

Asimismo, el Hidrocec desde el 2015 –mediante los fondos de Conare Regionalización– ha desarrollado en diferentes fases, proyectos enfocados en el fortalecimiento de capacidades de Asadas de la región, mediante la capacitación e implementación de mejores prácticas, técnicas e innovación en la gestión comunitaria del agua, y proporciona además soluciones de saneamiento del agua.

En el 2020, el Hidrocec inició el trabajo con la Federación de Asadas del territorio de Abangares, Cañas, Bagaces y Tilarán (ACBT), junto con el Grupo de Isótopos Estables de la Escuela de Química. Con esta alianza, se determinaron las alturas de recarga acuífera y se utilizaron los isótopos estables y la evaluación de sus fuentes de agua, así como varias capacitaciones. A través de un nuevo proyecto, se continúa el trabajo con la Federación de Asadas ACBT, la Liga Comunal del agua y la Unión de Asadas de la Zona Costera (UNAGUACOSTA), con el objetivo de mejorar la gestión de estas organizaciones y así mejorar la gobernanza del agua en la región Chorotega. También, en el año 2022, la UNA, a través del Hidrocec y el Minae, firmaron el convenio de cooperación específica que incluye al río Liberia en el marco de la Estrategia Nacional para la Recuperación de Ríos Urbanos.

50 años UNA
Siempre necesaria

Abastecimiento de agua y saneamiento

En el nuevo milenio, ante la necesidad de ser congruentes con las acciones desarrolladas en los proyectos y programas de extensión e investigación en torno a la gestión de microcuencas y educación ambiental, y bajo la premisa de predicar con el ejemplo, se implementó en la Escuela de Química el Proyecto Desarrollo e Implementación de un Plan de Manejo de la Microcuenca del Río Pirro, dentro del cual se incluyó el planteamiento del Plan de Manejo de Aguas Residuales y Desechos en la UNA para el que se

trabajó un diagnóstico de las aguas generadas en los laboratorios de las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales y de Ciencias de la Tierra y el Mar. Dentro de este se apoyaron los estudios para los diseños de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en los campus Benjamín Núñez, Omar Dengo y Coto. Las acciones realizadas permitieron establecer medidas de reducción de la contaminación y de uso del agua en la universidad y lograron consolidar las acciones de monitoreo y control de los sistemas de tratamiento, asignando y capacitando personal operativo especializado a cargo. Dentro de este mismo proyecto, con la incorporación de la M.Sc. Carolina Alfaro Chinchilla y el M.Sc. Roy Pérez Salazar, el LAGEDE realizó un estudio sobre la caracterización de las aguas residuales generadas en la Escuela de Medicina Veterinaria, y diseñó el sistema para darles tratamiento mediante humedales artificiales, conocido como SATAR-UNA, que fue construido en el año 2018. También, dentro de esta primera fase del Proyecto Pirro, en forma pionera, se estableció el Sistema de Gestión Ambiental para la UNA, a través de una serie de acciones de carácter técnico, de diagnóstico y análisis institucional participativo, que llevaron a la elaboración de una política ambiental en el año 2003, base del Sistema de Gestión Ambiental de la SIGA-UNA, e iniciativa que evolucionó después a lo que se conoce actualmente como Programa UNA-Campus Sostenible.

La capacidad instrumental instalada para realizar análisis de aguas residuales permitió al LAGEDE realizar asesorías a empresas en el manejo de las aguas residuales con enfoques preventivos, así como también en la evaluación de sistemas de tratamiento para su mejora. También se desarrollaron en este periodo proyectos sobre gestión de aguas residuales en la temática de humedales artificiales. En los años 2004-2005, a través del proyecto de investigación Desarrollo y Utilización de Humedales Artificiales para el Tratamiento de Aguas Residuales, que se ejecutó con la Universidad de Barcelona y con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional AECI, se inició con una línea de investigación que se mantiene hasta la fecha. En el año 2011, se estableció una cooperación con la ONG ACEPESA, mediante la cual, el LAGEDE realizó el monitoreo del comportamiento de contaminantes en diversos humedales construidos por esta ONG a escala nacional, denominados en el país como biojardineras. Posteriormente, en año 2012, dado el componente biológico de estos sistemas, se inició un trabajo conjunto con el Laboratorio

de Fitotecnologías (Lafitotec) de la Escuela de Ciencias Biológicas, el cual ha permitido complementar el estudio del funcionamiento químico de los humedales artificiales con el comportamiento del componente vegetal e incluso ha permitido ampliar las líneas de investigación al estudio de sistemas de lagunaje para el tratamiento de aguas, con la colaboración del Laboratorio de Biotecnología de Microalgas. A la fecha, ambas instancias continúan realizando estudios en humedales artificiales relacionados con el comportamiento de los contaminantes orgánicos, microbiológicos, metales pesados y microplásticos.

Valoración económica del agua

En el año 2002, el Cinpe elaboró el estudio Valoración Económica de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Banano y Bananito, cuyo objetivo fue estimar el valor del recurso hídrico en las cuencas de estos ríos, en función de los usos prioritarios, para la recomendación de mecanismos efectivos para la sostenibilidad de un sistema de compensación por los servicios hidrológicos, para lo cual se aplicó la metodología Análisis de Múltiples Criterios (AMC) (Salas, 2002). En el 2017, el Cinpe elaboró el informe: *Valoración de los servicios ecosistémicos que ofrecen siete de los humedales protegidos de importancia internacional en Costa Rica: Palo Verde, Caribe Noreste, Caño Negro, Gandoca-Manzanillo, Maquenque, Térraba-Sierpe y Las Baulas*, como producto de una consultoría para el Programa de la Naciones Unidas (PNUD), el cual fue el primero en el país dirigido a Sitios de Importancia Ramsar (Proyecto Humedales de SINAC- PNUD-GEF, 2017).

50 años UNA Siempre necesaria

Redes de trabajo dentro de la universidad en torno a la temática del agua

El crecimiento de iniciativas multidisciplinarias en torno al tema del agua de los años noventa y principios del 2000,

motivaron en el año 2004 a la directora de Investigación en ese momento, Tatiana Láscaris, a implementar un programa pionero para la articulación y realización de acciones coordinadas dentro de la temática de recurso hídrico, adscrito a la Vicerrectoría de Investigación. Fue así como se creó el Programa Interdisciplinario en Investigación y Gestión del Agua, PRIGA, con el fin de promover y coadyuvar en la generación y ejecución de iniciativas académicas que contribuyeran a una gestión integral y sostenible del recurso hídrico y a la generación de conocimientos que permitieran un abordaje interdisciplinario de la problemática. Desde su creación, el PRIGA elaboró y colaboró en propuestas de investigación interdisciplinarias, así como en múltiples eventos académicos a escala nacional e internacional.

Las oportunidades que la UNA ha promovido para el trabajo en redes se han aprovechado para coordinar el trabajo en torno a la gestión integrada del recurso hídrico, en el 2013. En el marco del concurso UNA-REDES, se aprobó el proyecto Red de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (REDGIRH 1.0). Como producto relevante se realizó un curso de especialización coordinado por el Hidrocec y financiado con fondos CSUCA-COSUDE para fortalecer las capacidades en el desarrollo de tecnologías alternativas de abastecimiento de agua para la región centroamericana y el Caribe, donde participaron además del Hidrocec, académicos del PRIGA, LAGEDE, el Programa Horizontes Ambientales del Idespo, el Laboratorio de Hidrología Ambiental y la Escuela de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chiriquí-Panamá, así como profesionales de instituciones y organizaciones de Panamá, República Dominicana, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Honduras.

La asociación de investigadores establecida mediante estas iniciativas siguió fortaleciéndose por medio del desarrollo de proyectos conjuntos y facilitó la gestión de diversos trabajos de tesis de estudiantes para el abordaje interdisciplinario de diferentes temáticas. A raíz de esto, se presentó en el año 2020 el proyecto REDGIRH 2.0, con el objetivo de fortalecer los vínculos entre académicos de diversas disciplinas, para la promoción de procesos GIRH con un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario con disciplinas como biología, ecología, hidrología, gestión de los recursos hídricos, gestión ambiental, química, ecotoxicología, entomología acuática y geografía. El proyecto permitió, además, generar acciones de vinculación del quehacer de la UNA en GIRH con actores nacionales e

internacionales y fomentó la participación estudiantil en todas las actividades organizadas. Participaron en esta red el LHA, Lagede, IRET, Hidrocec, Lamrhi, el Laboratorio de Entomología y el Laboratorio de Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos (LHMRH), CEMEDE. A través de la REDGIRH 2.0 se apoyaron iniciativas de la Comunidad Epistémica del Agua, que se estableció en el año 2018 y fue parte de la iniciativa de la rectoría para promover el diálogo de saberes y la generación de conocimiento.

Por otro lado, durante el 2013-2015 se formuló el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Hidrológica elaborada por el Hidrocec y la Dirección Académica del Campus Liberia de la Sede Regional Chorotega, con el apoyo de académicos involucrados en el tema del agua y del Programa de Diseño y Gestión Curricular de la Dirección de Docencia. La carrera inició en el 2016 y lleva siete generaciones alrededor de 280 estudiantes, y se han graduado un total de 66 estudiantes de bachillerato y licenciatura.

Lecciones aprendidas

Una lección aprendida, a partir de la evolución de las líneas de investigación en la UNA, es que el enfoque de GIRH ha sido abordado desde diferentes aspectos. Un aspecto para destacar es la importancia del abordaje de la gestión del recurso hídrico con un enfoque de cuenca e integral, abarcando las diferentes áreas temáticas, con un eje transversal de educación ambiental. El diagnóstico y monitoreo hidrológico ha sido clave en el establecimiento y desarrollo de las líneas de investigación con el objetivo de generar conocimiento científico de base para posteriormente, a través de la gestión ambiental participativa, la planificación, la ejecución, el seguimiento, la evaluación, la sistematización de resultados contribuya en la toma de decisiones para el mejoramiento y la gestión del cambio.

En los procesos de gestión integral del recurso hídrico es fundamental la participación de todos los sectores involucrados: comunidades, empresas, instituciones públicas y privadas, para la búsqueda de soluciones a los problemas detectados. Estos procesos pueden ser largos, por lo que el planteamiento de proyectos formulados en fases es beneficioso para dar continuidad.

En cuanto a la generación y divulgación del conocimiento, es importante destacar que la sistematización de metodologías,

logros y resultados en publicaciones, ponencias, en revistas nacionales e internacionales es clave. La divulgación a diferentes grupos meta permite, no solo retroalimentar las iniciativas académicas, sino también redimensionarlas, rescatar valiosas experiencias, conocer lineamientos metodológicos y principios, divulgar experiencias y logros, evidenciar la necesidad de nuevas líneas de investigación y formar nuevos miembros de los equipos de trabajo. Esto aplica también para la docencia –al considerarse toda esta información para elaborar nuevos planes y programas de estudio– que se rescate y señale la necesidad de otros énfasis, de algunos cursos en otras áreas, entre otros aspectos.

La vinculación y el intercambio con redes y equipos de investigadores a escala internacional que trabajan sobre la temática de la gestión del recurso hídrico han permitido a los académicos actualizarse, conocer otras visiones y avances, otras formas de trabajar, así como divulgar y retroalimentar el quehacer de las actividades académicas.

La formación y consolidación de los equipos multidisciplinarios a cargo de los programas y proyectos ha sido esencial, así como la adecuada transición entre los académicos que se pensionan y el personal que lo sustituye, para darle continuidad a la temática con abordajes nuevos y no derrochar los experiencias, aprendizajes y logros obtenidos.

Finalmente, la coordinación y el apoyo interinstitucional fortalecen la respuesta que las iniciativas académicas pueden proponer, en especial cuando hay necesidades que no pueden ser atendidas exclusivamente por la universidad y para las cuales es necesario tener participación de otras instituciones, organizaciones, empresas y universidades nacionales e internacionales que pueden aportar desde sus conocimientos y recursos para trabajar en conjunto en la solución de las problemáticas abordadas.

Desafíos y perspectivas de investigación en la UNA: líneas de investigación emergentes

La evolución en las líneas de investigación y el involucramiento cada vez mayor de la sociedad en las actividades académicas

a través de la participación ciudadana, institucional y, en algunos casos, del sector productivo, le ha permitido a la UNA constituirse en un ente que fomenta y acompaña procesos incipientes de gestión del agua. A pesar de esto, el alcance de los niveles más complejos de la GIRH, es decir, la búsqueda de una gestión coordinada del agua para lograr la equitatividad entre el desarrollo económico y social, para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas, enfrenta importantes retos todavía.

Uno de los más importantes radica en que, para lograr este cometido, es imprescindible el involucramiento de los actores clave en la planificación, tomando en cuenta las necesidades de los grupos más vulnerables, lo que debería permitir el establecimiento de políticas en el plano local y de cuenca. En este sentido, la universidad debe ser un ente que facilite y promueva la GIRH en zonas vulnerables y en donde la incidencia en la sociedad sea significativa, mediante la elaboración de análisis hidrológicos y la colaboración con los actores en la priorización de las problemáticas socioambientales más críticas.

El trabajo conjunto entre la universidad y los gobiernos locales, instituciones, sociedad civil y sector productivo es otro desafío cuando se quieren elaborar e implementar iniciativas enfocadas a mejorar la gestión territorial del agua. Además, el abordaje de la gestión del recurso hídrico no debe limitarse al diagnóstico de la calidad del recurso hídrico, sino abordarse en forma participativa con los sectores productivos, instituciones y comunidades involucradas.

Sin embargo, el éxito de este proceso puede ser alcanzado en tanto los gobiernos locales e instituciones y actores clave puedan continuar llevando a cabo dichas iniciativas, con lo cual aseguren los recursos económicos y humanos necesarios. Esto representa, a su vez, varios desafíos a lo interno y externo de la universidad: a) la integración de actividades de investigación y extensión a cargo de profesionales capacitados en la elaboración de diagnósticos del ambiente físico y social, así como en procesos de participación, diseño de acciones e incidencia política en el plano local y regional y b) la continuidad del abordaje de la gestión por parte de los actores una vez que la universidad termina su actividad académica, lo cual depende de su grado de compromiso y recursos disponibles. Por tanto, la participación activa y constante del sector social o comunitario, desde el diagnóstico, planificación, ejecución, evaluación y plan de mejoramiento le permitiría a la

universidad el desarrollo de nuevas actividades para la promoción o fortalecimiento de procesos de gestión en otras zonas del país. Las comunidades no pueden ser solo objeto de la recepción de ayuda si se busca una gestión real del recurso hídrico, deben involucrarse, apropiarse y asumirlo.

En las últimas décadas, muchos proyectos de extensión-investigación han logrado la participación interinstitucional, en cuanto a capacitación y apoyo en la definición de herramientas para la protección del agua y de políticas locales. Uno de los mayores retos ha sido la coordinación entre los actores clave para lograr el financiamiento para la protección del agua. Por ejemplo, la construcción de pequeñas instalaciones en las comunidades para la gestión y tratamiento de las aguas residuales, como biojardineras, biodigestores, sistemas de captación de agua de lluvia, para la gestión integral de residuos, o aprovechamiento de productos agropecuarios en pequeñas microempresas en la comunidad, como la fabricación de conservas de mango u otros. La articulación con las instituciones externas debe ser en términos de lo que las comunidades necesitan y priorizan.

Otros retos, más a lo interno de la universidad, son el rescate y sistematización de los aprendizajes y experiencias de los programas, su institucionalización, apropiación e internalización en la memoria institucional, el aprovechamiento de la capacidad instalada y la consideración en la definición de políticas institucionales, así como la incidencia en políticas públicas a escala institucional, local, sectorial, regional y nacional. De otro modo, una vez que las actividades académicas finalizan, los procesos quedan excluidos de la memoria institucional.

El fortalecimiento de la internacionalización mediante la incorporación de estudiantes extranjeros y de académicos extranjeros, con lo cual se incrementan las capacidades técnicas y humanas de los investigadores y centros de investigación es otro desafío. La continuidad en el trabajo con las empresas para una gestión integral del recurso hídrico y en procesos de producción más limpia, el uso racional del agua, entre otros, constituye otro reto.

La investigación y extensión más importantes están en el desarrollo de actividades de gestión del recurso hídrico que tomen en cuenta cada vez más la vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático, por lo que es fundamental la consideración de los cambios presentes y futuros asociados a la intensificación de los periodos de sequía e inundaciones sobre la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos superficiales y

subterráneos en el país. Además, se debe continuar trabajando en los siguientes aspectos:

- La concientización e involucramiento de los diferentes sectores en la implementación efectiva de la gestión integral del recurso hídrico en todos los ámbitos: doméstico, industrial, agropecuario, salud, de servicios, gobiernos locales e instituciones, desde su obtención, ahorro, uso, pago, tratamiento, reúso y descarga como agua residual.
- La gestión integral de residuos en todos los ámbitos: doméstico, industrial, agropecuario, de servicios, e institucional, con un enfoque en el ciclo de vida de los productos.
- La gestión del riesgo como elemento asociado a todas las áreas de trabajo, en todos los ámbitos. Es un enfoque que debe estar presente en la formación de los estudiantes de todos los programas de estudio, una visión que puedan incorporar como parte de su desempeño laboral posteriormente y en su vida cotidiana.

Lo expuesto anteriormente debe ser la base para la formación de los estudiantes: ciudadanos y futuros profesionales que, con sus decisiones en el ámbito laboral, público y privado, basados en sus creencias y motivaciones, impactan el ambiente. La UNA como institución formadora debe permear en todos los programas de estudio que desarrolla, independientemente de la carrera, la disciplina y el objeto de estudio, e incorporar el eje de formación ambiental, para lo cual se requiere sensibilizar, motivar y formar a los académicos y directivos que están a cargo. Asimismo, en los proyectos y programas de investigación y extensión debe estar presente el eje de formación ambiental.

Bibliografía

GWP (2013). Global Water Partnership Annual report. https://issuu.com/gwp-publ/docs/gwp_in_action_2013_annual_report

Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF (2017). *Valoración de los servicios ecosistémicos que ofrecen siete de los humedales protegidos de importancia internacional en Costa Rica: Palo Verde, Caribe Noreste, Caño Negro, Gandoca-Manzanillo, Maquenque, Térraba-Sierpe y Las Baulas*. SINAC/CINPE-UNA/PNUD.

Salas, F. (2002). Valoración económica de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Banano y Bananito. *Revista Geográfica de América Central*, *1*(40), 13-24. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/1703

Evolución de la investigación: acercándonos a una mirada histórica de los aportes del movimiento humano en la salud y calidad de vida en la sociedad

Braulio Sánchez-Ureña[1]
Carlos Álvarez-Bogantes
María Antonieta Corrales-Araya
Emmanuel Herrera-González
Daniel Rojas-Valverde

La investigación tiene sus primeros pasos entre los años 1968 y 1969, con la creación del Centro Nacional de Educación Física (CENEF), que posteriormente se llamó la Escuela de Gimnasia y Cultura Física, adscrita a la Normal Superior. Su visión era de un reservorio documental, donde se lograron incorporar libros y documentos que donaron diferentes instituciones, académicos, miembros del Cuerpo de

1 Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional. Correo electrónico: bsanchez@una.cr

Paz de los Estados Unidos de Norteamérica (USA) y personas estudiantes de la primera generación, entre los que se destacaron Carmen Umaña y Mayela Zeledón. Por otra parte, la Licda. Sharon Woodburn, Laberne Charlton (miembros del cuerpo de paz) y la M.Sc. Jean Robotham (en ese entonces estudiante y posteriormente académica) tradujeron del inglés al español los libros que los estudiantes utilizaron en los diferentes cursos de la carrera.

Posteriormente, se iniciaron los contactos con la Editorial Esteban Sanz Martínez de Madrid, España y, luego, con la Editorial Augusto Pila Teleña, de España. Unos años después se consolidó la primera biblioteca en materia de educación física, deporte y recreación de Centroamérica, la cual se denominó posteriormente Centro Documental Clemencia Conejo Chacón, dados sus aportes a la consolidación de la Unidad Académica y del Centro Documental.

A finales de la década de los setenta del siglo pasado, con el aporte de los miembros del Cuerpo de Paz de USA y, en especial, de la Dra. Bárbara Jensen, de la Universidad de Springfield, que compartió sus conocimientos en estadística con el Lic. Matías Rojas, se introdujeron los cursos de Estadística Aplicada a la Licenciatura de Ciencias del Deporte. En esos primeros años de vida de la Unidad Académica, se dan igualmente los cimientos del área de investigación, como respuesta a la necesidad de promocionar la actividad física y el deporte en las diferentes comunidades del país, usando procesos de la enseñanza deportiva con la participación directa de la población a impactar y también con miembros de la comunidad.

50 años UNA Siempre necesaria

Al igual que otros enfoques donde la población se beneficiaba, estos primeros intentos de promocionar la actividad física, especialmente en la niñez y la adolescencia, contemplaban iniciativas que se generaban en los cursos que componían la propuesta curricular en los diferentes momentos de la carrera en Educación Física, siempre con el acompañamiento de una contraparte de la comunidad, que sirviera como un ente catalizador y que le diera continuidad a la iniciativa. Los docentes de esos años sentían que solo mediante el contacto con la realidad y con problemas específicos de las diferentes comunidades, los futuros educadores físicos se identificarían con estas a través del movimiento humano, para proveer de oportunidades estructuradas para la práctica física y deportiva.

Esos pasos iniciales enmarcaron la génesis de un tipo básico de investigación acción, donde los estudiantes, guiados por los docentes, analizaron y comprendieron mejor la realidad de la población (sus problemas, necesidades, capacidades y recursos), y les permitió intervenir con acciones y medidas para transformarla y mejorarla. El que, desde el inicio de la formación de los cuadros educativos para fortalecer la educación física en el sistema educativo, se integrara la teoría y la práctica, fomentó las bases para una escuela formadora de educadores físicos anclada en el compromiso social y de la toma de conciencia crítica de los educandos y de la población sobre su realidad.

Todo esto se fortaleció con lo expresado por un par de exalumnos, de lo que en aquel tiempo se llamó la Escuela de Gimnasia y Cultura Física, que luego pasó a llamarse Escuela de Ciencias del Deporte (ECD) y en la actualidad es la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida (CIEMHCAVI).

Las prácticas de los estudiantes de aquellos tiempos tejieron un andamiaje de investigación, que no solo desarrollaron estudiantes inquietos por la realidad y el deporte, sino que representó una fuente de conocimiento, con la participación directa con grupos comunales a través del deporte. El que tantas generaciones de futuros educadores físicos se involucraran en las comunidades por medio de la promoción de la actividad física y el deporte, generó una estrategia de acción para el cambio y un entramado que contribuyó en la identidad futura del educador físico, comprometido con la sociedad.

Esos futuros profesionales se involucraron en procesos donde los participantes se integraron como sujetos activos que transforman su realidad a través del movimiento; lo que posibilitó que se aplicaran categorías científicas para la comprensión y mejoramiento de los procesos de transformación, fundamentado en el trabajo colaborativo de los sujetos implicados.

Aunque en esta etapa inicial no fue expreso el uso de metodología participativa de la investigación acción, la práctica se enmarcó en el paradigma crítico-propositivo que se alejó del positivista o del interpretativo, y cumplió en incluir y participar a los involucrados en el contexto real. De este modo, los actores implicados evolucionaron a ser protagonistas del proceso de construcción de vivencias en una realidad. La investigación acción se fundamenta en que los sujetos que participan en la intervención presenten una responsabilidad en cuanto a decidir la orientación

de la acción deportiva, que podría eventualmente generar mejora en el disfrute y la calidad de vida.

Como un elemento que impulsó una pequeña evolución en la forma de abordar la investigación en la apertura hacia la investigación en el campo del movimiento humano en la Escuela Ciencias del Deporte, es oportuno enfatizar el cambio de nombre de la Escuela de Gimnasia y Cultura Física, que dependía de la Facultad de Filosofía y Letras a la Escuela de Ciencias del Deporte, y se adscribió a la Facultad de Ciencias de la Salud. Esta situación de cambio de nombre y pertenencia a una Facultad en Salud replanteó en los años ochenta del siglo pasado la función de la Escuela en el área de la investigación y redefinió el vínculo con la sociedad a través del deporte, la medicina del deporte y el desarrollo motor en la niñez de los cuales la Unidad Académica fue pionera. De esta manera, en términos de la investigación, se esbozó su funcionalidad tomando en cuenta las nuevas necesidades del deporte y de la medicina del deporte, guiados por la Cooperación Alemana en ambas áreas. Se cambió de la curiosidad y el cuestionamiento acerca del entorno deportivo, a trazarse verdaderas inquietudes en la solución de algunas carencias en información que se tenían, especialmente vinculándose con la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) y a equipos de fútbol, los cuales brindaron los espacios para la aplicabilidad de estudios exploratorios o diagnósticos, que marcaron el camino del conocimiento y las orientaciones para transitar de una investigación preinvestigación-acción, hacia las investigaciones cuantitativas, preexperimentales y descriptivas, en sus primeras etapas.

50 años UNA
Siempre necesaria

En la medida que se evolucionó, grupos interesados de docentes se plantearon procesos de investigación transversal, en los que prevaleció el interés por estandarizar instrumentos en el área perceptual motora o en diagnosticar el estado de la capacidad física siguiendo baterías para los jóvenes colegiales. Es así como en 1987, se contó con la primera computadora donada por la Universidad de la Florida al Programa de Identificación Temprana dirigido por la Licda. Sharon Woodborn, con la cual, algunos estudiantes de licenciatura realizaron sus tesis de grado.

A finales de la década de los años setenta y durante la década de los años ochenta y noventa, la Licda. Sharon Woodborn consolida un equipo de investigadores entre los que se pueden mencionar a Harry Fernández, Carlos Boschini, Heidy Ceciliano,

Pablo Sisfontes, Teresita Camacho y Elizabeth Zúñiga. Este equipo de investigadores tuvo especial interés en la generación de conocimiento, que se plasmó en la publicación de artículos científicos, libros y videos en inglés y en español del Programa de Identificación Temprana, que estuvo vigente desde el año 1976 hasta el 2004. Por muchos años fue un referente en la Unidad Académica y en el área de investigación. Durante estos años se desarrolló y se probó la eficiencia de un sistema de diagnóstico perceptual-motor (Sistemas Peques), el cual, por medio de seis pruebas y dos cuestionarios, predecía de manera temprana si un estudiante tendría la probabilidad de repetir algún grado de I ciclo, lo que daba la posibilidad de trabajar las áreas identificadas como débiles y evitar la repitencia.

Debido a la construcción de pruebas y la revisión de otras ya existentes, la creación de clasificaciones de estas y posibles actividades psicomotrices para la ejecución de intervenciones, se realizan múltiples publicaciones tanto en el ámbito nacional como internacional, en revistas como la *Perceptual and Motor Skills*, las cuales fueron algunos espacios de comunicación en los que se publicaron más de treinta artículos científicos; ejemplo de ellas son: Camacho-Araya *et al.* (1990); Woodburn *et al.* (1989); Woodburn y Boschini (1993).

Otro aspecto importante desarrollado por este grupo de académicos fue la publicación de más de diez libros en editoriales como la de la EUNA de la Universidad Nacional o la editorial de la Universidad de Costa Rica, libros con temáticas sobre problemas de aprendizaje en niños*: Test de la Escuela Meeting Street* (1997) o *La imagen corporal en niños: prueba para diagnóstico de imagen corporal (PDIC)* (1997) fueron algunos de los textos desarrollados y publicados con sello editorial. Aunado a las publicaciones también se realizaron ponencias en congresos nacionales e internacionales que permitieron la divulgación en el ámbito científico.

Los logros tenidos en este periodo fueron el resultado del trabajo en equipo, la responsabilidad con que se tomaban cada una de las actividades, la ética con que se dirigían las investigaciones y la convicción de ayudar a la niñez del país; con lo que se ofrecieron soluciones a una problemática como la repitencia escolar de una manera sistemática y científica. Luego del 2004, esta línea de investigación fue asumida por académicos que, en la actualidad, continúan realizando investigación en el

marco del programa de Psicomotricidad Infantil (PSICOMI), quienes continúan con esta línea de investigación: Herrera-González *et al.* (2015); Herrera-Monge *et al.* (2019); Morera-Castro *et al.* (2019); Morera *et al.* (2014).

Otro de los campos, en el cual la Unidad Académica fue incursionando basada en la experiencia, la madurez de sus académicos y las nuevas alianzas con otras entidades, fue en el ámbito de la medicina del deporte, debido al surgimiento de un equipo de investigadores entre la Escuela del Deporte y la Escuela de Ciencias Biológicas que exploraron las *respuestas adaptativas* en el entrenamiento utilizando variables fisiológicas; empero, muchas de las iniciativas se basaron en investigaciones puntuales, lo que hizo que los esfuerzos no se consolidaran en equipos permanentes de investigación.

Un capítulo aparte merece los intentos en los diferentes momentos de la Escuela, de incorporar el componente de movilidad y de cooperación nacional e internacional, en aras de impulsar procesos de investigación. Así es como se desarrolló el Programa de Medicina del Deporte, que inició con el apoyo de la Cooperación Alemana en las áreas de capacitación y de donación de equipo de evaluación funcional, donde el Dr. Rafael Brenes, coordinador del programa, y la Licda. Cristina Castillo fueron cruciales, con el apoyo de la profesora Clemencia Conejo. Esto brindó el sostén para que, junto a la Vicerrectoría de Extensión, la Rectoría y la Asociación de Medicina del Deporte, se desarrollara la investigación en el área y el postgrado en Medicina del Deporte, dirigido a médicos y aprobado por el Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica, con una visión de crear unidades de medicina del deporte en todo el país y allende las fronteras. Este proyecto logró graduar una generación de médicos con nivel de Magíster en Medicina Deportiva. De acuerdo con uno de los impulsores de este proyecto, la continuación de este programa fue cercenado ante la posibilidad de disponer con equipo actualizado y funcionarios asignados oficialmente a estas labores. Sin embargo, proyectos como la medición de factores fisiológicos, mediante la evaluación de los deportistas de alto rendimiento, así como la rehabilitación, junto con los fondos institucionales y la prestación de servicios, les ha otorgado la sostenibilidad deseada y la posibilidad de desarrollar procesos investigativos.

Evidentemente, las investigaciones o procesos investigativos de ese momento (década de los setenta) se vieron fortalecidos

50 años UNA Siempre necesaria

por la creación de la licenciatura que inicialmente surgió como una necesidad de formar a los cuadros docentes de la escuela, pero que evolucionó hacia impactar a los profesionales del movimiento humano en general. Más por inclinación de algunos docentes, las investigaciones fueron encaminadas hacia la investigación transversal en las áreas de la psicología del deporte, medicina del deporte y desarrollo motor.

En los años ochenta y noventa, con la integración de académicos que se capacitaron a nivel de posgrados en universidades de los Estados Unidos y Alemania, se desarrollan líneas de investigación en psicología del deporte (Ureña-Bonilla; Araya-Ramírez; Sánchez-Ureña; Salas-Cabrera y Blanco-Romero, 2010), salud, recreación y educación física adaptada, esta última por el Programa Actividad Física Adaptada Salud y Discapacidad (AFISADIS), desde donde se han realizado importantes aportes en esta área (Ortiz-Ortiz *et al.*, 2019; Ozols *et al.*, 2014).

A finales de los años 90, con la llegada de profesores con estudios en el área del movimiento humano, fisiología del ejercicio (Rivera-Brown *et al.*, 1999), y promoción de la salud a la Escuela de Ciencias del Deporte, se inicia un proceso que conlleva el fortalecimiento del área de mediciones fisiológicas a través del Instituto Centroamericano de Medicina del Deporte (Icemede) que, posteriormente, pasó a formar el Programa Ciencias del Ejercicio y la Salud (Procesa) hasta hoy vigente y cuna de otras iniciativas actuales como el Centro de Rehabilitación Cardiovascular, el Centro de Estudios para el Desarrollo del Rendimiento y la Salud (Cedersa) y el Centro de Investigación en Salud Deportiva (CIDISAD).

Para el año 2000, se tenía la oferta de cursos de posgrado que luego pasaron a formar la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano, que actualmente está activa. Esta no solo potenció la obtención de posgrados a muchos académicos de la unidad académica y la generación de investigaciones conducentes a dicho grado académico, sino que también permitió la participación en fondos concursables que dieron un impulso para la creación de otras áreas de investigación en la unidad académica, como en el ámbito de la rehabilitación cardiaca, que en la actualidad es el CIEMHCAVI, el mayor generador de evidencia científica en Costa Rica en dicha área de investigación (Araya-Ramírez *et al.*, 2011; Araya-Ramírez *et al.*, 2013).

Posteriormente, esos tiempos de efervescencia calaron fuertemente en la creación de la revista científica *Movimiento Humano y Salud* (MHSalud), (https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/index), la cual, desde sus inicios al principio de los años 2000, se constituyó como una revista electrónica de acceso abierto, con una naturaleza visionaria y única en este formato. A la fecha, es una de las revistas con mejores puestos e indexaciones en la Universidad Nacional. Otro aspecto determinante en el crecimiento vertiginoso de la investigación en la CIEMHCAVI es la creación del Fondo de Apoyo a la Investigación en Movimiento Humano (INCIEMHOSA), que se nutrió del producto de la prestación de servicios es un fondo propio de la unidad académica para proveer equipo y contenido económico, para el impulso de iniciativas de investigación por parte de los académicos de esta (Blanco-Romero *et al.*, 2011; Sánchez-Ureña *et al.*, 2011). Igual relevancia tiene en este proceso maduro y evolutivo, la capacidad instalada que se ha forjado en la unidad académica para la adquisición de equipo científico y tecnológico para la investigación mediante la participación en fondos concursables en la Universidad Nacional, planteando y desarrollando iniciativas de investigación innovadoras y pertinentes, de manera disciplinar e interdisciplinaria (Gutiérrez-Vargas *et al.*, 2020, Rojas-Valverde *et al.*, 2021; Rojas-Valverde *et al.*, 2020; Sánchez-Ureña *et al.*, 2018), lo que, sumado a la disponibilidad de recursos desde los propios proyectos creados con una visión de autosostenibilidad, ha hecho de la CIEMHCAVI una unidad académica con un alto valor en materia de investigación.

Algunas de estas capacidades de generar, captar recurso y producir investigación se han impulsado también por la creación en el 2012 del Doctorado en Ciencias del Movimiento Humano, que ha sido un motor para el establecimiento de nuevas líneas de investigación. Igualmente valiosos han sido la conformación de equipos de trabajo y el establecimiento de redes internacionales de colaboración para el desarrollo de investigaciones; esto en conjunto con otros esfuerzos de formación doctoral en el extranjero hacen que, en la actualidad, la unidad académica tenga el 100% de su personal con formación a nivel de posgrado, particularmente un 50% del su personal con grado de doctorado y un 30% que está realizando estudios doctorales, lo que fomenta la capacidad investigativa y el desarrollo de líneas

emergentes de investigación. Los anteriores esfuerzos se han traducido a un incremento de la producción científica donde se pasó del 2012 al 2021 de publicar un artículo a 48 investigaciones por año.

Este camino recorrido, desde una óptica clara, es el establecimiento de una plataforma financiera, tecnológica y de formación del talento humano (Figura 1), así como la renovación de la infraestructura, que ha permitido a la CIEMHCAVI ser una unidad académica dinámica y vanguardista, donde desde siempre y con mayor ahínco en la actualidad, es una de las unidades académicas con mayor producción científica y que tiene como reto mantenerse en estos niveles de publicación y con el gran desafío de que estas permeen en la toma de decisiones en distintos sectores donde el movimiento humano es un eje fundamental del desarrollo inmediato y futuro de la sociedad costarricense.

Figura 1
Quehacer investigativo de la CIEMHCAVI

Fuente: archivo propio.

Bibliografía

Araya, F., Ureña, P., Sánchez, Braulio, Blanco L., Rodríguez, A. y Moraga, C. (enero-junio 2013). Influencia de la capacidad funcional inicial en marcadores fisiológicos después de un programa de rehabilitación cardiaca. *Revista Costarricense de Cardiología, 15*(1), 05-11. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422013000100002

Araya, F., Blanco, L. y Salas, J. (diciembre 2011). Efecto de dos protocolos de ejercicio físico en parámetros antropométricos y fisiológicos en pacientes con enfermedad coronaria. *Revista Costarricense de Cardiología*, *13*(2), 21-25. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422011000200005

Blanco, L., Ureña, P., Salas, J. y Sánchez, B. (agosto-diciembre 2011). Perfil de rendimiento técnico de equipo tetracampeón de la Liga Superior de Baloncesto de Costa Rica. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud, 8*(2). https://doi.org/ 10.15359/mhs.8-2.2

Camacho-Araya, T., Woodburn, S. S. y Boschini, C. (junio 1990). Reliability of the prueba de coordinación corporal para niños (body coordination test for children). *Perceptual and Motor Skills*, *70*(3), 832-834. https://doi.org/10.2466/pms.1990.70.3.832

Gutiérrez-Vargas, R., Martín-Rodríguez, S., Sánchez-Ureña, B., Rodríguez-Montero, A., Salas-Cabrera, J., Gutiérrez-Vargas, J. C., Simunic, B. y Rojas-Valverde, D. (2020, marzo). Biochemical and muscle mechanical post-marathon changes in hot and humid conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research, 34*(3), 847-856. https://doi: 10.1519/JSC.0000000000002746

Herrera-González, E., Araya-Vargas, G. A., Fernández-Sagot, H., Morera-Castro, M. y Fonseca-Schmidt, H. (setiembre-diciembre 2015). El diagnóstico temprano de niños y niñas con riesgo académico mediante un sistema de diagnóstico perceptual-motor: Estudio retrospectivo longitudinal de evidencias de su efectividad. *Revista Electrónica Educare, 19*(3), 14. https://dx.doi.org/10.15359/ree.19-3.1.

Herrera, M. F., Álvarez, C., Sánchez, B., Herrera, E., Villalobos, G. y Vargas, J. (julio-diciembre 2019). Análisis de sobrepeso y obesidad, niveles de actividad física y autoestima en la niñez del II ciclo escolar del cantón central de Heredia, Costa Rica. *Población y Salud en Mesoamérica, 17*(1), 1-20. https://dx.doi.org/ 10.15517/psm.v17i1.35323

Morera, M., Rudisill, M. E., Wadsworth, D. D. & Robinson, L. E. (abril 2014). The influence of time spent in outdoor play on daily and aerobic step count in costa rican children. *Journal of Outdoor Recreation, Education, and Leadership, 6*(1), 33-43. https://doi.org/10.7768/1948-5123.1199

Morera-Castro, M., Arguedas-Víquez, R. y Brabenec-Aguilar, S. (enero-junio 2019). Efecto de una intervención motriz basada en el método de descubrimiento guiado sobre los patrones básicos de movimiento de un niño de 9 años: estudio de caso. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, *17*(1), 1-12. https://doi.org/10.15359/mhs.17-1.3

Ortiz-Ortiz, M., Terrazas-Ordorica, K., Cano-Rodríguez, L. E., Gómez Miranda, L. M. y Ozols-Rosales, A. (2019, mayo). Effect of an intensive physical conditioning program on body composition and isometric strength in children with Down sindrome. *Journal of Physical Education and Sport, 19*(3), 897-902. DOI:10.7752/jpes.2019.s3129

Ozols, M. A., Zúñiga, C., Montserrat, C. A. y Jiménez, W. A. (2015). Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático. *Arch Med Deporte, 32*(5), 70-75. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/ 166_or01.pdf

Rojas-Valverde D., Martínez-Guardado I., Sánchez-Ureña B, Timón R., Scheer V, Pino-Ortega J. y Olcina G. (setiembre 2021). Outpatient assessment of mechanical load, heat strain and dehydration as causes of transitional acute kidney injury in endurance trail runners. *Internacional Journal of Environment Research and Public Health, 18*(19), 10217. https:// doi: 10.3390/ijerph181910217

Rojas-Valverde, D., Sánchez-Ureña, B., Crowe, J., Timón, R. & Olcina, G., (2020). Exertional Rhabdomyolysis And Acute Kidney Injury in Endurance Sports: A Systematic Review. *European Journal of Sport Science*, *X* (X). https://doi.org 10.1080/17461391.2020.1746837

Sánchez-Ureña, B., Rojas-Valverde, D. & Gutiérrez-Vargas R. (junio 2018). Effectiveness of Two Cold Water Immersion Protocols on Neuromuscular Function Recovery: A tensiomyography study. *Frontiers in Physiology, 9*(766). https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00766

Sánchez, B., Ureña, P., Salas, J., Blanco, L. y Araya, F. (agosto, 2011). Perfil antropométrico y fisiológico en futbolistas de élite costarricenses según posición de juego. *PubliCE*. https://g-se.com/perfil-antropometrico-y-fisiologico-en-futbolistas-de-lite-costarricenses-segun-posicion-de-juego-1382-sa-B57cfb27205da8

Rivera-Brown, A., Gutiérrez, R., Gutiérrez, J. C., Frontera, W. R. & Bar-Or, O. (enero 1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *Journal of Applied Physiology, 86*(1), Https://doi: 10.1152/jappl.1999.86.1.78

Ureña, P., Araya, F., Sánchez, B., Salas, J. y Blanco, L. A. (julio-diciembre 2010). Perfil de calidad de vida, sobrepeso-obesidad y comportamiento sedentario en niños (as) escolar y joven de secundario guanacastecos. *Revista Electrónica EDUCARE, 14*(2), 207-224. http://doi.org/10.15359/ree.14-2.14

Woodburn, S. S., Fernández, H. y Boschini, C. (junio1989). Relationships between the goodenough-harris draw-a-person test and a body-image test in costarican children. *Perceptual and Motor Skills, 68*(3), 1131-1136. https://doi.org/ 10.2466/ pms.1989.68.3c.1131.

Woodburn, S. S. y Boschini, C. (febrero 1993). Predictive validity of a spanish-language adapted version of the Anton Brenner developmental gestalt test of school readiness. *Perceptual and Motor Skills, 76*(1), 315-318.

Oceanografía física en el Departamento de Física: el camino andado

José Mauro Vargas Hernández[1]
Alejandro Gutiérrez Echeverría
Juan Pablo Salazar Ceciliano
Silvia Chacón Barrantes

Historia: nacimiento y consolidación

La Oceanografía Física en la Universidad Nacional (UNA), en el Departamento de Física (DF) de la Universidad Nacional (UNA), en concreto, nace en 1976 como resultado de una decisión del entonces Consejo Directivo de esta unidad académica, que acata la directriz de Conare de no duplicar currículos existentes en otras universidades estatales; por lo que el Departamento de Física decide desarrollar dos áreas del conocimiento no acometidas aún en el medio nacional: la energía solar y la oceanografía física. Por

1 Académico. Departamento de Física. jose.vargas.hernandez@una.cr.

esta razón, a finales de los setenta, el Departamento de Física incorpora sus primeros cuadros profesionales con especialidad en Oceanografía Física a partir del año 1979 (Figura 1), quienes se habían graduado en el extranjero en diferentes ramas de esta nueva disciplina. Así, en el año 1984, después del regreso de los primeros profesionales, se estableció el primer Programa de Investigación y Extensión en esta área de conocimiento, Sermar (Servicio Mareográfico de Costa Rica), y se crea la Sección de Oceanografía, que tiempo después fue renombrado Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (Laocos).

Figura 1
Representantes de la Universidad Nacional y del Gobierno de Costa Rica en el crucero internacional oceanográfico Glomar Challenger en 1982

Nota: a la izquierda, el representante del Gobierno nacional y a su derecha el oceanógrafo Alejandro Gutiérrez Echeverría

Fuente: archivo propio.

Tanto para Sermar como para la Sección de Oceanografía fueron tiempos difíciles, en los que hubo que esforzarse por años y trabajar con las uñas hasta darse a conocer en alguna medida. A las entidades locales y extranjeras hubo que hacerlas comprender el propósito y la importancia de esta ciencia emergente para el país antes de conseguirse los verdaderos apoyos financieros a favor de la investigación en este campo. A mediados de los años noventa, ya los proyectos referidos contaban con alguna experiencia, tanto en el campo de la investigación, como de la extensión universitaria, razón por la que fue posible la adquisición de una estación terrena satelitaria cuyo mayor logro –en ese período– fue el establecimiento de un servicio de información para

los pescadores, a quienes se les asistía con la localización de los cotos de pesca. Este servicio de información satelitaria formaba parte de lo que se dio a conocer como el Programa de Sensores Remotos de Laocos.

Asimismo, ya para ese entonces, Sermar producía las tablas de marea para los principales puertos nacionales, también consiguió una mayor atención de los mareógrafos nacionales (en Quepos, Puntarenas y Limón), que en los años ochenta se habían rescatado del Instituto Geográfico Nacional (IGN), pues antes tenía a cargo esos mareógrafos hasta finales de los años setenta (Chacón-Barrantes y Gutiérrez-Echeverría, 2017). Asimismo, fungía como contacto local del PTWC (Pacific Tsunami Warning Centre de Hawaii). Durante los años 1990 y 1993, el Programa Sermar abrió una oficina en el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), con el fin de atender el pronóstico del tiempo y el clima marino de Costa Rica. Así, en ese período se fundó como división de ese instituto el Departamento de Meteorología Marina del IMN, en el que interactuaron profesionales de la UNA, la Universidad de Costa Rica (UCR) y el IMN, unidad que fue clausurada por la titular del Ministerio de Ambiente y Energía en el año 1994.

A mediados de los noventa, precisamente en el año 1994, dio inicio la todavía vigente colaboración entre el Instituto Internacional del Océano (IOI) y la UNA, y se establece el centro operativo de ese instituto en la UNA (IOI-Costa Rica), cuyo propósito fundamental –desde sus inicios, y como consonancia de la misión de otros centros operativos en otros países y regiones del planeta– ha sido el ofrecer cursos, conferencias, seminarios para tomadores de decisiones de todos los niveles, la promoción y el establecimiento de proyectos productivos en las comunidades costeras, no solo nacionales, sino en la región de América Latina y el Caribe (por ejemplo, el caso del IOI-Costa Rica); así como su objetivo fundamental que se relacionaba con tender puentes de comunicación entre los diferentes estamentos sociales en pro de una toma de decisiones responsable. En los noventa se estableció el Programa Serio (Servicio Regional de Información Oceanográfica), cuyo objetivo fue, en ese momento, la colaboración con los programas regionales pesqueros Pradepesca y Oldepesca, que surgen a partir de los resultados de la investigación que este programa llevaba a cabo. Los programas Laocos, Serio e IOI-COSTA RICA, con nuevas funciones (que se anotan más adelante) han

continuado hasta el presente. El programa Sermar cambió su nombre en los noventa, a raíz de la puesta en funcionamiento de la Red Mareográfica de Centro América, financiada por la OEA y el Gobierno de los Estados Unidos de América; entonces, pasó a denominarse Ronmac (Red de Observación del Nivel del Mar de América Central), con el objetivo de atender la operación no solo de los mareógrafos costarricenses, sino, principalmente, los incluidos en esta red centroamericana. En la segunda década de este nuevo siglo, el acrónimo Ronmac cambió su significado y pasó a ser la Red de Observación de Nivel del Mar y de Investigación en Amenazas Costeras, incluyendo ahora la investigación y extensión en tsunamis y corrientes de retorno. En años recientes, este programa dejó de existir como tal para dar paso a Sinamot (Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis) (Chacón-Barrantes, 2015), así como al Proyecto Estudio de Corrientes de Retorno y Seguridad en las Playas que se han mantenido desde el año 2010.

Aportes a la sociedad costarricense

Seguridad litoral

Estudio del nivel del mar. La marea astronómica constituye parte muy importante de las variaciones del nivel del mar, y quizá por ello el registro de sus variaciones se hace por medio de mareógrafos. En Costa Rica, el registro de esta variable dio inicio, en el año 1940, cuando el Instituto Geográfico Nacional (IGN), por solicitud de la Oficina Geodésica de los Estados Unidos de América (USGS), puso en operación los mareógrafos de Puntarenas (1940), Limón (1941) y Quepos (1957) (Chacón-Barrantes y Gutiérrez-Echeverría, 2017). A inicios de los ochenta, el IGN decidió dejar en manos del Programa Sermar de la UNA los dos únicos mareógrafos que se mantenían en operación: los de puerto Quepos y Limón. Hasta los años noventa, el único tipo de mareógrafo que se mantuvo en operación en Costa Rica fue el así llamado "mareógrafo de pozo", en el que un flotador es desplazado verticalmente por el movimiento ascensional o descendente del agua de mar dentro de un tubo de hierro o PVC.

En esos años, en puerto Quepos se probaron los sensores de presión; luego, lo mismo se hizo en Puntarenas, Limón y la Isla del Coco con los sensores de presión y acústicos (estos últimos eran ideales para sitios costeros que no cuentan con un muelle o atracadero). El mareógrafo de Puntarenas dejó de operar en 1980 y no fue sino hasta el año 1994 que fue reinstalado como resultado de la colaboración entre el IMN y la UNA: esto se hizo por un período corto. Fue hasta en años recientes que el programa SERIO logró colocar un sensor de presión en el muelle de Puntarenas, con el fin de calibrar un modelo de circulación en el golfo de Nicoya. El viejo mareógrafo de Limón estuvo operando hasta mediados de los ochenta; luego, fue reinstalado por Sermar/IMN en el año 1991, a raíz del tsunami de ese año causado por el sismo en el Valle de la Estrella. Luego, dejó de operar en 1992 y, finalmente, se reinstaló a finales de esa década, como resultado del Convenio UNA-Universidad de Hawaii (UH), que mantiene actualmente la operación de los mareógrafos de Quepos, Limón y la Isla del Coco. La vieja estación mareográfica en puerto Quepos operó hasta mediados del año 1993. A partir de este año y hasta finales de esa década, por algún tiempo ahí se instalaron estaciones donadas por el Gobierno de Finlandia y la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Finalmente, gracias al convenio entre Ronmac y la UH (hoy, entre Sinamot y la UH) se mantiene en operación la estación mareográfica que fue trasladada hace pocos años del muelle de Quepos al de la Marina Pez Vela, ambos sitios de registro aledaños. Los dos primeros intentos por emplazar una estación mareográfica en la Isla del Coco se dieron en 1991. Ronmac fue primero y, luego, un técnico finlandés, encargado por el Gobierno de ese país, trataron sin éxito de hacer operar sostenidamente un sensor de presión en la isla. El fortísimo oleaje en Wafer, más la completa carencia de infraestructura para los efectos en esa bahía, dio al traste con ese propósito. No fue hasta la segunda década de este siglo que, mediante una colaboración entre la UNA, la NOAA y el Centro de Nivel del Mar de la Universidad de Hawaii (UHSLC), se logró ese cometido. Se superó, así, mediante un sensor acústico, la falta de infraestructura y la fundamental transmisión de los datos en tiempo real. Actualmente, la Red Mareográfica de Costa Rica está en manos de Sinamot (www.sinamot.una.ac.cr). Esta red tiene dos propósitos fundamentales: las largas secuencias horarias de nivel

del mar permiten el control del cambio climático; asimismo, la red está programada para registrar los datos con una frecuencia mucho mayor en caso de tsunami, y procesarlos a favor de un pronóstico futuro más acertado.

Investigación en corrientes de retorno. Las corrientes de retorno representan la segunda causa de muerte no dolosa en nuestro país. Fue en 1987 –en el contexto del grupo precursor del Comité Asesor Técnico Marino Costero de la CNE (CAT marino costero)– cuando la UNA participó desde sus inicios en la temática con dicha comisión, para quienes este fenómeno quedó catalogado como una "amenaza natural" digna de estudio y seguimiento. Y fue en el año 1993 cuando la CNE financió a la UNA el primer estudio de estas corrientes en playa Jacó. A partir de entonces, e incluso antes de este año, algunos oceanógrafos nacionales habían ya dado los primeros pasos a favor de la investigación de este fenómeno litoral. En el año 2007, se dio un primer acercamiento con la Oficina de Atención del Turista del Instituto Costarricense de Turismo (ICT), con el fin de asesorarla en la puesta de señales de advertencia en las playas costarricenses, colaboración que en el contexto de la UNA se ha mantenido hasta la hora. En el año 2010, los fondos FIDA financian un primer proyecto de estudio de esas corrientes en las playas nacionales, proyecto que involucró a la CNE y la UCR; propuesta esta que el DF de la UNA ha mantenido hasta la hora con el soporte parcial de fondos externos y un segundo financiamiento FIDA aprobado para los años 2020-2021 (diferido al 2021-2022 debido a la pandemia). Esta iniciativa que primero fue alojada en el IOI-Costa Rica, luego en Ronmac y, finalmente, como un proyecto independiente del DF ha apuntado en los últimos años, no solo hacia el estudio y monitoreo de las corrientes de retorno en las playas nacionales, sino también, y muy enfáticamente, hacia el mejoramiento de la seguridad en las playas, dada la alta tasa de mortalidad, tanto de nacionales como extranjeros, antes referida.

Así, necesariamente, la UNA ha trabajado hombro a hombro con el ICT, la Cruz Roja Costarricense (CRC), el Servicio Nacional de Guardacostas (SNG) y la Embajada de los Estados Unidos de América, con logros efectivos como la aprobación de la Ley para el Establecimiento del Cuerpo de Guardavidas Municipales/2019, el registro diario de variables meteorológicas y oceanográficas durante casi dos años a favor de la validación de modelos de pronóstico; la impartición de charlas en numerosas

comunidades costeras a favor de la seguridad en las playas, la interacción con Gobiernos locales costeros por comprometer con la seguridad en las playas bajo su jurisdicción, la medición de corrientes en las playas nacionales, la búsqueda de cuerpos no devueltos por el mar, la aplicación de cuestionarios a los usuarios de las playas y autoridades y líderes comunales, con el fin de comprender mejor cómo lograr una mayor seguridad en las playas, el mejoramiento de la señalización de playas y el diseño del curso futuro de certificación de guardavidas para la respectiva comisión presidida por el ICT.

Investigación en tsunamis. Desde la década de los ochenta, Alejandro Gutiérrez había participado en algunas actividades relacionadas con tsunamis en el Pacífico y en el Caribe. Sin embargo, es hasta el 2006, con el regreso a Costa Rica de Silvia Chacón, después de su maestría, que el Programa Ronmac inicia su colaboración formal con la CNE en el tema de tsunamis. En ese año, se dotó a Silvia Chacón y a Alejandro Gutiérrez de radiolocalizadores (beepers) para ser contactados en caso de una alerta de tsunami. Esto, a pesar de que no se contaba con protocolos ni procedimientos para análisis de amenaza, lo que dio origen a una sobreestimación de la amenaza del tsunami de Perú del 15 de agosto de 2007.

En el 2014, después de que Silvia Chacón regresa de su doctorado, asistió a varias capacitaciones relacionadas con atención de alerta de tsunamis y funda Sinamot como una actividad del Programa Ronmac (Chacón-Barrantes, 2015), junto con Alejandro Gutiérrez y dos colegas de la Unidad de Ingeniería Marítima de Ríos, Mares y Estuarios (Imares) del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Sinamot define protocolos y procedimientos de atención de alertas de tsunami e inicia un proceso sistemático de realización de ejercicios de tsunamis en coordinación con la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). Desde el 2015, Sinamot fue designado por el Gobierno de la República como Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (NTWC por las siglas en inglés), ante la IOC/Unesco.

En el 2015, el Programa Ronmac se redefine para incluir la investigación de amenazas costeras en dos líneas: corrientes de retorno y tsunamis. Con la redefinición del estudio de corrientes de resaca en el 2020, el Programa Ronmac se transformó en el Programa Sinamot y desde ese momento se dedica únicamente a tsunamis, incluyendo las estaciones mareográficas para

monitoreo de tsunamis. El Programa Ronmac, luego Sinamot, inició en 2015 un proyecto con la CNE para elaborar mapas de evacuación por tsunami en tres etapas (Rivera-Cerdas *et al.*, 2016), el cual se encuentra aún vigente. Los resultados de este proyecto han permitido a varias instituciones públicas mejorar su preparación ante tsunamis, por ejemplo, el MEP, SINAC, MOPT, entre otros. Adicionalmente, los resultados de este proyecto se incorporaron al nuevo sistema para estudios de impacto ambiental por parte del MIVAH y la Setena.

En 2022, el Programa Sinamot inició un proyecto FIDA multidisciplinario para mejorar la preparación ante tsunamis y disminuir la vulnerabilidad climática en Áreas Silvestres Protegidas costeras. Este proyecto trabaja en 10 ASP seleccionadas y tendrá entre sus resultados un manual para que las demás ASP costeras puedan mejorar su preparación ante tsunamis y vulnerabilidad climática.

Además de la CNE, Sinamot cuenta con convenios con el 911 y el MIVAH, y tiene una participación activa en los Grupos de Coordinación Intergubernamental de los Sistemas de Alerta de Tsunamis del Pacífico y el Caribe. Por medio de estas plataformas, Sinamot ha brindado apoyo y capacitaciones a países de Centroamérica y el Caribe en modelado de tsunamis y elaboración de mapas de evacuación por tsunami.

Oceanografía costera

50 años UNA Siempre necesaria

Las diferentes secciones de oceanografía se han interesado en estudiar los procesos físicos en los litorales de Costa Rica con la finalidad de colaborar en la sostenibilidad de los ecosistemas costeros, debido a la sobreexplotación de los recursos pesqueros, construcción de infraestructura costera y la contaminación marina en estas zonas. No obstante, estos procesos físicos son complejos de analizar por los evidentes gradientes de temperatura y salinidad por la presencia de agua de mar y agua dulce producida por escorrentía de ríos o precipitación, combinando con la poca profundidad y variaciones tan marcadas del lecho marino. Por lo tanto, para entender el origen y las consecuencias de los procesos oceanográficos en las zonas costeras es fundamental un trabajo de muestreo constante mediante mediciones con equipo oceanográfico de alta tecnología de los diferentes parámetros

físicos *in situ*, lo cual permite cambiar la imagen conceptual que tenemos de las costas para el beneficio de la sociedad. Los estudios de oceanografía costera en el Departamento de Física se dividen en dos áreas de estudio que se detallan seguidamente.

Hidrografía marítima

La investigación hidrográfica en diversos cuerpos de agua a nivel costero, tales como estuarios, golfos y bahías, ha sido fundamental para el desarrollo de actividades económicas como la pesca, la acuicultura, la segura navegación y la elaboración de estudios de impacto ambiental relacionados con la construcción de infraestructura costera (puertos, marinas, muelles, tuberías submarinas, rompeolas, dragados, entre otros). Por muchos años, se han generado bases de datos de parámetros físicos del agua, tanto en la costa pacífica como Caribe, usando correntímetros con efecto Doppler y sondas multiparamétricas que miden *in situ* corrientes marinas, temperatura del agua, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto, concentración de clorofila a una altura significativa y período del oleaje, nivel del agua, entre otras variables hidrográficas que ayudan a comprender mejor los mecanismos físicos que gobiernan la variabilidad espacial y temporal en diferentes escalas de tiempo de los cuerpos de agua. Algunos ejemplos de estos aportes son:

- Estudios hidrográficos para la obtención de la viabilidad de instalación de granjas ostrícolas en el golfo de Nicoya y, así, colaborar con el desarrollo económico de las poblaciones costeras.
- Medición de caudales de los ríos y corrientes mareales en el estuario de laguna Madre de Dios en la costa Caribe, para resolver problemas de contaminación del agua derivada de la actividad agrícola río arriba y que ha puesto en peligro la salud de la fauna acuática y la actividad turística de la cual dependen muchas familias en la zona.
- Definir la circulación estuarina en la bahía de Santa Elena en el Pacífico Norte de Costa Rica. Los datos obtenidos nos indicaron un denso flujo de salida en la capa inferior de la bahía, por lo cual definimos que en dicho cuerpo costero de agua predomina una circulación estuarina inversa cuando prevalecen condiciones de viento débiles. La comprensión de las propiedades hidrográficas de esta bahía es

fundamental para emprender futuros proyectos, debido a que los estuarios con circulación inversa son proclives a tener inconvenientes de calidad de agua según la literatura científica (Tisseaux-Navarro *et al*., 2021).

- Estudios de las variaciones estacionales de las condiciones hidrográficas en el golfo de Papagayo con el fin de contribuir a determinar la calidad del agua en dicha zona (Cambronero-Solano *et al*., 2021; Saravia-Arguedas *et al.*, 2021).

Hidrodinámica costera con modelos numéricos

Recientemente se ha venido trabajando con modelos numéricos hidrodinámicos como complemento de las observaciones hidrográficas de campo para contribuir en la comprensión de los mecanismos físicos que gobiernan la variabilidad de parámetros oceanográficos en diferentes escalas de tiempo en zonas costeras, tales como golfos, bahías, estuarios, entre otros. Los modelos hidrodinámicos costeros se utilizan para simular las velocidades de las corrientes marinas, los cambios en el nivel de agua y las variaciones en los campos de salinidad y temperatura del agua.

Durante el 2020 se inició un proyecto piloto cuyo objetivo fue implementar un modelo numérico hidrodinámico para el golfo de Nicoya y colaborar con las comunidades y autoridades de zonas costeras en la toma de decisiones relacionadas con la adaptación a la variabilidad y cambio climático, el fomento de acuicultura marina, la segura navegación, la planificación adecuada de construcción de infraestructura costera (puertos, marinas, muelles, rompeolas, entre otras) y el desarrollo sostenible de actividades de explotación económica y recreativa en el golfo de Nicoya.

Se avanza en la configuración y los estudios de sensibilidad de parámetros numéricos del modelo costero DELF3D y, actualmente, se trabaja recabando observaciones de campo para usarlas en los procesos de calibración y validación de dicho modelo. El proceso de calibración consiste en ajustar los parámetros físicos del modelo para que logren reproducir las observaciones de campo medidas durante ciertas estaciones climáticas del año. La siguiente etapa es validar el modelo comparando resultados simulados con observaciones de campo recolectadas en otras

épocas del año. Una vez concluida la validación, el modelo se usará para generar escenarios por medio de simulaciones con diferentes tipos de forzantes; por ejemplo, con condiciones de viento débil, viento moderado o intenso, bajos o altos caudales de los ríos, entre otras condiciones extremas que nos ayudarán a entender los posibles cambios en el nivel de agua, corrientes marinas, salinidad y temperatura del agua para la toma de decisiones en manejo costero dentro del golfo de Nicoya.

Los modelos numéricos hidrodinámicos son una herramienta moderna muy utilizada en la mayoría de las zonas costeras que albergan puertos en países desarrollados, ya que abaratan los costos de operación y aumentan la seguridad para navegar al tener disponibles simulaciones de las variables oceanográficas, sin la necesidad de recurrir siempre a campañas de mediciones oceanográficas que son mucho más costosas de realizar. De ahí surge la necesidad y el compromiso del Departamento de Física de la UNA de implementar este tipo de modelos en nuestras zonas costeras y, sobre todo, en aquellas donde se desarrollan actividades que aportan a la economía del país y ayudan a las comunidades costeras a salir de la pobreza.

Oceanografía regional

La sección de oceanografía física se ha consolidado en la investigación en diferentes fenómenos oceánicos en el ámbito centroamericano desde de la década de los ochenta. Su desarrollo se debe al personal permanente que se graduó en el exterior, acompañado de la colaboración de estudiantes asistentes y la adquisición permanente de tecnología para la observación del océano que le ha permitido participar en varios proyectos de investigación en las últimas décadas, y logró la comprensión de varios fenómenos oceanográficos en diferentes escalas espaciales y temporales.

Oceanografía con sensores remotos

Desde los años noventa hasta inicios de los 2000, la principal herramienta para estudios de oceanografía de mesoescala fue la teledetección. En este caso, la teledetección consiste en las

observaciones superficiales del mar desde un satélite situado a cientos de kilómetros respecto a la superficie de la Tierra, que permite mediciones de diferentes variables oceanográficas de la superficie del mar de manera casi inmediata con una resolución de varios kilómetros. El Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (Laocos) contaba con una Estación Terrena Satelital de *Sea Space* para el monitoreo regional de temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos. Además, contaba desde 1997 del radiómetro Sea Wide Field of View Sensor (SeaWiFS), del satélite OrbView-2. Con dicha antena se lograba monitorear la temperatura superficial del océano y la concentración de chlorofila-a (Chl-a) de las aguas y la región con el fin de proporcionar información de las ubicaciones de los afloramientos (surgencias) a los pescadores y, así, tener una mayor probabilidad de pesca. Posteriormente se empezó a utilizar la información de los sensores remotos para el estudio de:

- Fenómenos de interacción océano-atmósfera como las zonas de surgencia y la generación de remolinos anticiclónicos debido al chorro de viento de Papagayo en el Pacífico Norte. También, se ha estudiado la propagación hacia el oeste de remolinos anticiclónicos que se forman por el rotacional del chorro de viento de Papagayo. Estos remolinos transportan energía y nutrientes fundamentales para el océano abierto (Ballestero & Coen, 2004; Vargas, 2004).
- La formación y evolución del Domo Térmico de Costa Rica, que es una zona que tiene un bombeo constante y hace que aguas frías y ricas en nutrientes de las profundidades asciendan a la superficie durante todo el año. Su generación se debe principalmente por la desviación de la contracorriente Ecuatorial del Norte y la acción de los vientos en el océano Pacífico Tropical Este. A pesar de que actualmente ya no se cuenta con la Estación Terrena Satelital, se siguen realizando investigaciones de diferentes fenómenos usando datos de sensores remotos disponibles en la NASA, NOAA, CTOH o el Programa Copernicus, en donde sobresalen los siguientes hallazgos:

a) La validación local de los datos de altimetría costera fundamentado en información de mareógrafos e hidrográficos, indica que este instrumento satelital calcula adecuadamente

las escalas estacionales e interanuales de la costa centroamericana (Salazar-Ceciliano *et al*., 2018).

b) La variabilidad estacional e interanual que presentan las corrientes costeras en la plataforma oriental del golfo de Tehuantepec, México, a lo largo de 12 años de corrientes derivadas de la altimetría.

c) Con imágenes espaciales de temperatura superficial del mar tomadas en alta resolución, se identificó que el mar Caribe costarricense presenta un calentamiento siete meses después que manifiesta el efecto de El Niño en el océano Pacífico (Brenes-Rodríguez *et al.*, 2017).

Estudios de variabilidad océano-atmósfera

En temas de variabilidad climática, se han realizado importantes aportes a la comunidad científica en la comprensión de la variabilidad de parámetros oceanográficos y atmosféricos en diferentes escalas de tiempo. Dentro de esta línea, se han implementado investigaciones para comprender los modos de variabilidad decadales e interdecadales de la temperatura del océano Indo-Pacífico y su extensión en la estructura vertical, las cuales han demostrado la importancia de examinar la subsuperficie del océano (primeros 450 m) para la comprensión de la variabilidad climática; así como la necesidad de separar y diferenciar señales de baja frecuencia (periodos mayores a diez años) de origen natural de aquellas, debidas a efectos antropogénicos y asociadas a cambio climático.

Asimismo, estas investigaciones lograron demostrar que modos de variabilidad decadales tales como la Oscilación Interdecadal del Pacífico (IPO), Oscilación de Giro del Pacífico Norte (NPGO) y El Niño Modoki tienen una extensión vertical significante en la capa más superior del océano (incluyendo la termoclina), que demuestra no solo que la superficie es importante para el estudio de la dinámica del clima, sino también la capa superior del océano. También se ha logrado caracterizar la transmisión de anomalías de salinidad en escalas decadales e interdecadales desde el Pacífico Tropical Oeste hacia el océano Tropical Índico a través de pasajes en los mares de Indonesia. Dichas señales en las anomalías de salinidad se propagan lentamente (0.5-1.7 cm/s) y pueden explicar parte de la variabilidad

interdecadal de las anomalías del contenido de calor del océano y la altura superficial estérica en el océano Índico Tropical (Vargas-Hernández *et al.*, 2014; Vargas-Hernández *et al.*, 2015a; Vargas-Hernández *et al.*, 2015b).

Por otro lado, también se han realizado aportes en la comprensión de fenómenos de interacción océano-atmósfera de variabilidad intraestacional (períodos de semanas) en Costa Rica y parte de la región centroamericana (Zhao *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2020). Estas investigaciones han cuantificado la influencia de la oscilación Madden-Julian (OMJ) en el comienzo y finalización del fenómeno climático conocido como "el veranillo", durante el cual se presenta una disminución de las lluvias en Costa Rica. La OMJ es una oscilación en los sistemas de precipitación que se origina en el océano Índico y se propaga hacia el Pacífico Tropical del Este con un período de alrededor de 60 a 90 días. Se determinó que es más probable que el veranillo en Costa Rica empiece en fase 1 y 8 del OMJ. Lo anterior ayuda a generar una mayor predictibilidad del veranillo y, por lo tanto, es muy beneficioso para la planificación agrícola en Costa Rica (Zhao *et al.*, 2018).

Participación en Proyecto Argo

El Proyecto Argo es un esfuerzo de la comunidad internacional para tener miles de perfiladores en los océanos y mares del planeta con la finalidad de medir la presión, temperatura y salinidad de la columna superior de agua del océano para mejorar la comprensión del rol del océano en el clima. Estos perfiladores autónomos son capaces de modificar su flotabilidad para realizar perfiles verticales en los primeros 2000 metros de la columna de agua de las variables mencionadas cada diez días. En el 2003, Laocos fue invitado como observador al Primer Taller Científico del Proyecto ARGO, en Tokio, en donde se propuso su integración a dicho proyecto. En el 2005, se obtuvo una donación de dos perfiladores ARGO, que fueron colocados en el Pacífico Tropical del Este con el fin de estudiar la propagación y estructura vertical de los remolinos anticiclónicos generados por los vientos de Papagayo. Los datos recolectados por estos flotadores robóticos fueron muy útiles para comprender mejor los mecanismos físicos que gobiernan la propagación y duración de estos remolinos de mesoescala y su función en la dinámica del océano.

50 años UNA
Siempre necesaria

Campañas oceanográficas regionales

El personal de Serio y Laocos han participado y colaborado en diferentes expediciones de investigación en el océano Pacífico Tropical y mar Caribe, en donde se contó con equipo de última generación para realizar muestreos a grandes profundidades. Algunas de estas expediciones se detallan a continuación:

- Extensión de los límites marítimos de las plataformas continentales de Costa Rica y Ecuador en el Pacífico, allende de las 200 millas náuticas a partir de su línea base. Se participó en campañas de mediciones batimétricas para formular una propuesta conjunta Ecuador-Costa Rica presentada ante la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, para definir los límites de las plataformas continentales en los mares de ambos países y la conservación de sus recursos bióticos y abióticos.
- Crucero de investigación para el estudio de la zona de mínimo oxígeno en el océano Pacífico Tropical, empezando en Puntarenas de Costa Rica y finalizando en San Diego de Estados Unidos. Esta campaña tenía como objetivo describir el funcionamiento de la zona de mínimo oxígeno en el océano Pacífico y tomar mediciones hidrográficas de la zona económica exclusiva (ZEE) de Costa Rica y la región.
- Con el financiamiento del Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca del Istmo Centroamericano se hicieron mediciones hidrográficas en el Pacífico centroamericano, los datos muestran un flujo superficial cálido hacia el polo a lo largo de la costa de los países centroamericanos (Brenes, Lavín, & Mascarenhas; 2008).

Cursos de entrenamiento

Cursos del Instituto Internacional del Océano (IOI)-Costa Rica

El IOI-Costa Rica inició su trabajo en el año 1994 al desarrollar, exclusivamente, cursos, conferencias y talleres, en el contexto de la gobernanza oceánica a favor de tomadores de

decisiones de todos los niveles. Esa labor inicial se detuvo en el año 1998 por cambios de políticas del instituto. Estos cursos de entrenamiento reinician en América Latina y el Caribe a partir del año 2016, cuando los centros operativos de Brasil (el actual centro de entrenamiento designado) y el IOI-Costa Rica (centro de soporte del centro brasileño) lanzan un curso de entrenamiento anual para practicantes de la oceanografía, que supera el dictado clásico de lecciones para oyentes pasivos, cuyo aprendizaje final no está garantizado, ni tampoco que ese aprendizaje después se ponga en práctica en los países de donde aquellos provienen.

Cursos de capacitación en ciencias marinas

Las diferentes secciones de oceanografía con el apoyo del Departamento de Física han organizado cursos cortos que son actividades académicas de una semana y tienen la finalidad de mantener actualizados en los temas más recientes de ciencias marinas u otras áreas afines para toda la población universitaria de la UNA y otras universidades nacionales. Los temas brindados en estos cursos cubren áreas de variabilidad climática, tsunamis, generación de ortomosaicos con drones, programación de Python, procesos en ecología o circulación estuarina en cuerpos costeros. Estos tienen un componente de teoría brindada de manera expositiva, pero también tienen uno práctico que desarrollan los conocimientos o habilidades de la teoría. Adicionalmente, estos cursos son impartidos por académicos de universidades del exterior o costarricenses que se encuentran terminando sus estudios de postgrados en el extranjero, en donde el expositor informa sobre un tema que ha estudiado en los últimos años de manera profunda: Principios Básicos de la Hidrodinámica de Estuarios, impartido por el Dr. Braulio Juárez, que labora en el Instituto de Investigaciones Oceanológica de la Universidad Autónoma de Baja California (2022).

Conclusiones y retos a futuro

La oceanografía física se mantiene como una de las áreas estratégicas del Departamento de Física de la UNA y ha generado

una vasta cantidad de conocimiento científico en ciencias marinas por más de cuatro décadas. Una nueva generación de científicos marinos continúa haciendo investigación en el Departamento de Física basados en los pilares construidos por oceanógrafos físicos ya jubilados que dedicaron su vida académica a crear y consolidar esta línea de investigación en el país. Las alianzas con universidades e institutos de investigación en el extranjero en los últimos años han sido fundamentales para el posicionamiento de Costa Rica como un país que hace aportes importantes en ciencias marinas cuantitativas. El trabajo insistente que la UNA realiza en las zonas costeras de Costa Rica es crucial para el desarrollo económico sostenible de las poblaciones más vulnerables y empobrecidas que habitan cerca de la línea de costa y que obtienen su sustento de actividades relacionadas con el mar y para su protección ante amenazas costeras. Sin embargo, a pesar del arduo trabajo realizado por más de cuarenta años, los recursos destinados a investigación en ciencias marinas han sido y todavía son escasos en comparación a otras naciones que tienen mucho menos territorio marítimo que Costa Rica. Es fundamental volcar la mirada hacia los océanos y mares ya que cada vez se convierten en una fuente importante de ingresos para los países ribereños.

Proyectos a mediano y largo plazo

Instituto Oceanográfico Nacional

El mayor reto a futuro para la investigación en ciencias marinas en Costa Rica debe basarse en la realidad marino-costera y su contraste con la realidad nacional. El país ha vivido durante las últimas décadas de espaldas al mar en temas como la dieta alimentaria y el desaprovechamiento de sus recursos vivos y minerales, considerando que existe un territorio marino diez veces mayor que nuestro continente, con la indolencia organizativa que desfavorece un ordenamiento territorial marino costero que promueva un aprovechamiento consciente de esos recursos.

Es importante un ordenamiento territorial que favorezca la agilidad de procesos de producción y su distribución equitativa en las comunidades costeras que actualmente poco participan y participan en forma desintegrada en la toma de decisiones, que también tienen una atención insuficiente de las amenazas

marino-costeras, y ponen en relieve la duplicidad o multiplicación de proyectos y funciones cuyos resultados no resultan en procesos progresivos de mejoramiento de la calidad de vida de los residentes costeros y ciudadanos. En general, estas son todas aristas que obligan a integrar el recurso profesional y económico, con el fin de resolverlas en menor tiempo y con mayores resultados.

Es momento de que disciplinas como la oceanografía física, química, biológica, geológica, la geografía y cartografía, la náutica, el manejo de puertos, la gestión del riesgo, los programas de desarrollo integral comunitarios, el derecho del mar y la legislación costera, entre otras más, integren un Instituto Nacional Oceanográfico (por llamarlo de alguna manera), donde converjan científicos naturales y sociales capaces de aportar resultados hacia la facilitación de procesos de toma de decisiones provenientes de todos los estamentos sociales interesados. Este es un modelo que desde hace algunos años viene exitosamente empleando Colombia por medio del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar), vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Modelos costeros de pronóstico

Actualmente, se trabaja para que en un corto plazo se pueda disponer de un modelo hidrodinámico validado; es decir, un modelo capaz de reproducir razonablemente bien las observaciones del pasado y con el cual se puedan realizar simulaciones de variables oceanográficas para diferentes escenarios. A mediano y largo plazo, el paso que sigue es convertir ese modelo en una herramienta operacional de pronóstico, con el cual se puedan prever las condiciones oceanográficas hasta ocho días antes del evento, tal y como lo hacen actualmente los modelos meteorológicos de pronóstico. Para lograrlo, es necesario alimentar el modelo con datos de viento de bajo nivel en tiempo real para que el modelo pueda actualizar los pronósticos de corrientes marinas y nivel de agua. Contar con información anticipada de las condiciones oceanográficas es crucial para la planificación de actividades que se realizan todos los días en el mar. Por ejemplo, un oportuno pronóstico de corrientes marinas intensas en un puerto puede evitar una potencial colisión de un barco con el puerto o con el lecho marino, también puede dar información útil de la posible trayectoria de un derramamiento de combustible, o

50 años UNA Siempre necesaria

avisar sobre altos niveles de agua que pueden inundar zonas costeras durante una tormenta.

Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis (Sinamot)

Sinamot ha creado conciencia de que la amenaza de tsunami existe para nuestro país. Cada vez más y más comunidades costeras e instituciones públicas y privadas saben que deben prepararse ante tsunamis. Sin embargo, Costa Rica tiene más de trescientas comunidades costeras en las que usualmente hay por lo menos un centro educativo. Conforme crece la visitación turística a nuestras playas, uno de los principales ingresos económicos del país, crece también la exposición ante tsunamis y también la demanda de apoyo a Sinamot para mejorar la preparación ante tsunamis en el plano comunal e institucional. Lamentablemente, los recursos humanos con los que Sinamot trabaja son muy limitados y no son suficientes.

Adicionalmente se requieren datos batimétricos en muchas localidades costeras para realizar o mejorar los estudios de amenaza de tsunami. Estos datos requieren de un equipo especializado y un personal capacitado, además de tiempo y recursos de viáticos. Pero el tenerlos permitiría adicionalmente una mayor caracterización de lo que se puede esperar en el caso de una alerta de tsunami, dependiendo del tiempo con el que se cuente.

Bibliografía

Ballestero, D. & Coen, J. E. (2004). Generation and propagation of anticyclonic rings in the Gulf of Papagayo. *International Journal of Remote Sensing*, *25*(11), 2217-2224.

Brenes-Rodríguez, C., Benavides-Morera, R., Salazar Ceciliano, J. & Alvarado-Gamboa, L. (2017). Hydrographic and climatological conditions in the southern Caribbean of Costa Rica during El Niño 2014-2016. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, *9*(2), 101-123. https://doi.org/10.15359/revmar.9-2.5

Brenes, C. L., Lavín, M. F. & Mascarenhas Jr, A. S. (2008). Geostrophic circulation between the Costa Rica dome and central America. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, *55*(5), 608-629.

Cambronero-Solano, S., Tisseaux-Navarro, A., Vargas-Hernández, J. M., Salazar-Ceciliano, J. P., Benavides-Morera, R., Quesada-Ávila, I. & Brenes-Rodríguez, C. (2021). Hydrographic variability in the Gulf of Papagayo, Costa Rica during 2017-2019. *Revista de Biología Tropical*, *69*(S2).

Chacón-Barrantes, S. (2015). Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis. *Universidad en Diálogo*, *5*(2), 101-111.

Chacón-Barrantes, S. & Gutiérrez-Echeverría, A. (2017). Tsunamis recorded in tide gauges at Costa Rica Pacific coast and their numerical modeling. *Natural Hazards*, *89*(1), 295-311. https://doi.org/10.1007/s11069-017-2965-5

Rivera, F., Arozarena Llopis, I., Chacón-Barrantes, S. y Barrantes, G. (2016). Metodología para la evaluación de rutas de aplicado a la costa del Pacífico Norte y Central de Costa Rica. *En Torno a La Prevención*, *16*, 17-26.

Salazar-Ceciliano, J., Trasviña-Castro, A. & González-Rodríguez, E. (2018). Coastal currents in the Eastern Gulf of Tehuantepec from coastal altimetry. *Advances in Space Research*, *62*(4), 866-873.

Saravia-Arguedas, A. Y., Vega-Bolaños, H., Vargas-Hernández, J. M., Suárez-Serrano, A., Sierra-Sierra, L., Tisseaux-Navarro, A., Cambronero-Solano, S. & Lugioyo-Gallardo, G. M. (2021). Surface-Water Quality of the Gulf of Papagayo, North Pacific, Costa Rica. *Water*, *13*(17), 2324.

50 años UNA
Siempre necesaria

Vargas, J. M. (2004), Interacción océano-atmósfera: surgencia y generación de anillos anticiclónicos en la región de Papagayo. *Revista Geográfica de América Central*, 40, 133-144.

Vargas-Hernández, J. M., Wijffels, S., Meyers, G. & Holbrook, N. J. (2014). Evaluating SODA for Indo-Pacific Ocean decadal climate variability studies. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(11), 7854-7868.

Vargas-Hernández, J. M., Wijffels, S., Meyers, G. & Holbrook, N. J. (2015a). Slow westward movement of salinity anomalies across the tropical South Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *120*(8), 5436-5456.

Vargas-Hernández, J. M., Wijffels, S. E., Meyers, G., Belo do Couto, A. & Holbrook, N. J. (2015b). Decadal characterization of Indo-Pacific Ocean subsurface temperature modes in SODA reanalysis. *Journal of Climate*, *28*(15), 6113-6132.

Tisseaux-Navarro, A., Salazar-Ceciliano, J. P., Cambronero-Solano, S., Vargas-Hernández, J. M. & Márquez, X. (2021). Reverse circulation in Bahia Santa Elena, North Pacific of Costa Rica. *Regional Studies in Marine Science*, *43*(12), 101671.

Zhao, Z., Oliver, E. C., Ballestero, D., Vargas-Hernández, J.M., & Holbrook, N. J. (2018). Influence of the Madden-Julian oscillation on Costa Rican mid-summer drought timing. *International Journal of Climatology*, *39*(1), 292-301.

Zhao, Z., Holbrook, N. J., Oliver, E. C., Ballestero, D., & Vargas-Hernández, J. M. (2020). Characteristic atmospheric states during mid-summer droughts over Central America and Mexico. *Climate Dynamics*, *55*(3), 681-701.

Colaboradores a lo largo de la historia de la sección de oceanografía desde su creación:

Xiomara Márquez, Gustavo Murillo, José María Díaz Andrade, Guillermo Quirós, Daniel Ballestero, Carlos Brenes, Enrique Coen, Laura Segura, Esteban Acevedo, Rebeca Quesada, Alexandre Tisseaux, Sergio Cambronero, Marcelo Salas, Anthony Murillo, Fabio Rivera, Amaru Márquez, José Vega, Carlos Madrigal, Pablo Ureña, Rodney Mora, Rose Marie, Silvia Rojas, Fernando Ureña, Hernán Porras y Carlos Delgado.

La investigación del manejo y conservación de la vida silvestre en Costa Rica: un aporte de la Universidad Nacional

Eduardo Carrillo[1]
Grace Wong
Joel C. Sáenz

A inicios de la década de los setenta, tal como está sucediendo en la actualidad, el mundo transitaba por una crisis energética de dimensiones globales, debido al precio de los combustibles que se incrementó de manera abrupta. Esta situación ocurrió en 1973, posterior a la guerra del Yom Kippur en la que Siria y Egipto, junto con países de la Liga Árabe, enfrentaron al Estado de Israel. Una vez finalizado dicho conflicto –de cuya contienda salió ganador el Estado de Israel–, se generó la anexión de territorios a Israel.

Como una represalia hacia los países occidentales que apoyaron a Israel, la OPEP (Organización de Países Exportadores de

1 Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional. Correo electrónico: eduardo.carrillo.jimenez@una.cr

Petróleo), que está controlada por los países árabes, realizó un embargo petrolero a escala mundial que produjo un desabastecimiento de combustibles alrededor del mundo. La dependencia del mundo occidental industrializado del petróleo generó una crisis inflacionaria con el incremento de los precios del crudo, lo cual redujo las economías de los países afectados e incrementó el precio de la energía, así como la caída del dólar (Honty, 2014). Para marzo de 1974, se levanta el embargo aunque los efectos prevalecieron durante las décadas de los setenta y parte de los ochenta. Ante la anterior situación, los países ejecutaron algunas acciones para reducir la dependencia del petróleo (Mae-Wan Ho *et al.,* 2006, Honty, 2014), como se pretende hacer en la actualidad en Europa ante la crisis de suministros de energía debido a la guerra entre Ucrania y Rusia.

Una de las medidas que se dieron a raíz de la guerra del Yom Kippur fue incrementar la exploración y explotación petrolera en el mundo. Razón por la cual, muchos países latinoamericanos como México, Venezuela, Ecuador, Brasil, entre otros, optaron por esta medida para reducir su dependencia del petróleo de Medio Oriente. Indudablemente, estas medidas van en contra del ambiente, ya que se talaron más bosques y praderas para incrementar la producción de hidrocarburos, provocando riesgos ambientales como los derrames de crudo que causaron pérdidas de hábitat importantes y pérdida de poblaciones.

En el contexto mundial de esa época, en febrero de 1973, mediante la Ley 5182, el Gobierno de Costa Rica encabezado por José Figueres Ferrer y ante la propuesta del ministro de educación esa época, Uladislao Gámez Solano y el Reverendo Benjamín Núñez, se funda la Universidad Nacional (UNA). Una vez constituida la parte legal de dicho proyecto universitario, quedaban por elaborar los reglamentos para que iniciaran las actividades de la Universidad Nacional en dos campos universitarios importantes: uno fue el Campus Omar Dengo en la sede de Heredia centro, denominado así en honor al gran educador costarricense Omar Dengo Guerrero, quien cursó su carrera de Educación en la anterior Escuela Normal y cuyas instalaciones sirvieron para la naciente universidad. El segundo recinto fue el Campus Benjamín Núñez, llamado así en honor de uno de los fundadores de la universidad, y quien ejerció como rector entre los años 1973 y 1977. En los años venideros se crearon también las sedes regionales. Así, la UNA

abre sus puertas a la comunidad nacional el 14 de marzo de 1973, que recogía, así, la herencia de la Escuela Normal Superior de Costa Rica. Además, cristalizaba un ideario de hombres y mujeres visionarios (Siesca, https://siesca.uned.ac.cr/una-universidad-nacional-de-costa-rica).

Fundada la UNA y en pleno funcionamiento en 1974, se establece la Escuela de Ciencias Ambientales (Edeca) en el seno de la Facultad de Ciencias de la Tierra y Mar (FCTM). La Edeca, durante las dos primeras décadas, ofrecía una sola carrera que conducía a un Bachillerato en Ingeniería Forestal y una Licenciatura en Ciencias Forestales, con algunos de los énfasis como Producción y Manejo Forestal, Manejo de Áreas Silvestres y Manejo de Ciencias. Producción era el énfasis más requerido por los estudiantes de aquellos años. A pesar de ello, cuando se analiza el Plan de Estudios de la Carrera en Ciencias Forestales como era en sus inicios, se identifican cursos como Manejo de Fauna Silvestre, Manejo de Cuencas Hidrográfica, Manejo de Áreas Protegidas y cursos optativos, como Mastozoología y Ornitología. Estos cursos podrían considerarse novedosos en una carrera de Ciencias Forestales y podríamos decir que era "adelantados" para la época, tanto en Costa Rica como en el contexto latinoamericano, porque la mayoría de las escuelas o carreras en los campos de ingeniería y ciencias forestales estaban principalmente orientados a la explotación forestal (tala, industrialización y comercio de la madera) y, en menor medida, a la siembra de árboles (silvicultura). Aun con mucho menos atención se orientaba el manejo y conservación de vida silvestre, de los bosques o de las áreas silvestres protegidas. Sin embargo, a pesar de abarcar estas áreas del conocimiento, la gran mayoría de los primeros graduados fueron en las carreras de Producción y Manejo Forestal.

A pesar de lo anterior, la Edeca fue pionera en presentar una oferta académica a la sociedad costarricense que permitía a los profesionales forestales tener conocimiento más amplio de las ciencias forestales sobre aspectos como manejo de fauna silvestre, administración de áreas protegidas –solo por citar los más relevantes–. Sin embargo, el manejo y conservación de la vida silvestre encontró un campo fértil en la Edeca; por lo tanto, la investigación que comenzó a realizarse en dicha escuela se orientó a abarcar estas áreas de acción de las ciencias forestales. Una de estas áreas de investigación fue el manejo y conservación de

fauna silvestre y fue iniciada por el Laboratorio de Análisis de Fauna Silvestre (Lafasi) creado entre 1975 y 1976. La investigación estuvo dirigida por Chris Vaughan y dos asistentes principales: Javier Monge Meza y Eduardo Carrillo Jiménez. Posteriormente, Lafasi evolucionó al Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe (PRMVS), que formuló la primera maestría de este género en Latinoamérica, la cual evolucionó posteriormente al Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (Icomvis).

En los inicios de labores de investigación del Lafasi, este laboratorio fue pionero en realizar las primeras investigaciones sobre fauna silvestre. No solo realizaban investigaciones desde la perspectiva de la biología clásica, pues este tipo de investigaciones ya las hacían las Escuelas de Biología de Universidad Nacional y de la Universidad de Costa Rica. La diferencia era a partir de una perspectiva de ecología-biología aplicada, a lo que comúnmente se ha denominado "manejo-conservación de vida silvestre".

De forma general, el manejo o conservación de la vida silvestre está entrelazado en una triada a manera de vasos comunicantes. Existe un sector científico que genera la información científica con investigaciones acerca de la fauna silvestre y las interacciones intra-interespecíficas de sus poblaciones. De igual manera, las interacciones que la fauna silvestre con su medio ambiente o hábitat y con el espacio geográfico o paisaje donde ocurre dicha fauna (Bailey, 1984). Esta información generada posteriormente quedará disponible para que pueda usarse en el sector socioeconómico, como los entes gubernamentales que gestionan la vida silvestre, sectores rurales, tomadores de decisiones, entre otros aspectos. Por último, cierra el ciclo el sector que se encarga del manejo, que básicamente debe implementar los mejores resultados y recomendaciones obtenidas en las investigaciones, de manera que se pueda dar respuesta al problema de conservación o manejo. Las medidas de manejo o conservación que se implementen deben ser monitoreadas para determinar su eficacia para resolver algún problema de manejo o conservación (Bailey, 1984; Sinclair y Fryxell, 2006).

La investigación en manejo y conservación de vida silvestre en la UNA se dio a inicios de 1976 y fue uno de los primeros estudios importantes que generó metodologías para evaluar el área potencial de hábitat para especies en vías de extinción. Se

50 años UNA
Siempre necesaria

utilizaron parámetros poblacionales como la densidad relativa, cobertura boscosa y su tasa destrucción, niveles de cacería y la plasticidad las especies silvestres a adaptarse a hábitats modificados. Estos estudios fueron realizados en cooperación con los estudiantes del curso de manejo de fauna silvestre y pobladores locales (Vaughan, 1983) y fueron los primeros estudios de este tipo que los que determinaron el hábitat disponible para muchas especies silvestres.

Otro estudio importante fue el del consumo en las comunidades rurales de proteína proveniente de animales silvestres. Este estudio se realizó mediante encuesta a escala nacional, que permitió conocer –por primera vez y de manera sistemática– las especies de fauna silvestre que eran aprovechadas por los pobladores de las diversas regiones del país. Entre las especies más consumidas, destacaron los venados, saínos, tepezcuintles, guatusas, armadillos y garrobos (Vaughan, 1981).

Otra línea de investigación interesante y poco estudiada en el país fue la evaluación del impacto que tienen algunas especies silvestres sobre los cultivos de los agricultores: lo que en el argot agropecuario se conoce como vertebrados plagas. En Tierra Blanca de Cartago, por ejemplo, se empieza a estudiar la biología y ecología de la taltuza (*Orthogeomys heterodus*), se analiza el tipo de impacto que causaba a algunos productos agrícolas; principalmente tubérculos como papas, yuca y zanahorias. Igualmente, se investigó el impacto de las ardillas (*Sciurus varagatoides*) en plantaciones de cocoteros en la península de Nicoya (Sisk y Vaughan, 1984; Monge, 1986; Hilje y Monge, 1988), las cuales fueron muy productivas en la década siguiente. Esta investigación continuó hasta la actualidad en la Universidad de Costa Rica siempre con la dirección de Javier Monge Meza. Posteriormente, Monge publicó un libro donde resume dos décadas de experiencia sobre los roedores plaga de Centroamérica (Monge, 2009). Asimismo, durante los primeros años del Lafasi, se realizaron los primeros planes de manejo científicos para dos parques nacionales importantes: Parque Nacional Corcovado (Vaughan *et al.*, 1981) y Refugio de Vida Silvestre Palo Verde (Vaughan *et al.*, 1982), que, en su momento, tuvieron un impacto importante en el manejo y administración de los parques nacionales de Costa Rica (Figura 1).

Figura 1
Parque Nacional Palo Verde

Fuente: archivo propio.

Otra línea de investigación interesante en estos años fue la de los zorros pelones (*Didelphis ssp*.), especies cosmopolitas que desde ese tiempo eran una especie muy flexible que se adapta a la vida urbana, pero produce, en algunos casos, prejuicios a la gente porque este tipo de zorros depredaban sus animales domésticos –como las aves de corral– y, en otros casos, porque dañaban la infraestructura de los hogares. Sin embargo, en algunas áreas del país, se consumía la carne de esta especie. Por último, otros estudios de corta duración fueron sobre roedores de la zona alta de Costa Rica, como un esfuerzo por conocer este grupo de mamíferos que, incluso, hoy carece de estudios básicos de historia natural.

El auge de la investigación sobre vida silvestre en el PRMVS-Icomvis

El desarrollo de la investigación sobre fauna silvestre, su conservación y manejo en la Facultad de Ciencia de la Tierra y

el Mar dio un salto cuantitativo después de la creación del PRMVS en 1984, porque abrió paso a la colaboración con organizaciones nacionales e internacionales, tanto para la obtención de recursos financieros para la investigación, como en el campo académico. En este último caso, junto a creación del PRMVS, se estableció la primera Maestría en Manejo de Vida Silvestre de Latinoamérica (Vaughan, s.f.). Los detalles sobre el origen, creación y desarrollo de esta maestría, aún vigente, pueden encontrarse en el documento de la *Serie conmemorativa de los 50 años de la Universidad Nacional.*

La década de los ochenta sirvió para sentar las bases de una investigación orientada a dar soluciones o plantear alternativas a los problemas de conservación de la vida silvestre. En los siguientes reglones, se enumeran las líneas de investigación del Instituto durante esa década. El Proyecto Ecología, Manejo y Restauración del Venado en Costa Rica, que se desarrolló principalmente en la zona de Guanacaste, y tuvo la particularidad de integrar en una investigación las tres áreas que son los aspectos sustantivos del quehacer académico: investigación-docencia-extensión. Esto hace una diferencia con la extensión que se realiza en la mayoría de los proyectos de la UNA que se reduce a entregar los resultados a comunidad donde se realizó el proyecto. En este caso, de forma innovadora, en el Proyecto Venado, la comunidad participó en la colecta de datos científicos. De igual modo, hubo participación de maestros en los cursos de educación ambiental que se llevaron a cabo en las escuelas locales. Además, se trabajó con el sector productivo; por ejemplo, en acciones de restauración de poblaciones de venado en fincas ganadera que en algún momento tenían venados en áreas boscosas de sus fincas, mediante la reintroducción de venados silvestres y criados en cautiverio. Diversos estudios se llevaron a cabo en el marco de este proyecto, estudios básicos (biología, reproducción, dieta, uso de hábitat). En lo que respecta al manejo, el proyecto abordó la cría en cautiverio de cervatillos provenientes de la isla San Lucas en fincas ganaderas de las comunidades de Cóbano y Bebedero; esto con la finalidad de liberarlos en fincas cuyas condiciones de hábitats fueran adecuados. Con la liberación de los cervatillos, a los diez meses de la liberación, se determinó el éxito, tanto de sobrevivencia, como reproductivo, que son dos variables que miden el éxito de la reintroducción de especies silvestres (Calvopiña, 1990; Sáenz, 1992).

De igual manera, el ámbito de la docencia se benefició mucho de este proyecto debido a que muchas de las giras de los cursos de pregrado y posgrado de Escuela de Ciencias Ambientales tuvieron como destino los distintos lugares donde estaba el proyecto, así como las prácticas de cursos, tesis de grado y posgrado. También, el proyecto generó la internacionalización de la docencia y la investigación –acciones que actualmente la UNA está tratando de llevar a cabo nuevamente–. El Proyecto Venado, a través del PRMVS, hizo acuerdos de cooperación con entidades como la Universidad de Montana y el Refugio de Vida Silvestre de Welder, ambos de Estados Unidos de América. Algunos de los investigadores fueron a capacitarse en el Refugio de Welder. Así, investigadores de ambas instituciones vivieron y participaron en el proyecto de manera activa, formando parte de comités de tesis de maestría del Icomvis (PRMVS en ese momento), y escribiendo artículos científicos en coautoría con los investigadores del Icomvis. El proyecto produjo una abundante publicación (artículos de prensa, tesis de grado y posgrado, artículos científicos, videos y libros para niños) que está disponible en distintas plataformas existentes. Sin embargo, una buena síntesis de lo que fue este proyecto en todas sus dimensiones se puede evidenciar en el libro *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica* (Vaughan y Rodríguez, 1994).

Durante esta década también se realizaron pequeños estudios sobre carnívoros, que la década siguiente desarrollara todo su potencial como los estudios de felinos en al Parque Nacional Tapantí, mapaches en el Parque Nacional Manuel Antonio. Esta última investigación tiene el mérito de ser la primera de corte científico del Icomvis, que fundamenta la aprobación de política pública, donde los resultados mostraron que el comportamiento de los mapaches cambiaba ante la presencia del turista. Por tal razón, la administración del parque tomó la decisión, primero de eliminar por completo que las personas acampen dentro de parque (como ocurre hoy en la mayoría de las áreas silvestres del país) y, segundo, que los lunes el parque permanecería cerrado para la visitación: medidas que aún se mantienen después de tres décadas de sugeridas (Carrillo, 1990).

Un proyecto que se inició en esta década y que se prolongó hasta la mitad de década del 2000 fue un estudio de las aves acuáticas y su impacto en el área productiva de arroz en la cuenca baja del río Tempisque. Para este estudio se realizaron alianzas

50 años UNA
Siempre necesaria

con los productores de arroz que se encontraban alrededor del Parque Nacional Palo Verde y la Dirección Nacional de Vida Silvestre (hoy Sinac). Las investigaciones estuvieron orientadas a determinar el tipo y la magnitud del daño causados por consumo del arroz en etapas tempranas del crecimiento del arroz por las aves acuáticas (garzas y patos silvestres), así como el desarrollo de métodos y técnicas para minimizar estos daños.

Uno de los aportes a la conservación que generó este proyecto fue la detención de la matanza de piches (*Drendrocygna autumnalis*) que era un método de control del daño de las fincas arroceras. Para llegar a este punto y que los dueños de los arrozales aceptaran otro método de control que no fuera la eliminación de animales, el proyecto desarrolló una técnica sencilla llamada "fangueo". Mediante esta técnica, con un tractor se aran las tierras de cultivo de arroz. Con esta acción se produce una exposición de invertebrados del suelo, que sirven de alimento a las aves acuáticas y, de esa manera, se reduce de manera significativa la presión que ejercen las aves sobre los cultivos en desarrollo. También se desarrollaron métodos como los "espantapájaros mecánicos", que están basados en cañones de explosión de butano con un sistema de relojería para su funcionamiento.

Dentro del actual Parque Nacional Palo Verde, el proyecto realizó estudios básicos y el manejo, principalmente, para la restauración de la laguna, que es un humedal de importancia mundial para las aves migratorias del continente. Los estudios se centraron en acciones para controlar la tifa (*Tipha dominguea-seis*), una especie introducida, cuya expansión ha ido cerrando los espejos de agua de la laguna y, como consecuencia, redujo el hábitat para las aves. Para realizar esto, se utilizaron tractores con chuchilla que se pasaban durante la época de verano para que se rompieran los rizomas cuando rozaban el suelo. Esta técnica se hace para que, al quedar expuestos, se sequen y mueran; de esa manera, se evita la expansión rápida de la tifa. Junto con esta acción, también el manejo incluía la introducción de ganado para que pisoteara la tifa durante su pastoreo, con la finalidad de matar la mayor cantidad de plantas de tifa. Este proyecto mostró que, muchas veces, para conservar un ecosistema natural es necesario realizar intervenciones humanas directas. Todo esto ha permitido hasta el día de hoy que la laguna de Palo Verde siga albergando las aves migratorias y acuáticas (McCoy, 1995).

En los años noventa, se implementan los proyectos de mediana y larga data. El primero de ellos fue el Proyecto Ecología del Jaguar y Chancho de Monte en el Parque Nacional Corcovado (PNC) que estudiaba las relaciones entre este predador y su presa tope en el contexto del PNC. Esta investigación fue pionera, ya que se usó la radiotelemetría para la obtención de datos de movimientos de ambas especies para ver las relaciones interespecíficas, tanto aspectos biológicos (tamaño de manadas, reproducción, sobrevivencia, genética, entre otras) como ecológicos (uso de hábitat, dieta, movimientos biológicos) (Carrillo, 2000).

El proyecto produjo mucha información: tesis de grado, de posgrado y artículos (incluso, después de veinte años de publicado el primer artículo sobre chanchos de monte, aún lo siguen citando en la literatura científica). Uno de los resultados importantes de esta primera etapa del proyecto fue encontrar que las áreas que usan cada una de las manadas en sus actividades diarias a lo largo del año eran lo suficientemente grandes que algunas de ellas salían del PNC, donde muchas veces son cazadas por los pobladores locales alrededor del refugio. Lo anterior llevó a las autoridades a plantear que dicho parque podría ser insuficiente para conservar la población de este ungulado a largo plazo, y que una acción importante sería la ampliación de los límites de parque o, en su defecto, incrementar medidas de conservación (restricción de la cacería, minería, etcétera) en la Reserva Forestal Golfo Dulce (RFGD) que colinda con el PNC. Otro aspecto importante fue la relación que tienen los jaguares, no solo con la comunidad de sus presas, sino con las poblaciones de tortugas que llegan a desovar en la playa del PNC. Asimismo, permitió conocer la genética de chanchos de monte por primera vez en los trópicos americanos.

50 años UNA
Siempre necesaria

Paralelamente, junto a este proyecto se desarrolló otra importante investigación en los alrededores del PNC, que fue el monitoreo de mamíferos en la RFGD, que estuvo vigente desde 1990 hasta el año 2000. Cada año se registraba la presencia y abundancia de las especies dentro el PNC y RFGD mediante la utilización de métodos sencillos de registros; por ejemplo, las huellas, lo cual permitió a través del tiempo identificar tendencias en las poblaciones de las especies (Carrillo, Wong y Cuarón, 2000). En determinado momento, esto sirvió para que las autoridades del PNC tomaran medidas y fundamentaran que ciertas especies como los chanchos de monte, jaguares y otras especies de mamíferos estaban reduciendo sus poblaciones debido,

principalmente, a la cacería y a la extracción ilegal de oro dentro del PNC. Las autoridades tomaron cartas en el asunto y se incrementó el número de guardaparques en el PNC, en el 2005, para detener estas amenazas, las cuales han regresado en años recientes debido a los recortes presupuestarios de las áreas silvestres protegidas por parte del MINAE y se han agravado porque ahora se suma el narcotráfico en sus costas, que también puede estar teniendo un impacto aún desconocido sobre las poblaciones de fauna silvestre en esa área protegida.

Este proyecto fundacional evolucionó en el 2005 al Programa Jaguar, Felinos y sus Presas Silvestres, en el contexto de la UNA (Figura 3). Este programa articula varios proyectos bajo un mismo paraguas; por ejemplo, investigaciones en el Área de Conservación Guanacaste (ACG), el Área de Conservación Osa (ACOSA), y la Reserva Indígena Nairi-Awairi. Este programa también articuló los tres principios del quehacer académico: investigación, docencia y extensión. En el Icomvis, se convirtió en un modelo y ha sido pionero en buscar alianzas con el sector privado. Así, se logró un acuerdo con la compañía Café Britt mediante el cual la compañía da cierta regalía al Programa Jaguar por la venta de cada bolsa de café que lleva impreso una leyenda que explica la razón del apoyo, e incluía el logo del Icomvis. Además, se establecieron dos tipos de alianzas: 1) con hoteles como Lapa Ríos, Pacuare Lodge y Sensoria, para recibir donaciones de cámaras y equipo necesario para el desarrollo de la investigación, y 2) con organizaciones como Kathy Adams Conservation Fund (KACF) y Consevation Wildcat (Fig. 2).

Figura 2
Jaguar (*Panthera onca*)

Fuente: archivo propio.

Otro proyecto relevante que inició en la década de los noventa fue el Proyecto Ecología y Manejo de la Lapa Roja (*Ara macao*) en el Parque Nacional Carara (PNCA) y en las zonas aledañas. Este proyecto, a pesar de no formar parte de los proyectos oficiales de la UNA, actualmente aún se está ejecutando, aun cuando el funcionario ya se jubiló. Al igual que cuando el Programa Jaguar estuvo en la UNA, también cumplió con la ejecución de los tres componentes importantes del quehacer académico de la UNA (investigación, docencia y extensión). El proyecto investiga tres aspectos importantes de la lapa roja, abundancia poblacional en el Pacífico Central (monitoreo), mediante conteos en ciertas épocas del año, reproducción natural y asistida (nidos artificiales), reproducción y otros como dieta, uso del hábitat y movimientos (Vaughan *et al.*, 2009).

Otro aspecto importante de este proyecto es el involucramiento de las comunidades locales que viven alrededor del PNCA en lugares como Quebrada Ganado y Tárcoles. Esta relación fue importante porque muchos miembros de dichas comunidades saqueaban los nidos para obtener pichones que eran vendidos para mascotas de manera ilegal. Con el acercamiento, los pobladores locales dejaron de saquear nidos, porque se convirtieron en colaboradores del proyecto y se formó una asociación comunal en cuyos objetivos estaba la conservación de la lapa roja y las actividades de restauración de hábitat. A la vez, también accedieron a la actividad turística, sirviendo algunos de guías a turistas que visitaban el PNCA y las zonas aledañas y colaboraban con la colecta de datos biológicos. Este es un proyecto con un gran impacto local, como se mencionó, ejecutado por Chris Vaughan, funcionario ya retirado, pero que aún pensionado sigue coordinando dicho proyecto. Al igual que la mayoría de los proyectos del Icomvis, produjo abundante literatura, tesis de maestrías, doctorados, artículos científicos, literatura y libros para colorear para niños, capacitación a los pobladores de la zona, entre otros.

Del 2000 a la fecha, el Icomvis ejecuta cuatro proyectos importantes. El primero es el estudio de la biodiversidad en paisajes agropecuarios desarrollado entre el 2000-2010, que tuvo dos objetivos: primero, se quería conocer qué tipo de biodiversidad existía en las fincas de producción ganadera que conservaban, al menos, algo de remanentes de bosque. Segundo, cómo potenciar el mantenimiento y conservación de esa biodiversidad, de manera que no afectara la producción agropecuaria y la

biodiversidad. Para lograrlo, se diseñaron siembras de árboles en potreros, mejoramiento de las cercas vivas, cambio de cercas muertas por vivas e implementación de parches de árboles (bosquetes), entre otras actividades. Uno de los alcances importantes que este proyecto se ejecutó en Costa Rica, Colombia y Nicaragua, coordinados académicamente por el CATIE, la Universidad Nacional (Icomvis), la Universidad de Gottingen-Alemania y la Universidad de Gales. En lo que respecta al Icomvis, coordinó todos los estudios de biodiversidad en los tres países mencionados (Sáenz *et al.*, 2007).

Entre los resultados importantes de este proyecto, uno fue que se determinó que estos agropaisajes mantienen una cantidad importante de biodiversidad que, en algunos casos, son semejantes a las que contiene un área silvestre protegida en la misma zona de vida. También se demostró que con modificaciones pequeñas (ej., incremento de cercas vivas, árboles en los potreros) aumenta la biodiversidad en la finca. En Nicaragua, este proyecto tuvo incidencia inmediata en políticas públicas. Una de ellas es que, en la región donde se desarrolló el proyecto y se acataron las recomendaciones, los productores lograron la certificación de su carne de exportación, lo que se tradujo en incremento de ingresos de los productores.

Para el caso de Costa Rica, los resultados ayudaron a implementar mecanismos como un pago de servicios ambientales a fincas que produzcan manteniendo y protegiendo su biodiversidad. Algo muy similar al pago de servicios ambientales que paga Fonafifo por la conservación de bosques. Aunque se han llevado a cabo proyectos piloto utilizando los resultados del proyecto, este tipo de pagos por servicios ambientales de las fincas dedicadas a la producción agropecuaria todavía no tiene rango de ley o decreto de ley como sí lo tiene el PSA por conservar bosques naturales, pero se espera que ocurra en el futuro no lejano. Un buen resumen de las investigaciones sobre este tema es el libro *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*, publicado por Harvey y Sáenz (2008) como varios trabajos de este proyecto.

Considerando la información generada sobre mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Corcovado, además del impacto que la actividad humana estaba generando sobre las poblaciones de estas especies, en el 2008 se realizó un sondeo sobre el conocimiento de los pobladores de la península de Osa

referente a la importancia de la fauna silvestre y el impacto de la actividad humana sobre estas poblaciones. Esta investigación estableció que existía poco conocimiento sobre la importancia de este recurso en la región, razón por la cual, durante el 2008 al 2010 se implementó un proyecto de educación ambiental que generó un proceso de capacitación sobre la importancia de la fauna silvestre de la península de Osa, así como las amenazas que tenía. Esta capacitación incluyó a docentes de primaria y secundaria que laboraban en centros educativos de la península de Osa; también, a guardaparques que desarrollaban actividades de educación ambiental y concientización en la zona. Además, con la participación de los docentes se produjo una guía de actividades educativas que ellos podían utilizar para enseñarles a sus alumnos diferentes temas relacionados con la fauna silvestre de la zona y sobre las amenazas a las que eran sometidas.

En el caso de los guardaparques, con ellos se elaboraron, en forma participativa, tres rotafolios que explicaban el porqué de la riqueza en biodiversidad de la península de Osa, la importancia de la fauna silvestre como atractivo turístico y las amenazas antropogénicas que tenía la fauna silvestre (Hernández, *et al.*, 2011). El proyecto fue realizado con la participación de la Universidad Nacional (Icomvis y la Escuela de Ciencias Ambientales), la Universidad Estatal a Distancia (UNED) y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Por último, un proyecto un poco diferente a lo que se realizaba tradicionalmente en las disciplinas de la biología de la conservación y el manejo vida silvestre es el Proyecto Impacto de las Carreteras sobre la Fauna Silvestre. Este es un proyecto que terminó en el 2021 y se espera abrir la cuarta etapa en el 2023, para evaluar las medidas de mitigación que se instalaron en el 2021. Durante los últimos quince años, este proyecto ha estado evaluando las especies y el número de animales que son atropellados en la carretera que cruza el Área de Conservación Guanacaste (ACG), la cual fue declarada por la Unesco como Patrimonio Natural de la Humanidad, y que está dentro del plan de construcción y adecuación de carreteras por el MOPT. Esta trama de la carretera interamericana será sujeta en futuro próximo a una ampliación a cuatro carriles, razón por la cual, con el apoyo de la administración de ACG, se produjo un estudio de este tipo, para saber lo que ocurre en la actualidad en la carretera y predecir un poco lo que pasaría cuando se construyan los cuatro carriles.

50 años UNA
Siempre necesaria

El primer objetivo de la investigación fue saber cuáles especies están muriendo por atropellamiento en esta carretera; segundo, determinar la cantidad de individuos de cada una de las especies que mueren en dicha carretera, tercero, entender las causas de por qué mueren los animales en determinados puntos de la carretera, ya que existen segmentos de la carretera donde mueren más individuos que en otros, y valorar si estos sitios tienen alguna característica en especial; por ejemplo, trazado de la carretera (recta curva o combinación de ambas), entorno de la carretera (tipo de vegetación, cercanías a quebradas, fincas del pueblo, entre otras). Actualmente, en esta carretera mueren atropelladas alrededor de 45 especies de vertebrados y desde decenas a miles de individuos por año de especies; principalmente, de anfibios, reptiles, mamíferos y aves (Monge, Sáenz y Langen, 2022). Por último, con toda esta información se plantearán las posibles medidas de mitigación para conservación, algunas de la cuales ya están presentes y solo necesitan adecuación. En este caso, nos referimos a las alcantarillas que atraviesan la carretera por debajo. Estas alcantarillas, según nuestros estudios, son utilizadas por una variedad de especies, desde ratones hasta dantas (Monge y Sáenz, 2022). Lo que estamos sugiriendo es que estas alcantarillas sean readecuadas para que sirvan como verdaderos pasos de fauna para la mayoría de las especies.

Detrás de cámaras

Otra actividad que tiene una relación directa con la investigación que realiza el Icomvis es que el trabajo ha llamado la atención de las cadenas de televisión a escala mundial como BBC, National Geographic, Discovery y NHK. A partir del 1990 hasta la fecha, se han filmado alrededor de unos diez documentales sobre investigaciones y los académicos del Icomvis han sido parte como consultores científicos de dichos documentales. De esta forma, se ha podido proyectar a la UNA y a Icomvis en el ámbito internacional, de igual manera al país, porque son documentales que muestran nuestra biodiversidad. Sin temor a una equivocación, se puede decir que con esto contribuyeron a la llegada de turistas al país.

Los documentales han abordado las vidas de animales o, a veces, de una o dos especies en particular. Por ejemplo, hay documentales de los pizotes y su relación con los monos, también de la relación de la comunidad de animales de una playa de desove de tortugas en el ACG, la relación de jaguares y chanchos en PNC, la historia de las especies de monos en el bosque, los jaguares y la depredación de tortugas en PNSR, entre otros.

Desafíos y retos futuros para la investigación en el Icomvis

Este es un resumen de las actividades de investigación que ha realizado el Icomvis, a lo largo de casi sus cuarenta años de existencia. Primero, como un Programa Regional (PRMVS) y, a partir del 2005, como un instituto que refleja la variedad de las investigaciones y también las contribuciones hechas a la UNA y a la sociedad nacional, tanto en información científica, como con propuestas y soluciones que se brindan a los tomadores de decisión para que, en conjunto, se puedan resolver problemas que aquejan a la vida silvestre y su entorno. Sin embargo, la mayoría de los proyectos de investigación señalados tuvieron una duración con un promedio de diez años (algunos menos) de existencia. Solo tres proyectos han sobrepasado la barrera de los veinte años y son excepciones a la regla: Programa Jaguar, Programa Aves Acuáticas y Programa Lapa Roja, mencionados en este capítulo.

Lo anterior tiene una explicación que está vinculada con las normativas de la UNA: no se permite que un proyecto con un tema específico tenga una duración más allá de 3-5 años. Después de ese período, el académico debe formular otro proyecto de investigación, de forma que la experiencia acumulada en esos años se pierde. A nuestro juicio, los proyectos y sus temas de investigación deben perdurar en el tiempo que el académico juzgue conveniente basado en su experiencia. Esto se conoce normalmente como una línea de investigación y debe ser de mediano a largo plazo. La ventaja de tener proyectos o líneas de investigación de largo plazo es que permite que las conclusiones sean más sólidas y contundentes y, de esa manera, la institución o el sector social que hace uso de esos datos o información generada permite una toma de decisión mucho más acertada.

Otro obstáculo que enfrenta la investigación de esta naturaleza en la UNA es que los recursos que se asignan son bajos, y en algunos casos ausentes, solo con el compromiso en el tiempo laboral del académico. Pero, por otro lado, las normas y directrices que rigen en la actualidad la UNA hacen casi imposible la obtención de fondos externos, por la maraña de procedimientos; por tal razón, muchos académicos simplemente desisten de aplicar a estos fondos. Otro obstáculo es la reducida capacidad de personal académico que, en el caso del Icomvis, podemos decir que su número no ha superado los diez académicos en promedio a lo largo de los años. A pesar de ello, consideramos que el Icomvis ha sido exitoso en las investigaciones que ha realizado, y es una de las unidades académicas de la UNA más productivas en cuanto a publicación científica.

En actualidad existen muchos desafíos para la investigación en manejo y conservación de la vida silvestre del país, algunos de larga data y otros emergentes. Como se mencionó antes, el Icomvis –al ser un Instituto de tamaño mediano en términos de investigadores (académicos)– no ha abordado todos los temas que hubiese querido investigar. Esperemos que, en el futuro, con una mayor dotación de investigadores, el Instituto pueda desarrollar investigaciones en áreas muy importantes que, por la falta de ese personal, por ahora dejó de realizarlos. Sin embargo, los desafíos están allí y pensamos que el Icomvis puede desarrollar investigaciones en estas áreas emergentes y hacer un gran aporte. Por lo tanto, hemos considerado cinco temas o áreas prioritarias para la investigación en el Icomvis de aquí hasta el 2050.

El primero se relaciona con el cambio climático global: el Icomvis debe de abrir una línea de investigación sobre cambio climático y biodiversidad. Además de ser un tema prioritario en todas las agendas nacionales del mundo y con mayor fuerza en las dos últimas décadas, es necesario conocer su efecto sobre la fauna silvestre para poder hacer recomendaciones para la toma de decisión en este campo. El cambio climático impacta en los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos, así como en las poblaciones de vida silvestre que habitan estos ecosistemas. También, el impacto se identifica en la agricultura; por ejemplo, con periodos alterados de floración y fructificación debido a los cambios en los patrones de lluvia, vientos, etc. Tampoco el ser humano queda exento de estos impactos, ya que ocurren grandes

inundaciones y sequías en muchas zonas del mundo que afectan a millones de seres humanos.

Con respecto a la fauna silvestre, se ha notado que especies están ampliando o reduciendo su rango de distribución debido a que los bosques donde habitan están cambiando; un ejemplo de esto es la reserva Monteverde, cuya zona de vida es clasificada como bosque nuboso, con una serie de características de temperatura húmeda y precipitaciones propias. Sin embargo, debido a que se está "calentando" la reserva, ya algunas especies de las zonas de bosque de bajura o premontano están empezando a colonizar este tipo de bosque, como es el caso de los tucanes propios de zonas bajas (Aranda *et al.*, 2021). Esta especie, al ser nueva residente, está causando impactos sobre la población de Quetzales (Powell y Bjork 1994, 1995, Solórzano *et al.*, 2003) depredando sus nidos y cuyo impacto aún está por evaluarse.

Otra línea de investigación que debe fortalecer el Icomvis en los próximos años son las interacciones entre la vida silvestre y los seres humanos, a causa del aumento de la urbanización, muchas especies están viendo reducidos sus habitas naturales o productivos (usando cafetales y áreas de cultivo) y, por lo tanto, es ya común el contacto de muchas especies que anteriormente eran difíciles de observar en zonas urbanas (mapaches, pizotes, coyotes, pumas, etc.). Este encuentro humano-fauna silvestre puede tener en algunos casos resultados, tanto para los animales, como para el ser humano, en este último caso puede ocurrir un intercambio de enfermedades que pueden ser peligrosas para ambos organismos, como lo sugiere la hipótesis que ha postulado que el covid-19 fue una transmisión de murciélago a humano.

Por otro lado, al ser Costa Rica eminentemente un país de turismo de naturaleza se está produciendo mucha interacción entre los animales silvestres de las áreas silvestres protegidas y los turistas, donde ya hay reportes de interacciones con lesiones como consecuencia. Pero también estas interacciones se están dando en las ciudades, con consecuencias fatales principalmente para la fauna, en ese sentido, ya el Icomvis ha iniciado investigaciones en este campo que esperamos se consoliden a futuro. Por estas razones, en el futuro cercano, el Icomvis debe abrir un área de investigación sobre estos temas, que bien podría ser Ecología Urbana, disciplina que ya cuenta con todo el marco teórico (Parris, 2016).

La siguiente línea de investigación que debe desarrollar el Icomvis es el impacto que tienen las infraestructuras humanas sobre la fauna silvestre. Así, por ejemplo, las carreteras autopistas, líneas férreas, tendidos eléctricos, parque eólicos y fotovoltaicos y toda infraestructura lineal tienen impactos sobre la fauna silvestre en los sitios donde está ubicada. El Icomvis, como ya se mencionó, inició investigaciones sobre el impacto de carreteras sobre la fauna silvestre desde hace 15 años y se espera continuar con esa línea de investigación, este impacto para algunos investigadores puede sobrepasar, incluso la pérdida de individuos por cacería (Monge, *et al.* 2022, Monge, 2018).

Pero existen otras infraestructuras que también causan impactos, uno de ellos son los tendidos eléctricos que atraviesan pueblos en zona rurales y urbanas, en este caso, al fragmentar el hábitat para establecer los tendidos eléctricos, las especies principalmente arborícolas se ven obligadas a usar estos tendidos para pasar de un lado a otro. Los reportes de animales electrificados van en aumento y se está convirtiendo en un serio problema de conservación y también de índole económica, porque cuando un animal muere electrocutado, ocurren dos cosas: el sistema eléctrico colapsa, los clientes no tienen electricidad y la compañía gasta sumas importantes de dinero en restablecer la conexión, y segundo, la especie silvestre muere, y se desconoce el impacto que produce estos eventos en toda la población (Díaz, 2014).

Otra infraestructura que debe ser objeto de estudio son los parques eólicos, muchas veces considerados como productores de energía verde (De Luca *et al.* 2009). Sin embargo, producen impactos desde su construcción (pérdida de hábitat, instalación de carreteras) y durante su funcionamiento, donde produce la muerte por colisión, principalmente de aves y murciélagos. Millones de aves y murciélagos en los parques eólicos alrededor del mundo y Costa Rica no es la excepción. Sin embargo, no hay investigación al respecto, sino datos de las compañías que gestionan estos parques en Costa Rica.

La creciente edificación en algunas ciudades, sobre todo del Área Metropolitana (GAM), con la construcción de edificios de gran altura y muchos de ellos con grandes ventanales, lo cuales producen colisión y muchas veces la muerte o invalidez de las aves. De este tipo de edificios se ha aumentado su construcción, especialmente en la GAM; sin ir demasiado lejos, en el edificio de la Vicerrectoría de Investigación de la UNA, este problema ya está

ocurriendo, se están encontrando aves muertas a la par de los edificios principales cuyas paredes externas son totalmente de vidrio, y se debe investigar la manera de minimizar estos impactos (Menacho, 2015). Otra infraestructura de reciente aparición son los parques fotovoltaicos (energía solar). Aunque en apariencia no causan ningún impacto, existen pocos estudios que muestran los impactos sobre cierto tipo de biodiversidad, principalmente invertebrados, producidos por el incremento de la temperatura dentro del parque (parte superior de los paneles solares), como aéreas aledaños, con lo cual se produce en algunos casos la muerte de este tipo de fauna por "sofocamiento", también se han reportado aves muertas, algunos sugieren que las aves confunden los paneles solares con espejos de agua o pequeños lagos y al intentar zambullirse se lesionan o mueren por impacto (Domínguez, 2020, Andrés-Abellán, a2021).

La última línea de investigación en la que el Icomvis puede hacer un aporte importante son investigaciones sobre patógenos (virus, bacterias, ecto y endo parásitos, etc.), en ecosistemas naturales y de las que muchas de las especies de fauna silvestre son portadoras, pero son investigaciones que se deberán realizar en asocio con las Escuelas de Veterinaria o Biología, lo anterior debido al brote del SARS-Cov-2 (covid-19) que tiene en emergencia sanitaria al mundo. Para muchos autores, la aparición de pandemias está relacionada con el deterioro de los ecosistemas naturales, producto de la acción negativa del ser humano sobre los sistemas naturales (Valladares, 2020). Las enfermedades infecciosas emergentes son causadas con frecuencia por patógenos que se originan en huéspedes animales; por ejemplo, las aves silvestres (riqueza de paseriformes) son los principales reservorios del virus del Nilo y está correlacionada significativamente de forma negativa con las tasas de infección, lo que sugiere que la diversidad de especies no paseriformes puede desempeñar un papel importante en la disminución de las tasas de contagio del virus del Nilo en los mosquitos, minimizando el riesgo de enfermedades humanas (Ezenwa *et al.* 2006).

Cuando la diversidad declina debido a una reducción de las poblaciones de los huéspedes, disminuye también la probabilidad de resistencia a los patógenos y, en consecuencia, crece el nivel a la exposición humana (De Pablo, 2020). La hipótesis del *efecto de dilución* plantea que, cuando la diversidad declina debido a una reducción de las poblaciones de los huéspedes

50 años UNA Siempre necesaria

(fauna silvestre), producto de la alteración de los ecosistemas naturales (deforestación, fragmentación, simplificación del hábitat, cacería, pérdida de biodiversidad y contaminación), por consiguiente disminuye también la probabilidad de resistencia a los patógenos, por lo tanto, aumenta el nivel de probabilidad de exposición humana a patógenos, mediante un mecanismo llamado "desbordamiento o derrame", que es el término que se aplica al momento en que cierta forma de virus o de microbios que provocan enfermedades pasa de su portador no humano a su primer portador humano, llamado paciente 0 (Keesing, Holt y Ostfeld, 2006, Johnson y Thieltges, 2010, Quammen, 2013, Gómez-Durán, 2020).

El Icomvis, en su larga trayectoria de investigación sobre vida silvestre, analizando aspectos de ecología, biología, manejo, conservación, manejo de hábitat, paisajes naturales, paisajes antropizados y su relación con el ser humano (a veces de beneficios, otras veces de antagonismo), ha sido bastante prolijo y ha hecho contribuciones importantes al conocimiento y conservación de nuestra fauna silvestre. Este conocimiento ha sido transferido a los distintos actores del sector gubernamental con la idea de que ayuden a una mejor toma de decisiones. De igual manera, los estudiantes de maestría del Icomvis se han beneficiado de los conocimientos adquiridos en estas investigaciones. Además, este conocimiento adquirido se ha traducido en cientos de publicaciones en revistas científicas de alto impacto en el área de ciencias naturales, razón por la cual el Icomvis es una de las unidades académicas de mayor producción científica de la UNA. Sin embargo, queda mucho por hacer y confiamos que el Icomvis tomará los desafíos aquí planteados para seguir siendo, durante las siguientes décadas, un referente sobre investigación de vida silvestre en Latinoamérica.

Bibliografía

Aranda, A., Esteves J., Flores, M. F. M., Osorto, M. C. Pérez-Guevara, E., Perucca, E., Rosero, G. y Vides-Hernández (2021). *Características del hábitat, actividades turísticas y su relación con la presencia del quetzal resplandeciente (Pharomachrus mocinno) en la Reserva Biológica Bosque Nuboso Monteverde, Costa Rica* [Informe técnico]. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (Icomvis).

Andrés-Abellán, M. F., García, F. López, E., Rubio, M., Picazo, F. y García, E. (2021). *Manjabacas. Impactos ambientales asociados a la construcción de plantas solares fotovoltaicas en La Mancha.* Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM), Instituto de Investigación en Energías Renovables (IER), Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).

Calvopiña, J. (1990). Reintroducción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Cóbano, Puntarenas, Costa Rica [Tesis de Maestría Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (Icomvis)]. Universidad Nacional.

Carrillo, E. (2000). *Ecology and conservation of white-lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park, Costa Rica* [Ph.D. thesis, University of Massachusetts, USA].

Carrillo, E., Wong, G. & A.D. Cuarón. (2000). Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology, 14,* 1580-1591.

De Pablo, C. (2020). La biodiversidad, el escudo necesario para evitar futuros COVID-19. *El Ágora Diario*. https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/biodiversidad/biodiversidad-coronavirus-enfermedades-patogenos-dilucion-amortiguamiento-naturaleza/

Díaz, N. (2014). *Impacto de la infraestructura eléctrica sobre la fauna silvestre de la Península de Nicoya, Costa Rica* [Tesis de Maestría, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional].

Domínguez del Valle, J. (2020). *Otra renovable con gestión ambiental específica* https://www.comunidadism.es/los-impactos-de-la-energia-solar-sobre-la-biodiversidad/

Ezenwa, V., M. Godsey, M., King, R. y Guptill, S. C. (2006). Avian diversity and West Nile virus: testing associations between biodiversity and infectious disease risk. *Proc. R. Soc. B 273* (1582), 109-117. doi:10.1098/rspb.2005.3284

Gómez-Durán, T. (2020). ¿Por qué la deforestación y la pérdida de especies abren la puerta a nuevas enfermedades? doi:10.1101/2020.02.07.937862

Honty, G. (2014). Energía en Sudamérica: una interconexión que no integra. *Nueva Sociedad* 204. http://energiasur.com/wp-content/uploads/2014/09/HontyEnergiaAmericaSurInterconexiones.pdf

Harvey y Sáenz (2008). *Evaluación y conservación de Biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Editorial INBio.

Hernández, L., Wong, G. Mena, Y. y Arguedas, S. (2011). Educación ambiental como estrategia para la conservación de la fauna silvestre de la península de Osa. *Biocenosis 24*(1-2), 54-60.

Hilje, L. y Monge, J. (1988). Lista preliminar y consideraciones generales acerca de los animales vertebrados plaga en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (CATIE)*, (10), 39-45.

Johnson, P.T. & D. W. Thieltges (2010). Diversity, decoys, and the dilution effect: how ecological communities affect disease risk. *The Journal of Experimental Biology, 213*(6)*,* 961-970. doi:10.1242/jeb.037721

Keesing, F., Holt, R. D. & Ostfeld R. S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters, 9*(4), 485-498 Doi: 10.1111/j.1461-0248.2006. 00885.x

Mae-Wan, H., Peter, B., Peter, S., Bravo, E. y Rhea, G. (2006). La crisis energética y una mala solución. WRM. https://www.wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin/la-crisis-energetica-y-una-mala-solucion

McCoy, M., Solera, E., Avella, G. & Rodríguez, J. (1995). Irrigated rice cultivation and waterfowl: Methods to reduce the conflict. In J. Bissonette & P. Krausman (Eds.), *Integrating people and wildlife for a sustainable future* (pp. 390-393). The Wildlife Society.

Menacho, R. (2015). Colisión de aves contra ventanas en Costa Rica: conociendo el problema a partir de datos de museos, ciencia ciudadana y el aporte de biólogos. *Zeledonia, 19*(1), 10-21. http://www.zeledonia.com/uploads/7/0/1/0/70104897/19-1-005-menacho-odio.pdf

Monge, J. y Hilje, L. (2006). Hábitos alimenticios de la ardilla *Sciurus variegatoides* (Rodentia: Sciuridae) en la península de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical, 54*(2), 681-686.

Monge, J. (1986). Situación del impacto y control de la taltuza en Tierra Blanca de Cartago. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica y Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical. *VII Congreso Agronómico Nacional y XXXIII Congreso de Horticultura ASHS Región Tropical*, 243-244.

Monge, J. (2009). *Roedores plaga de América Central.* Editorial UCR.

Monge, M. (2018). *Herpetofauna atropellada en la Carretera Interamericana Norte, Guanacaste, Costa Rica: Influencia de los atributos del paisaje en las muertes y medidas para su mitigación* [Tesis de maestría, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (Icomvis), Universidad Nacional].

Monge, M., Langen. T. y Sáenz, J. (2022). Seasonal High Road Mortality of *Incilius luetkenii* (Anura: Bufonidae) Along the Pan-American Highway Crossing the Guanacaste Conservation Area, Costa Rica. *Herpetological Conservation and Biology, 17*(1),14-21.

Monge, M. y Sáenz, J. (2022). Drainage culverts as a measure to avoid mammal roadkills in Costa Rica: the case of Dasyprocta punctata. *Theyra, 3*(2), 66-69. doi:10.12933/therya_notes-22-72

Powell, G. V., y Bjork, R. D. (1994). Implications of altitudinal migration for conservation strategies to protect tropical biodiversity: a case study of the Resplendent Quetzal *Pharomacrus mocinno* at Monteverde, Costa Rica. *Bird Conservation International, 4*(2-3), 161-174.

Parris, K.M. (2016). *Ecology of Urban Environments*. Wiey-Blackwell.

Powell, G.V. y Bjork, R. (1995). Implicaciones de la migración intratropical en el diseño de reservas: un estudio de caso con *Pharomachrus mocinno. Biología de la conservación*, *9*, 354-362. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.9020354.x

Quammen. D. (2013). *Spillover: Animal Infections and the Next Human Pandemic*. Vintage.

50 años UNA Siempre necesaria

Sáenz, J. (1990). *Ecología de dos grupos de venados reintroducidos en un nuevo hábitat* [Tesis de licenciatura, Escuela de Ciencias Ambientales (Edeca), Universidad Nacional, Costa Rica].

Sáenz, J., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D. y Pérez, M. (2007). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45, 37-48.

Sinclair, A., Fryxell J.M. y Caughley, G. (2006). *Wildlife Ecology and Management*. Wiley-Blackwell.

Sisk, T., y Vaughan, C. (1984). Notes on some aspects of the national history of the giant pocket gopher (*Orthogeomys merriam*). *Brenesia*, *22*, 233-247.

Sistema para la Internalización de la Educación Superior Centroamericana (Siesca) (2022). https://siesca.uned.ac.cr/una-universidad-nacional-de-costa-rica

Solórzano, S., Castillo-S., M. A., Navarrete-Gutiérrez, D. A. y Oyama, K. (2003). Impacts of the loss of Neotropical highland forests on the species distribution: a case study using resplendent quetzal an endangered bird species. *Biological Conservation, 114*(3), 341-349.

Still, C. J., Foster, P. N., y Schneider, S. H. (1999). Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature, 398*(6728), 608-610.

Vaughan, C. 1981. *Parque Nacional Corcovado: Plan de Manejo y Desarrollo.* EUNA.

Vaughan, C., Canessa, G., McCoy, M., Rodríguez R., M. A., Bravo, J., Sánchez, J., Morales, R., Hawkins, T., Crozier, E., Shaffer, D., Rodríguez, M. y Hodgson, F. (1982). *Refugio de Fauna Silvestre Dr. Rafael Lucas Rodríguez Caballero: Plan de Manejo y Desarrollo.* EUNA.

Vaughan, C. (1983). *A report on dense forest habitat for endangered species in Costa Rica.* UNA, Departamento de Publicaciones EUNA.

Vaughan, C. (1981). *Consumo de carne de monte en Costa Rica.* Universidad Nacional, Edeca [documento institucional]. UNA, Departamento de Publicaciones.

Vaughan, C., Bremer, M. & Dear, F. (2009). Scarlet Macaw (*Ara macao*) (Psittaciformes: Psittacidae) Parental nest visitation in Costa Rica: Implications for research and conservation. *Revista de Biología Tropical, 57*(1-*2),* 395-400.

Vaughan, C. (s.f.). Primer Posgrado en Manejo de Vida Silvestre de América Latina: gestión y evolución hasta 1997. [Documento institucional]. UNA, Departamento de Publicaciones.

50 años UNA
Siempre necesaria

La investigación como acción sustantiva en el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor-UNA)

Ana Isabel Barquero Elizondo[1]

Por las condiciones de sus suelos, orografía y clima, Costa Rica es un país de aptitud eminentemente forestal; sin embargo, durante sus primeros 160 años de vida independiente, sus habitantes se dedicaron a eliminar su cobertura forestal, la cual era considerada un tropiezo para actividades como la agricultura y la ganadería. Factores coyunturales favorecieron esa visión, que llegó a convertirnos en una de las naciones con las mayores tasas de deforestación del mundo por ahí de la década de los setenta. La destrucción de los bosques y su explotación –en vez de aprovechamiento– y la imperiosa necesidad de contar con un ente académico con capacidad de realizar investigación y extensión para incidir en la adecuada gestión de los recursos forestales, movieron a algunos de los

1 Académica de Inisefor. Correo electrónico: ana.barquero.elizondo@una.cr

primeros profesionales forestales graduados de la UNA a fundar el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor). En 1992, después de una ardua y minuciosa tarea de formulación y negociación, el Inisefor se convierte en unidad académica, y es el segundo instituto de los cinco adscritos a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar en adquirir ese rango. Fue en la Escuela de Ciencias Ambientales donde se gestó el Inisefor (Romero, 1997) como resultado de la visión y esfuerzo de varias personas académicas, lideradas por la ingeniera forestal Dora Rodríguez Álvarez.

Han pasado treinta años desde la creación del Instituto y algunas de las problemáticas que inspiraron su creación aún existen. Aun así, el aporte del Inisefor al desarrollo forestal del país ha sido importante. Lógicamente, hoy día se enfrenta a grandes retos; por ejemplo, los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y la sociedad en general, la globalización que coloca en el mercado productos forestales de otras latitudes con los cuales los productores nacionales difícilmente pueden competir, el abandono al sector agroforestal en general, por parte de los últimos gobiernos. Corresponde al Inisefor adaptarse a los nuevos tiempos, afrontar los retos que plantea el mundo actual, sin dejar de lado la filosofía con la cual fue creado, de lograr un mejor uso de los recursos forestales, acuerpado en los principios que por el año 1973 forjaron la UNA como respuesta a las necesidades de las mayorías, contribuyendo a profundizar la democracia, la paz y la justicia social de nuestro país.

El entorno forestal costarricense a finales de los ochenta e inicios de los noventa

Costa Rica cuenta en la actualidad con una cobertura boscosa cercana al 53% de su territorio. En los años en que se gestaba el Instituto –finales de la década de los ochenta–, la situación era muy diferente, pues el país perdía aproximadamente 10 000 ha de cobertura boscosa por año (Sierra, Cambronero y Vega, 2016). A ese fenómeno de pérdida de bosque se le ha denominado el *striptease* de Costa Rica, y la lucha por revertir esa situación ha colocado a Costa Rica a la cabeza de los países con mayor porcentaje de cobertura de bosques y uno de los pocos en el mundo que han logrado cambiar esa dinámica.

A la preocupación por la acelerada pérdida de bosques se sumaba el interés por un problema generalizado y era la escasa tecnificación del aprovechamiento y la industria forestal, con una preferencia casi exclusiva por trozas de grandes diámetros, procedentes del bosque natural. A su vez, se visualizó la problemática de los altos porcentajes de pérdida de madera o desperdicio, tanto en las fases de campo, como en las etapas de aserrío e industrialización. Otro aspecto que impulsó a las personas académicas que gestaron el Inisefor, fue el hecho de que un 64 % de los suelos de Costa Rica es de aptitud forestal; razón por la cual, se planteaba el reto de recuperar terrenos que habían sido deforestados y estaban siendo sobreutilizados, con el consecuente impacto en la pérdida de biodiversidad, belleza escénica, productividad y un aumento desmedido de la erosión. La desaparición a causa de la sobreexplotación de las especies más valiosas, la disminución en la oferta de madera en general y la poca calidad de la madera y de sus productos derivados, así como la incipiente reforestación con especies nativas o exóticas de alto valor comercial, fueron motivaciones adicionales para los proponentes del proyecto.

La fundación del Inisefor

El 23 de julio de 1992 se establece el Inisefor, como una unidad académica adscrita a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, lo cual fue la culminación de varios años de trabajo por parte de un grupo de académicos pertenecientes en ese momento a la Escuela de Ciencias Ambientales (Edeca), liderados por la máster Dora Rodríguez Álvarez, quien fungió como su directora durante los ocho primeros años, desde la creación del Instituto, hasta el año 2000.

En sus inicios, el Inisefor ocupó un espacio físico en la Escuela de Ciencias Ambientales; posteriormente, la UNA alquiló un local en el edificio Cibeles y, finalmente, mediante un empréstito del BID, se construyó el edificio en Getsemaní de San Rafael de Heredia y se adquirieron los equipos de laboratorio, cómputo, aprovechamiento forestal, maquinaria, vehículos de transporte y de faenas forestales, mobiliario y materiales diversos. Con la creación del Inisefor, el compromiso de la Universidad Nacional fue aportar 13,25 tiempos de personal académico y cuatro tiempos de personal administrativo (Universidad Nacional. Vicerrectoría de Investigación. Oficina de Programación, 1998).

El compromiso de la Universidad Nacional

El documento de creación del Inisefor (Universidad Nacional. Vicerrectoría de Investigación. Oficina de Programación, 1998) plantea el compromiso de la Universidad Nacional de generar conocimiento teórico y científico para el sector forestal.

El Inisefor se creó con una dedicación completa de su personal académico a la actividad sustantiva de la investigación, el cual se abocó de inmediato al desarrollo de propuestas relacionadas con suelos forestales, industrialización de la madera, biotecnología forestal, silvicultura y ecología de bosques y plantaciones, entre otros temas. Varios estudiantes se incorporaron como asistentes, algunos de los cuales se mantienen hoy día como parte de su personal.

La facilidad de contar con vehículos todo terreno para el acceso a las fincas, espacios de vivero para la realización de ensayos y para la producción tecnificada de plántulas, laboratorios con tecnología de punta para la época, así como jornadas dedicadas a la investigación fueron ventajas comparativas que el Inisefor supo aprovechar para la incursión en temas como uso de sustratos orgánicos en viveros, uso de enmiendas en plantaciones forestales, reproducción *in vitro* de especies amenazadas o en vías de extinción y de especies de importancia comercial en plantaciones forestales, uso potencial de productos de raleo de las principales especies utilizadas en la reforestación, rendimiento del aserrío de diámetros menores, ecología y silvicultura de bosques, entre otros.

Los resultados de esas investigaciones muy pronto se dieron a conocer a través de talleres con productores, congresos nacionales e internacionales, encuentros con personeros de la administración forestal del Estado, publicaciones en revistas nacionales e internacionales. La participación en comisiones y redes favoreció el intercambio y la generación de conocimientos para incidir en el desarrollo forestal del país.

Principales aportes

Desde julio de 1992, el Inisefor ha desarrollado investigación básica y aplicada en temáticas relacionadas con el campo forestal, que han evolucionado y se han ajustado a la realidad cambiante

del contexto. Los aportes más importantes se centran en la promoción del cultivo eficiente de madera, y ponen a disposición de los productores material clonal de las especies comerciales más importantes plantadas en el país como teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) (Figuras 1 y 2).

Figuras 1 y 2
Jardín clonal y reproducción de clones de melina (*Gmelina arborea*) en el vivero del Inisefor en La Palma de Osa

Fuente: archivo propio.

Un componente importante del quehacer del personal académico del Inisefor, en los últimos años, ha sido la investigación en productos no maderables del bosque, así como la promoción de los sistemas agroforestales, como una alternativa beneficiosa para el ambiente y las familias. Se ha dado impulso al cultivo orgánico de vainilla (*Vanilla* spp.) y se gestó la creación de Aprovainilla como organización legalmente establecida, que aglutina a los productores de vainilla de pequeña escala del país.

Otra línea de gran importancia ha sido el análisis de los ecosistemas terrestres a partir de la adquisición y el procesamiento de información de sensores remotos, la cual busca proporcionar una base científica dirigida a su sostenibilidad y resiliencia. En esta área se trabaja en conjunto con el Sinac-Minae, con universidades nacionales y de otras latitudes, instituciones y ministerios de Costa Rica. El interés se centra en aplicaciones de sensoramiento remoto al monitoreo del bosque, con particular interés en la dinámica del paisaje, uso del suelo y de la cubierta vegetal. Este es un tema científico interdisciplinario, que incluye la realización de inventarios o muestreos para evaluar los cambios en los bosques desde el espacio. Con esa base, se generan modelos donde se simulan los procesos en los ecosistemas, y se evalúan así las consecuencias de cambios observados y pronosticados.

El Inisefor cuenta con una red de parcelas permanentes distribuidas por todo el país, que ha sido insumo para el establecimiento de políticas públicas nacionales en temas como principios, criterios e indicadores para planes de manejo del bosque, definición del Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR). En el Inisefor se elaboró un protocolo de aplicación nacional para el establecimiento y medición de Parcelas Permanentes de Muestreo en Bosque Natural (PPM).

En el tema de bosques, el esfuerzo interdisciplinario de los últimos años, junto con otros institutos y escuelas de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar y en asocio con el Sinac, ha permitido monitorear estrechos nexos entre flora y fauna o entre distintos tipos de vegetación. La visión del bosque ha evolucionado hacia la consideración de sus otros componentes, razón de las alianzas con el CINAT y el Icomvis.

Los aportes del bosque y los árboles en la descarbonización son espacios y temáticas incorporadas en los últimos años. Los inventarios realizados con el auspicio de la Vicerrectoría de Investigación se constituyeron en un componente importante de la recién alcanzada certificación como institución Carbono Neutral, por parte de la Universidad Nacional. La adquisición de novedosos equipos especializados para el análisis tomográfico de los árboles en pie plantea un sinfín de posibilidades de investigación en los escenarios de cambio climático que enfrentamos hoy. El equipo Xylotron para toma de muestras de madera de árboles en pie y en troza ha permitido que el Inisefor sea socio, junto con el ITCR, de una estrategia a escala mundial para la lucha contra la tala ilegal.

Por otro lado, en comunidades indígenas de la región Caribe se ha trabajado en conjunto con el Campus Sarapiquí y la Escuela de Ciencias Agrarias, con miras a la promoción de las fincas integrales, combinando el conocimiento ancestral indígena, basado en el uso y conservación de la naturaleza a través de sus sistemas agroforestales o policultivos, como mecanismo para fortalecer la seguridad alimentaria.

Bancos de germoplasma

En este campo, el Inisefor ha desarrollado un banco que resguarda y permite la reproducción de melina (*Gmelina arborea*) y

teca (*Tectona grandis*), que son las dos especies más importantes en proyectos de reforestación en Costa Rica. También se estableció en el Campus Sarapiquí un banco de germoplasma de vainilla (*Vanilla* spp.), en el cual se resguarda material genético autóctono de esta importante especie propia de nuestros bosques. Se maneja además una colección de clones superiores de caoba (*Swietenia macrophylla*) provenientes de varios países de América Latina, de la cual se obtiene material para el desarrollo de plantaciones de esta especie de alto interés forestal. Este es un proyecto pionero en la región, que tiene como propósito la identificación y clonación de genotipos superiores de caoba, de rápido crecimiento y una excelente forma de fuste que, de manera simultánea, busca desarrollar los métodos silviculturales que permitan que esta valiosa especie pueda ser utilizada en proyectos de reforestación productiva, dada la problemática que presenta con el ataque del barrenador de las Meliáceas.

En este momento se encuentra en proceso de establecimiento, en conjunto con el Campus Sarapiquí, una colección de procedencias de chilillo (*Phyllanthus acuminatus*), especie que ha sido utilizada para el tratamiento del cáncer, por parte del Herbario Juvenal Valerio de la Edeca. Adicionalmente, se investiga en el mejoramiento genético y conservación de germoplasma de dos especies forestales nativas de Costa Rica: cenízaro (*Samanea saman*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), las cuales son ampliamente utilizadas en construcción, artesanía y mueblería, por lo que sus poblaciones podrían estar sufriendo erosión genética. La investigación con ambas especies pasa por temas como la selección de fuentes semilleras, la conservación de germoplasma, la reproducción *in vitro* y la caracterización molecular de las diferentes poblaciones localizadas en el país, que a la vez permitan la creación de las bases de un programa de mejoramiento genético y su propagación clonal, así como la conservación *ex situ* de estas.

En este ámbito se acaba de crear la Red de Laboratorios de Fisiología Vegetal y Mejoramiento Genético, la cual se apoya en el uso de herramientas modernas biotecnológicas, ecofisiológicas y genómicas, para favorecer a los sectores productivos forestal y agrícola costarricense. Esta red une los esfuerzos del Laboratorio de Biotecnología Forestal del Inisefor, el Laboratorio de Ecología y Fisiología de Ecosistemas Tropicales (Lefet) de la Escuela de Ciencias Biológicas y el Laboratorio de Fisiología y

Genómica Funcional (FunGen) de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional.

Asimismo, el mejoramiento genético, la caracterización molecular de especies forestales y la obtención de metabolitos secundarios de productos no maderables del bosque son temas que han ocupado su lugar en el Laboratorio de Biotecnología Forestal. Actualmente, este laboratorio realiza investigación orientada a establecer metodologías de manejo y almacenamiento de polen de especies forestales para ofrecerlas a las empresas, tanto de pequeña como de mediana escala, nacionales e internacionales.

Servicios forestales

En el campo de los servicios, el Laboratorio de Suelos y Foliares cuenta con equipo de avanzada y realiza análisis de suelos y foliares, evaluación de contaminantes en agua y suelos, así como asesorías sobre fertilización en proyectos de reforestación. Desde su creación, ha formado parte de la Red Nacional de Laboratorios de Suelos y Foliares. Su finalidad es generar información y transferir conocimiento para satisfacer las necesidades del sector científico, instituciones públicas y privadas y la comunidad en general, con lo cual contribuye al desarrollo económico de la sociedad en armonía con el ambiente.

Una línea que se ha mantenido a lo largo de estos treinta años es la industrialización de la madera, ya que se brindan servicios de aprovechamiento forestal que involucran desde la corta hasta el aserrío y procesamiento de la madera, gracias a un equipo humano y técnico de vasta experiencia. Parte de los ingresos generados en esta actividad se destina al apoyo de la investigación en otros aspectos del campo forestal, dada la disminución que ha sufrido el presupuesto institucional para estos fines.

50 años UNA
Siempre necesaria

Mecanismos para llegar a los productores

Una de las principales poblaciones meta del Inisefor son los productores de pequeña y mediana escala, campesinas y

campesinos que en las últimas décadas han menoscabado el acceso a programas de apoyo gubernamental, debido a que el sector agropecuario dejó de ser prioridad para los gobiernos que responden a los intereses del mundo globalizado. El Inisefor apoya al productor nacional por medio de la difusión de mejores técnicas de producción, programas de fertilización adecuados a las necesidades de los distintos suelos y cultivos, de materiales genéticos mejorados, así como alternativas productivas innovadoras. En los últimos años, se han elaborado una serie de manuales con información de interés en diversos temas forestales, escritos en lenguaje accesible y con datos específicos sobre técnicas, costos, beneficios y recomendaciones para el cultivo.

Otra estrategia de gran validez para compartir los resultados de las investigaciones ejecutadas es la realización de días de campo, en los cuales se invita a los propietarios de fincas interesados en la reforestación, los sistemas agroforestales, el manejo del bosque, a visitar los sitios en los cuales se realizan los proyectos. De este modo, ellos pueden observar el crecimiento de una determinada especie, los aspectos silviculturales, el manejo, la adaptación. Esta devolución de resultados forma parte de la praxis de extensión de la Universidad Nacional, que busca la inclusión y el bienestar de la población costarricense, a través del diálogo de saberes. Paradójicamente, la pandemia de coronavirus (covid-19) evidenció un mecanismo poco aprovechado con anterioridad y es la realización de eventos virtuales, mediante los cuales es posible llegar a poblaciones con acceso a internet y de ese modo ampliar el alcance de la difusión de los resultados obtenidos.

El Inisefor también comparte el conocimiento generado en las dos áreas cognitivas que lo conforman: manejo integral de bosques naturales y manejo integral de plantaciones forestales y sistemas agroforestales, mediante la publicación de artículos en revistas científicas nacionales e internacionales.

La docencia, que permite transmitir los conocimientos a las futuras generaciones de profesionales, se imparte prioritariamente en la Escuela de Ciencias Ambientales, donde varios de los cursos de la carrera de Ingeniería Forestal están a cargo de personal académico del Inisefor. Se han establecido vínculos docentes con el Centro de Estudios Generales, la Escuela de Arte y Comunicación Visual, la Escuela de Química y la Escuela de Ciencias Geográficas.

¿Cuáles son los retos actuales?

Han transcurrido treinta años desde la creación del Inisefor y muchos de los grandes retos y problemas que se propuso enfrentar y solucionar este Instituto, ya fueron superados. Otros aún persisten y algunos han evolucionado: degradación de los ecosistemas, deforestación, tala ilegal, pérdida de biodiversidad, extinción de especies, incendios forestales, entre otros. En realidad, muchas de estas son problemáticas complejas, que sobrepasan las posibilidades desde una visión disciplinar, por lo tanto, es urgente un enfoque interdisciplinar que permita abordar las temáticas de modo integral en la búsqueda de soluciones desde el corto hasta el largo plazo. Uno de los cambios más significativos ha sido el de la tecnología, el uso de equipos y técnicas especializadas en el campo forestal: drones, imágenes satelitales, telecomunicaciones y equipos para laboratorios. El avance de la genética ha sido abrumador en los últimos decenios y hace posible lo que anteriormente se consideraba ciencia ficción.

El Inisefor asume el reto de trabajar en el marco de la multi, inter y transdisciplinariedad (MIT), a sabiendas de que los problemas complejos solo pueden afrontarse mediante el conocimiento, la visión y la experiencia de profesionales de las diversas ramas del saber. Los ecosistemas boscosos tropicales, la producción agroforestal, el agua como recurso intrínsecamente ligado a los bosques, hoy se encuentran amenazados por fenómenos como sequías, eventos hidrológicos extremos a consecuencia del cambio climático y son temas que el Instituto debe abordar con esa visión MIT.

Uno de los desafíos actuales es hacer que la sociedad costarricense comprenda la importancia del uso de la madera y el efecto que esta acción tiene en la mitigación del cambio climático. Dicho de manera sencilla, los árboles y, por tanto, las plantaciones forestales y los bosques juegan un papel fundamental, pues al realizar la fotosíntesis toman CO^2 de la atmósfera, fijan el carbono y lo almacenan en forma de madera. De ese modo, los bosques se convierten en sumideros o depósitos de carbono, el cual es retenido en la biomasa del bosque, dentro de los troncos, ramas, raíces, follaje y en el carbono orgánico del suelo (Costa Rica. Ministerio de Ambiente, Energía

y Telecomunicaciones, 2011). Esa es la primera parte de la historia; la segunda es que cuando los árboles son jóvenes absorben el carbono rápidamente, mientras que en los bosques maduros la fijación resulta equivalente a la descomposición forestal y el balance de carbono alcanza un estado de equilibrio. En ese momento, el bosque deja de absorber ese gas y se convierte en un gran depósito de carbono. Al caer esos árboles, el carbono se libera y vuelve a la atmósfera; de ahí la importancia de plantar árboles y aprovechar su madera o de realizar planes de aprovechamiento de los bosques aptos para ello, pues de ese modo, los nuevos árboles creciendo significan el reinicio del ciclo.

En un mundo globalizado, donde la tecnología ha tomado el lugar en procesos e investigaciones y en la manera misma en que se divulga el conocimiento, uno de los mayores retos del Inisefor es adaptarse al cambio que significa incorporar nuevas técnicas y tecnologías. Hacerlo de modo que no perdamos la esencia de formar parte de la Universidad Necesaria, esa que según lo indica su Estatuto Orgánico:

> Tiene como misión histórica crear y transmitir conocimiento en favor del bienestar humano, mediante acciones que propician la transformación de la sociedad para llevarla a estadios superiores de convivencia. Honra la libertad, la diversidad, la búsqueda de la verdad y la sustentabilidad natural y cultural, en beneficio del conocimiento, la equidad, la justicia y la dignificación de la condición humana. (Universidad Nacional, 2015)

Conclusiones

El sector forestal es estratégico para la sobrevivencia del ser humano, los ecosistemas forestales se encuentran bajo amenaza, tanto por la sobreexplotación que realiza el ser humano, como por los inminentes impactos del cambio climático. En este contexto, el quehacer del Inisefor y los aportes producto de los más de cuarenta programas, proyectos y actividades académicas que mantiene vigentes, son clave ante los nuevos retos que enfrentamos como sociedad.

Quienes hace treinta años se abocaron a la creación del Inisefor fueron oportunos, pertinentes y visionarios, pues los recursos forestales en Costa Rica son una de sus principales riquezas. Corresponde a las nuevas generaciones académicas continuar esa labor, adaptarse a los cambios, perfilar la acción sustantiva hacia las necesidades de nuestra sociedad. Hoy, su personal académico y administrativo, igualmente comprometido (Figura 3) enfrenta los retos de un sector cada vez más relevante para la sociedad, y continúa ese cometido para cumplir las expectativas de sus fundadores, en aras de una sociedad y un ambiente más justos, equitativos y equilibrados.

Figura 3
Parte del personal del Inisefor en sus instalaciones

Fuente: archivo propio.

Bibliografía

Costa Rica. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2011*). Plan Nacional de Desarrollo Forestal: 2011-2020/ Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones, MINAET*. 1.ª ed. Comunicaciones Milenio.

Romero, R. (1997). Escuela de Ciencias Ambientales + 23. *Ambientico, 52*, 10-14.

Sader, S. A. & Joyce, A. T. (1988). Deforestation Rates and Trends in Costa Rica, 1940 to 1983. *Biotrópica*, *20*(1), 11-19. https://doi.org/10.2307/2388421

Sierra, R., Cambronero, A. y Vega, E. (2016). *Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013*. *Informe final. Preparado para el Gobierno de Costa Rica bajo el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF*). http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/rsierraacambroneroevega_patrones_y_factores_cus.pdf

Universidad Nacional. Vicerrectoría de Investigación. Oficina de Programación (1998). *Instituto de Investigación y Servicios Forestales: Préstamo 544/OC-CR-CONICIT-CONARE-BID*.

Universidad Nacional (Costa Rica). (2015). *Estatuto Orgánico*. Programa de Publicaciones e Impresiones de la Universidad Nacional.

Investigación en calidad del aire y química atmosférica en Costa Rica desde la UNA

Mtr. María del Rosario Alfaro González[1]
Dr. Juan Valdés González[2]
Mtr. José Pablo Sibaja[3]
Dr. Jorge Herrera Murillo[4]

La Universidad Nacional –de forma pionera en el país– ha desarrollado estudios de contaminación del aire y química atmosférica a partir de los esfuerzos ejecutados desde las Escuelas de Ciencias Ambientales y Química. En 1974, inició, en la Casona del centro de Heredia, la Escuela de Ciencias Ambientales (ECA, en un inicio, y después EDECA), que fundamenta su quehacer en los llamados de Estocolmo de 1972, cuyas proclamas y principios inspiraron el nacimiento de esta revolucionaria unidad académica, donde el

1 Jubilada, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, rosarioalfarog@gmail.com
2 Jubilado, Escuela de Química, Universidad Nacional, juanvalde@gmail.com
3 Académico, Escuela de Química, Universidad Nacional, jose.sibaja.brenes@una.ac.cr
4 Académico, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, jorge.herrera.murillo@una.ac.cr

vocablo "ecodesarrollo" es incorporado en sus planes y programas de estudio, extensión e investigación. Para el año 1975, la Escuela de Ciencias Ambientales inicia el desarrollo de los programas docentes con los cursos de biología ambiental y se empiezan a conformar los laboratorios de investigación, los que posteriormente se fortalecieron con el Proyecto BID I y II. Este equipamiento fue la base para desarrollar diferentes proyectos de investigación de la EDECA que tomaron un campo de estudio no desarrollado en el país (Alfaro, 2022).

En 1976, la máster María del Rosario Alfaro plantea la necesidad de estudiar la calidad del aire al observar que había fuertes motivaciones de carácter ético, cultural y científico que justificaban la conservación del ambiente, pero en la mayoría de los casos solo se daba atención a los recursos con una representación económica de fácil cuantificación, y al aire se le daba poca o ninguna importancia, pese a ser un recurso fundamental para la vida. Esta situación motivó a la máster Alfaro a desarrollar gradualmente un programa de estudios de calidad del aire, que con el tiempo se convirtió en PECAire, y bajo el cual se desarrollaron estudios como la lluvia ácida de origen natural y sus efectos en los ecosistemas y la salud humana, evaluación de impacto de la piña, el café, la palma africana, la caña de azúcar, las emisiones industriales, las emisiones vehiculares y la contaminación del aire en espacios cerrados, centros hospitalarios, escuelas, edificios gubernamentales, entre otros (Alfaro, 2022).

De esta forma, entre los años 1977-1990, se desarrolla por primera vez un programa de estudio sobre las precipitaciones de los volcanes Poás, Arenal y Turrialba, con la colaboración de Ana Yansi Aguilar y José Joaquín Rodríguez de PECAire, y de Jorge Barquero, Erick Fernández y Eduardo Malavassi de Ovsicori. Por varios años, estos estudios apoyaron a la Comisión Nacional de Emergencias en la prevención de las zonas de riesgo por la lluvia ácida; principalmente, en poblados como Grecia, Cajón, San Roque, Bajos del Toro Amarillo, sometidos a la actividad del volcán Poás, y en los alrededores del volcán Arenal. Paralelamente, con el apoyo de la International Foundation for Science de Suecia se desarrollaron investigaciones con jaúl (*Alnus acuminata*) para analizar la respuesta de especies forestales a la precipitación ácida de origen natural y, así, poder definir criterios para las zonas de reforestación en áreas de riesgo por emisiones volcánicas. El estudio de la niebla ácida, su distribución según el tipo de emisiones volcánicas, las

50 años UNA
Siempre necesaria

condiciones del clima y sus efectos en los ecosistemas permitieron acompañar a los agricultores de la zona en ciertas decisiones relativas a sus cultivos y defender sus créditos financieros con los bancos, principalmente, los cultivos de fresas. De estas investigaciones se derivaron varias tesis de licenciatura de la Escuela de Ciencias Geográficas de la UNA, así como cantidad de publicaciones, informes técnicos y notas informativas en los medios de comunicación (1977-1990) (ibid.).

Las investigaciones sobre "precipitación ácida" dieron espacio al *Primer estudio sobre los efectos de la contaminación del aire en esculturas y pinturas del Teatro Nacional (1978-1979)* y sus resultados de la investigación permitieron ejercer presión para el cambio de las paradas de buses que generaban mucha contaminación que impactaba el edificio y sus obras e hizo posible que la administración del Teatro recibiera una donación del Gobierno de Italia para sustituir las estatuas originales del exterior y conservarlas en el interior del teatro, y aplicar medidas para proteger la degradación de las pinturas naturales del *foyer*. Asimismo, se logró tener el apoyo del Programa de Vida Silvestre para tratar de controlar el impacto de la actividad de las palomas que pululaban en la tramoya de manera negativa. El estudio del Teatro Nacional permitió abrir el espacio para otros similares, como el del Barrio Amón, donde las autoridades, apoyadas en los datos de PECAire, ordenan el cambio de la ruta de los vehículos que estaban ocasionando un impacto negativo en el patrimonio del lugar arquitectónico.

Al continuar con el apoyo de la IFS de Suecia, entre los años 1986-1987, se estudió la calidad del aire en las vecindades de Fertica-Puntarenas y la información generada permitió que la empresa retomara un plan correctivo de emisiones para evitar afecciones a los trabajadores y reducir el impacto en las vecindades de la empresa con programas de información a la población y de mejoramiento ambiental en la zona residencial.

En 1992-1995, con el apoyo de Cosude-SwissContact se inician las investigaciones de la calidad del aire en la GAM, para evaluar la calidad del combustible, las características del parque vehicular y las pruebas de emisiones vehiculares. En 1993, se colabora con ProEco-INA en la capacitación y desarrollo del programa de control de emisiones vehiculares con la asesoría de Jon Bickel, Ricardo Früth y Jürg. Grütter. El PECAire lidera el Programa de Calidad del Aire a escala de Centroamérica de

SwissContact-COSUDE para fortalecer el control de emisiones vehiculares bajo el Programa de Inspección y Mantenimiento de Vehículos y el monitoreo de las emisiones vehiculares. El Minae otorga un reconocimiento a la coordinación del PECAire por los estudios realizados y por los cambios que estos causaron en materia de calidad el aire, el control de emisiones vehiculares y la eliminación del plomo en combustible. Las investigaciones dieron origen a publicaciones, informes técnicos y periodísticos por varios años. Para los años 1993-1994 se inician los estudios de calidad del aire en espacios cerrados (CAI) en centros hospitalarios de Centroamérica, edificios y restaurantes en zonas no industriales. En este estudio se incorporó –además de los estudios sobre monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2) y compuestos orgánicos volátiles (COV)– el análisis de bacterias y hongos con el apoyo del Dr. Riggioni y la Dra. M. Caballero (Alfaro, 2022).

Con el apoyo de A.H. Miguel de UCLA y el Dr. Vasco Duke del Instituto Especializado de Análisis de Panamá, se logró generar una metodología de medición de la contaminación en espacios cerrados; sin embargo, solo en el ámbito hospitalario en Costa Rica se dieron cambios positivos en lo relacionado con las prácticas de control microbiológico en las salas de recuperación quirúrgica y los puntos de lavado de ropa hospitalaria. Estos estudios han sido la base para cursos de capacitación en el Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica en materia del CAI. Posteriormente, se desarrolló un estudio sobre el ruido y su efecto en los neonatos de dos hospitales del país, que permitieron un cambio de distribución de las camas y equipos de control de las salas. Además, se practicaron mediciones en las escuelas en Río Segundo de Alajuela, que son impactadas por la actividad sónica del aeropuerto Juan Santamaría (Alfaro, 2022; Herrera, 2022).

En 1993, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la Escuela de Química de la Universidad Nacional, asignó un espacio de investigación, desarrollo y vinculación, en el área de química de la atmósfera, espacio en el cual se ubicó el Laboratorio de Química de la Atmósfera, LAQAT-UNA, bajo la dirección del Dr. Juan Valdés González, fundador, quien obtuvo su licenciatura en Química Analítica con especialidad en Química Marina en la Universidad de Panamá, la Maestría en Química, con especialidad en Química Analítica en la Universidad de Costa Rica, una especialización en el Análisis de Residuos de Plaguicidas en la

Universidad de Miami y un doctorado en Química con especialidad en Química de la Atmósfera, bajo la dirección del Dr. Dieter Klockow, director del Instituto de Espectroscopía y Espectroquímica Aplicada (ISAS), Instituto Fraunhofer, en la Universidad de Dortmund, Alemania Federal y tres estancias postdoctorales, una en el Instituto de Balneología y Química del Agua, Universidad de Múnich. La segunda estancia fue en el Instituto Max Planck para Química de la Atmósfera, bajo la dirección del Dr. Paul Crutzen, director del Instituto y Premio Nobel de Química, 1995. La tercera estancia, en el Centro de Investigación de Ciencias Atmosféricas, ASRC, Universidad de Albany, Albany, New York, EE. UU. (Valdés, 2022).

El LAQAT-UNA inició sus actividades en un espacio de aproximadamente 36 m^2. El espacio era utilizado como bodega, para almacenar libros y revistas de química, hasta que la Escuela tuviera el presupuesto adecuado para acondicionar el espacio con los requerimientos necesarios de una biblioteca. Con el dinero generado, la colaboración del Decanato, a través de la Lic. Sandra León, decana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y a la colaboración de la Escuela de Biología y del Departamento de Física, los cuales, al modernizar la infraestructura de sus laboratorios, donaron en el año 1993, al incipiente LAQAT-UNA, mesas de laboratorio instaladas en los edificios que se construyeron con ayuda del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El espacio autorizado fue amueblado con estantes y mesas de madera de pino de alta calidad, que fueron donadas por Muebles Sarchí. Parte de la cristalería y equipo básico de laboratorio fue brindado por la Escuela de Química y parte fue comprado con el dinero proveniente de la vinculación universidad-empresa. El LAQAT tenía teléfonos en el laboratorio y en las oficinas del Dr. Valdés, uno con salida normal y el otro teléfono con salida internacional. La manta para incendios era también compartida. El laboratorio fue aumentando su tamaño físico y adquirió más espacio adyacente para tener más del doble del espacio asignado en donde se instalaron dos cabinas de extracción de gases, cuarto para balanzas analíticas, las cuales fueron donadas (actualmente, la balanza está en operación en el laboratorio) (Sibaja, 2022; Valdés, 2022). Los primeros servicios de vinculación universidad-industria del LAQAT se realizaron, a inicio del año 1993, a Laboratorios Verdan, Zona Franca SARET, Alajuela, analizando el contenido

de sodio y potasio por Espectrometría de Emisión Atómica en muestras de alumbre de sodio y de potasio. Con esta dirección en el LAQAT-UNA, se inició el trabajo con estudiantes asistentes, quienes preparaban disoluciones, realizaban análisis y asistían a giras de muestreo. El primer proyecto que se obtuvo con financiamiento externo fue con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, con mediciones de ozono en aire, como tesis del estudiante Marvin Rodríguez, en conjunto con el Dr. Mike Teller (ibid.). Entre los primeros equipos analíticos que se obtuvieron está un cromatógrafo de iones Shimadzu, equipado con columnas, jeringas, estándares y otros, por medio de un proyecto financiado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD, Deutscher Akademischer Austauschdienst). Además, el DAAD aportó al Dr. Valdés otros equipos por medio del Programa Mochila de Investigación, en el que se incluyeron bombas peristálticas, válvulas de punto crítico, cámaras de mezcla, tuberías de silicona, pipetas automáticas marca Eppendorf, entre otros.

Para los años 1995-1997, el PECAire, la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica y el Ministerio de Salud, Instituto Meteorológico Nacional, la Comisión de Emergencias y la Universidad de Cambridge UK, con el apoyo financiero de la Comunidad Económica Europea, desarrollan un estudio para determinar los efectos de las precipitaciones ácidas en el medio ambiente y la salud. Este fue el primer estudio en el ámbito mundial que analizaba los efectos de las precipitaciones ácidas de origen volcánico en la salud humana. Los resultados de la investigación permitieron a la Comisión de Emergencias establecer líneas de riesgo para la población ante las precipitaciones ácidas de origen volcánico.

En 1995, el PECAire participa en el Proyecto Aire Puro, de ProECO-SwissContact-COSUDE, que tenía las siguientes acciones: capacitación de instructores del sector automotriz en materia de contaminación del aire, mejoramiento de combustibles y el estudio de la calidad del aire de las capitales de Centroamérica. Dentro de este proyecto, se realizó un programa de entrenamiento en el Instituto Federal de Tecnología de Zúrich-Suiza al personal de Programa de Estudios de Calidad del Aire de Centroamérica para homologar los métodos de medición y análisis.

50 años UNA
Siempre necesaria

En 1996, se organiza el Primer Congreso sobre Contaminación del Aire en Países en Vías de Desarrollo, con el apoyo de Swisscontact, el Gobierno de Costa Rica, Fundes, UNA, Swiss Federal Institute of Technology Zúrich, SPX Corporation, el Gobierno de Países Bajos, ProEco, SwissContact, COSUDE. Fue una oportunidad para intercambiar experiencias y opiniones y para transferir información, conocimientos y tecnología entre más de cuarenta países y un número mayor de trescientas personas participantes. Adicionalmente, se estableció un programa de cooperación con Recope para analizar las características del aire en los planteles de almacenamiento de combustible. Esta experiencia permitió desarrollar conversaciones directas con los administradores sobre la necesidad de valorar la calidad del aire en función de la salud ocupacional.

En enero de 1997, el Premio Nobel de Química, el Prof. Dr. Paul Crutzen (q. e. p. d.), exdirector del Instituto Max Planck para Química de la Atmósfera, Maguncia, Alemania, visitó a la Universidad Nacional, específicamente al LAQAT-UNA, como parte de las investigaciones que se estaban realizando entre la Universidad Nacional y el Instituto Max Planck. La invitación se hizo por medio del Dr. Valdés, fue financiada por el DAAD y el Instituto Max Planck, debido a sus estancias postdoctorales en Alemania y por el vínculo con el Instituto. Por su parte, el Instituto Max Planck, para Química de la Atmósfera, recibió a tres profesores de la Universidad Nacional, para que realizaran sus estudios doctorales en la Universidad de Maguncia (Mainz) y desarrollaran sus tesis de grado en el Instituto, bajo la dirección del Prof. Dr. Paul Crutzen. En su visita a Costa Rica, en enero de 1997, el Prof. Dr. Paul Crutzen recibió de la Universidad Nacional el Doctorado Honoris Causa.

Desde los inicios del LAQAT-UNA, el Dr. Valdés González, en conjunto con la Ing. Ana Villalobos Villalobos y el Ing. Andrés Incer Arias y otros funcionarios del Ministerio de Salud, formaron la Comisión de Normas de Emisión e Inmisión y se lograron establecer en el medio nacional, las primeras normas de emisión e inmisión aplicables para la calidad de aire y el cumplimiento de las emisiones por parte de los hornos de tipo indirecto (Valdés, 2022). La Figura 1 muestra el grupo de trabajo del LAQAT-UNA, en el año 2000. El LAQAT-UNA y el Ovsicori-UNA formaron una

unión estratégica, con la cual fortalecieron el monitoreo de la actividad de los volcanes en Costa Rica.

Figura 1
Grupo de académicos y estudiantes del LAQAT-UNA, 2000

Fuente: archivo propio.

Para el 2000, Rosario Alfaro del PECaire y Gregoire Ferrer de Instituto de Geografía Louis Papy, Universidad Michel de Montaigne, Bordeaux, Francia, con el apoyo de la Municipalidad de San José, logran establecer las áreas críticas de monóxido de carbono que saturan San José. La metodología en tiempo real permitió definir que existen puntos muy sensibles con concentraciones críticas, en especial, en zonas escolares que deben ser analizadas por las autoridades (Alfaro, 2022; Herrera, 2022). Asimismo, en el 2001 se logra la publicación del *Manual de Laboratorio del Programa de Aire Puro: Monitoreo del Aire*, con el apoyo de COSUDE-SwissContact, PECaire, IEA, PIDMA, FUSADES, CESCCO, USAC, el cual es una herramienta para homologar metodologías de monitoreo de la calidad del aire en los diferentes laboratorios de Centroamérica. Martín Blaser puso en práctica el ImnProg-H en la ciudad de Guatemala. Luego de varios años de mediciones creció el deseo de tener conocimientos en toda el área urbana, tomando como base el banco de datos existente y se invirtió en la compra de un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos para poder calcular extrapolaciones territoriales hacia toda el área urbana y pronósticos temporales hacia el futuro.

50 años UNA
Siempre necesaria

Esta fue una tarea pendiente para Costa Rica y otros países (Alfaro, 2022; Herrera, 2022).

Con los servicios y las asesorías a las industrias, el LAQAT inició con la vinculación con la Recuperadora Nacional de Plomo, CEMEX, las tostadoras de café, tales como Café Dorado, el Rey, Café Fino y otros; y por lo menos doce ingenios azucareros, donde este laboratorio tuvo alrededor del 80 % de las empresas del país, en las que realizó estudios perimetrales y de chimenea. Como en ese momento no se contaba con analizadores portátiles de gases, se utilizaban tubos de vidrio, como medio extractor de gases y burbujeadores con disoluciones absorbentes de NOx y SO2, para luego analizarlos en el laboratorio y proceder con los cálculos respectivos y generar así el informe de análisis. Con los años de trabajo en las empresas, se efectuó la compra de un medidor de gases automático marca Testo 50. Además, con asesorías sobre disminución de emisiones al aire de las empresas cementeras, se hizo la compra de un muestreador isocinético de partículas en aire, marca Apex Instruments, acompañado de los equipos para el muestreo de dioxinas y furanos. Las muestras de dioxinas y furanos recolectadas se enviaban a la Agencia de Protección Ambiental, ubicada en Otawa, Canadá, para su respectivo análisis, donde el Lic. Germain Esquivel y el Dr. Juan Valdés recibieron el entrenamiento para la toma de muestras, extracción, análisis, manejo estadístico de datos y el aseguramiento de la calidad. El LAQAT-UNA realizó proyectos, análisis y asesoría en el área del manejo de residuos sólidos, en coordinación con Femetron (Federación de Municipalidades del Área Metropolitana) y empresas nacionales e internacionales en la toma de muestras y caracterización física y química de residuos sólidos en rellenos sanitarios y sus emisiones al aire (Sibaja, 2022; Valdés, 2022).

El LAQAT ha realizado diversos estudios de las emisiones de gases y partículas en las industrias extractoras del aceite de Palma en Costa Rica y Nicaragua y en la industria de la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar. Además, realizó estudios de las emisiones de gases, partículas, dioxinas y furanos en hornos cementeros y de fundición, y en calderas, que utilizaban diversos tipos de mezclas con diésel y combustibles alternos, tales como aceites lubricantes usados, cascarilla de arroz, llantas usadas y otros, en coordinación con el Ministerio de Salud.

Como parte de los proyectos desarrollados, se logró, en coordinación con el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica,

a través del M.Sc. Alfonso Liao, micrometeorólogo (QDP), la Organización Meteorológica Mundial y el LAQAT-UNA, a través del Dr. Juan Valdés, el financiamiento del Gobierno de Japón, por aproximadamente un millón de dólares, de dos estaciones de monitoreo de la calidad del aire, las cuales fueron instaladas, con asesoramiento de meteorólogos japoneses en el cerro de los Piroclásticos, ubicado en las cercanías del volcán Irazú y en Belén de Heredia. Las estaciones estuvieron funcionando por al menos cinco años, pero luego, por problemas técnicos y reparaciones que solamente se podían ejecutar en el continente asiático, no se pudo seguir con las mediciones (Valdés, 2022).

En el año 2002, se incorporan a trabajar en el PECAire, Jorge Herrera Murillo y Susana Rodríguez Román, quienes desarrollaron un proceso de transición y relevo ante la jubilación en el año 2003 de la máster Alfaro. A partir del trabajo realizado por estos, en el año 2004, el PECAire se transformó en el Laboratorio de Análisis Ambiental con el objetivo de incluir nuevas matrices ambientales como objetos de estudio sin descuidar la investigación y el trabajo académico en gestión de la calidad del aire en Costa Rica. En ese mismo año, se firma un primer convenio de colaboración entre el Laboratorio de Análisis Ambiental-UNA y la Municipalidad de San José, con el cual se inicia el monitoreo sistemático de la calidad del aire en la ciudad de San José, con dos sitios de medición de partículas PM10 localizados en la catedral Metropolitana y la Junta de Educación de San José; además, de catorce sitios para la determinación pasiva de dióxido de nitrógeno (Alfaro, 2022; Herrera, 2022).

Para el año 2005, el Laboratorio de Análisis Ambiental obtuvo la acreditación de 23 ensayos químicos con el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) por el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la norma INTE-ISO/IEC 17025, entre los cuales se incluía la determinación de partículas PM10 y el dióxido de nitrógeno. Con este se convertía en uno de los primeros laboratorios a escala centroamericana en tener este tipo de ensayos acreditados, lo que brindó confiabilidad y trazabilidad a los resultados reportados (Alfaro, 2022; Herrera, 2022).

En el año 2006, el Laboratorio de Análisis Ambiental inició colaboraciones con la Dirección de Protección al Ambiente Humano del Ministerio de Salud. Para esto se instalaron tres estaciones adicionales para la determinación de partículas PM10, una en el Fortín de la ciudad de Heredia, la segunda en

el Centro Comercial La Ribera y la tercera en las instalaciones de la empresa Intermodal, estas dos últimas en el cantón de Belén. A partir de los resultados obtenidos, se incorpora en el año 2007, a la alianza de colaboración, el Ministerio de Ambiente y Energía a través de la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental. Estas tres entidades, en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, elaboran en 2008, el Programa para mejorar la calidad del Aire del Gran Área Metropolitana de Costa Rica (2008-2013). Este instrumento tenía como objetivos: el establecimiento y la consolidación de la Red Nacional de Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos, el desarrollo de un inventario de emisiones de fuentes móviles, estaciones, fugitivas y de área, la reducción de emisiones contaminantes y la promoción del transporte público. Por tal motivo, el Colegio de Químicos de Costa Rica brindó la distinción de Químico del Año 2008 al Laboratorio de Análisis Ambiental, para hacer honor al grupo de químicos costarricenses, liderados por el Dr. Jorge Herrera Murillo, con años de trayectoria laboral y académica a favor de la calidad del aire del área metropolitana.

A partir de este programa y con el apoyo del Acuerdo de Cooperación USAID-CCAD, el Laboratorio de Análisis Ambiental elaboró el primer inventario de contaminantes criterio del Área Metropolitana de Costa Rica, tomando como año base el 2007, el cual fue presentado a la sociedad costarricense en el 2009. En ese mismo año, a través del fondo de equipo científico y tecnológico de la Universidad Nacional, se adquieren analizadores automáticos de gases que permitieron ampliar la variedad de contaminantes medidos en la red de monitoreo. Durante el año 2010, gracias a una donación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos al Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, se incorporan 10 muestreadores de aire de alto volumen para partículas PM10, y se logró incluir sitios de monitoreo de este contaminante en Alajuela, Moravia, Escazú, Cartago, Santa Ana, entre otros. Esto permitió que, efectivamente, durante el 2011, la Red de Monitoreo de Calidad del Aire fuera operada con 14 estaciones de PM10 de alto volumen y 4 de PM2.5 de bajo volumen. Durante el período 2005-2009, se realizaron estudios de caracterización química del material particulado y la deposición total en varios sitios de muestreo del Área Metropolitana, aportando datos de las concentraciones de metales pesados e iones en este tipo de partículas. Para ese entonces, el Laboratorio registraba varias ampliaciones de alcance de

acreditación bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025, que respaldaban la calidad de estos nuevos datos generados.

El muestreo de material particulado PM2.5 en Costa Rica se realizó por primera vez en el año 2011, gracias al trabajo del Laboratorio de Análisis Ambiental, en el marco de un convenio de cooperación México-Costa Rica que involucraba a la Universidad Nacional y al Instituto Nacional de Ecología de México. Tanto la determinación gravimétrica como la composición química de este contaminante permitieron generar información base para la toma de decisiones y el establecimiento de límites normativos para PM2.5.

Durante el período 2012-2014, el Laboratorio de Análisis Ambiental trabajó fuertemente en la elaboración de una nueva propuesta normativa para la gestión de la calidad del aire que sustituyera y subsanara los problemas técnicos del Decreto 30221-S/2002, Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos. Estos esfuerzos culminan en la promulgación del Decreto 39951-S Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio de Costa Rica. En esa misma época se realizaron importantes esfuerzos por caracterizar material particulado PM10 y PM2.5, en términos de las concentraciones presentes de carbono orgánico y elemental (en sus distintas fracciones); así como hidrocarburos poliaromáticos.

Por su parte, el LAQAT-UNA, entre el 2005 y el 2009, realizó el proyecto "La estructura vertical y la variabilidad de humedad, vientos y la temperatura sobre América Central durante el Verano Boreal. Colaboración con las observaciones del aire, diagnóstico y análisis que realiza la NASA en Costa Rica", en donde, en conjunto con la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) y la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) realizaron estudios sobre la estructura vertical de ozono y vapor de agua sobre los trópicos. Las mediciones se efectuaban con globos meteorológicos inflados con helio (Fig. 2), en donde se conectaba una caja de estereofón a la ozonosonda y el Higrómetro criogénico de congelación (CFH, por sus siglas en inglés). Con este proyecto, se pudo observar la variación de la concentración de ozono a nivel de la troposfera baja y la capa límite planetaria, además, de procesos que suceden sobre la atmósfera de Costa Rica como el transporte de largas distancias de masas de aire desde América del Sur, influencia volcánica por erupciones

que ocurren a más de 4000 km e inyección de masas de aire de la estratosfera a la troposfera (Sibaja, 2007). Como parte del estudio, se observó también que la contaminación generada en el Valle Central es transportada principalmente hacia el oeste, donde los precursores de ozono (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y Compuestos Orgánicos Volátiles) reaccionan con la radiación solar para generar ozono (Sibaja, 2007). Este fue un proyecto que tomó más de cinco años para la generación de más de 10 artículos científicos, más de 15 presentaciones en congresos y premios internacionales. Además, se tuvo la participación de más de 20 estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química Industrial, con incluso pasantías en los Estados Unidos, presentaciones en congresos y generación de informes sobre los muestreos (Sibaja, 2022).

Figura 2
Muestreo de ozono y vapor de agua con globos meteorológicos

Nota: A) Vista del globo después del lanzamiento, B) Preparación del globo con los equipos de muestreo, antes del lanzamiento, por Rosa Alfaro Solís. Fuente: archivo propio.

Para el 2008, el LAQAT-UNA brindó asesorías internacionales a las Naciones Unidas con instructores en la parte meteorológica y química de la atmósfera. Por ejemplo, en ese momento, el Lic. Germain Esquivel, el M.Sc. Alfonso Liao y el Dr. Juan Valdés

brindaron cursos sobre la operación de equipos y calidad del aire en El Salvador (Valdés, 2022).

Entre el 2010 y el 2017, el LAQAT-UNA generó una serie de investigaciones y trabajos con empresas, estudiantes y académicos, para mejorar la calidad del aire en recintos laborales y generar resultados sobre el ambiente natural y sus emisiones. Como ejemplo de algunos de los trabajos realizados se especifican: Germain Esquivel Hernández e Ilena Vega Guzmán, con la cuantificación del éter metil *terc*-butílico (MTBE) en aire y la medición del mismo compuesto en el agua subterránea y agua de lluvia; Aylin Castillo Ovares con la medición de mercurio total en aire (TGM) en la GAM (Gran Área Metropolitana) y la influencia del terremoto de Cinchona sobre el ciclo del mercurio de la zona; Rosa Alfaro Solís con el diseño de un sistema de muestreo y de análisis espectrofluorométrico de etanol en aire en el ingenio Taboga para cuantificar la exposición a corto plazo por parte de los trabajadores, entre otros (Esquivel-Hernández, 2006; Esquivel-Hernández *et al.*, 2014; Vega, 2009).

El 1° de septiembre del 2017, el Dr. Juan Valdés González se acogió a su jubilación, y se escogió como director del LAQAT-UNA al M.Sc. José Pablo Sibaja Brenes, quien realizó su tesis de Licenciatura en Química Industrial y la Maestría en Gestión y Estudios Ambientales, con tesis de medición de ozono (proyecto en conjunto entre el LAQAT-UNA y la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio) y de modelos matemáticos de dispersión de gases y partículas en aire (AERMOD), respectivamente (Sibaja, 2007).

Por otro lado, en el período 2017-2018, el máster José Félix Rojas, del Laboratorio de Análisis Ambiental, realizó un estudio pionero para la determinación gravimétrica y la caracterización química (metales, iones, carbono total e hidrocarburos poliaromáticos) del material particulado filtrable en sus diferentes fracciones, colectado de muestras de emisiones de calderas en el área metropolitana. Este estudio abarcó calderas de diferentes capacidades y combustibles, que generó insumos importantes para la elaboración de inventarios de emisiones, la reducción de contaminantes y el establecimiento de normas regulatorias de este tipo de contaminante en Costa Rica (Herrera, 2022).

A finales del año 2018, el Ministerio de Salud adquiere dos estaciones automáticas de monitoreo de calidad del aire con una inversión cercana a los 350 millones de colones, que fueron

puestas a disposición del Laboratorio de Análisis Ambiental, en el marco del trabajo conjunto UNA-Ministerio de Salud. Estas se encuentran localizadas en Hatillo y Belén, y permiten la generación en tiempo real de datos de contaminantes atmosféricos. En los años 2019 y 2020, la Refinadora Costarricense de Petróleo y el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori-UNA) adquirieron cada uno una estación de monitoreo automática. La primera incluye todos los contaminantes criterio, mientras que la segunda se enfoca en material particulado y dióxido de azufre. La estación adquirida por RECOPE se opera por el Laboratorio de Análisis Ambiental, gracias a un convenio suscrito entre la UNA y esa institución.

El Laboratorio de Análisis Ambiental recibe durante el período 2017-2018 un importante financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo para la construcción de factores de emisión de gases de efecto invernadero de alcance regional (Centroamérica y República Dominicana) para el sector exportador, consolidando una línea de investigación importante asociada a la métrica de emisiones de gases de efecto invernadero y forzadores de cambio climático de vida corta.

En el plano de producción académica, el Laboratorio de Análisis Ambiental ha generado más de 80 publicaciones de artículos científicos en revistas indexadas a escala nacional e internacional, 35 tesis de grado y posgrado y 22 ponencias en seminarios y congresos. De igual forma, desde 2004 y hasta la fecha se publican en forma conjunta con el Ministerio de Salud, informes anuales de calidad del aire en el área metropolitana de Costa Rica (Herrera, 2022).

Entre el 2018 y el 2020 se continuó con la generación de proyectos y tesis enfocadas a los lugares de trabajo y al cambio climático. Por ejemplo, la tesis de Wendy Villalobos González, en donde generó un diagnóstico del riesgo químico ambiental en el proceso de impresión de billetes de lotería en el Departamento de Producción, Junta de Protección Social (JPS). Se determinó el riesgo químico ambiental, utilizando las metodologías de Matriz de Importancia del Impacto Ambiental (MIIA) y la del Instituto Nacional de Investigación de Seguridad de Francia (INRS) (Villalobos-González *et al.*, 2021a; Villalobos-González *et al.*, 2021b; Villalobos, 2019). Por otro lado, la tesis de Mariela Martínez Arroyo, quien hizo un análisis de la producción de metano entérico generado vía fermentación ruminal *in vitro*, para seis especies de

pastos tropicales (kikuyo, ratana, mombaza, toledo, diamantes y estrella africana) (Martínez, 2020).

El LAQAT ha desarrollado más de 50 tesis de grado y de postgrado en temas relacionados con la atmósfera en áreas urbanas y rurales, y en diversas industrias a escala nacional e internacional. Además de la continua vinculación universidad-empresas en temas sobre evaluaciones de sus emisiones al aire, asesorías y establecimiento de programas de mejora. Además, se ha colaborado durante mucho tiempo con el Ovsicori en proyectos, cursos y vigilancia volcánica. Así, surge una nueva herramienta para la obtención de muestras de una manera rápida y con un riesgo menor. Con la línea de vigilancia volcánica, entre el 2015 y el presente, se ha trabajado de la mano con las comunidades y entidades como la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac), Dirección General de Aviación Civil (DGAV), Cruz Roja, entre otros. La información de exposición a sustancias químicas y la dispersión de gases azufrados y de material particulado ha servido de instrumento para la toma de decisiones por parte de las instituciones y para alertar a la población en general sobre los peligros y las precauciones de vivir con volcanes en Costa Rica. Esta línea de investigación ha generado una serie de trabajos con estudiantes que buscan conocer la exposición a gases, aerosoles y agua de lluvia por parte de los vecinos, los visitantes a los parques nacionales con volcanes y los guardaparques. Además, se busca establecer los vigilantes volcánicos en las comunidades, para que la población realice la toma de muestras y genere datos para la Universidad Nacional y la comunidad científica, basados en el monitoreo volcánico y la Ciencia Ciudadana (Sibaja, 2022).

El LAQAT-UNA ha realizado más de 2000 giras de muestreo para empresas como parte de la vinculación universidad-industria, en donde se generan datos e informes para las industrias, los cuales se entregan a los interesados y al Ministerio de Salud, para cumplir con lo exigido por la legislación vigente y generar el reporte operacional. Además, los resultados son importantes para la toma de decisiones, la instalación de sistemas de tratamiento y el seguimiento de las órdenes sanitarias en donde el LAQAT-UNA también brinda asesoramiento (Sibaja, 2022).

El LAQAT-UNA ha participado en más de 100 seminarios, congresos, simposios y talleres en el plano nacional e internacional y posee más de 125 publicaciones entre resúmenes y

artículos científicos nacionales e internacionales; además, de dos libros y colaboraciones con capítulos de libros. También, ha realizado más de 20 proyectos enfocados en mediciones ambientales en parques nacionales y reservas biológicas, así como proyectos ejecutados en conjunto con empresas, para mejorar sus procesos. El LAQAT-UNA ha obtenido una serie de premios y reconocimientos, como obtener dos veces el Group Achievement Award, otorgado por la NASA, debido a la participación en la misión Tropical Clouds System and Processes (TCSP) y la misión Tropical Composition, Cloud and Climate Coupling (TC4) en el 2006 y en el 2007. Además, en el 2021, el M.Sc. Sibaja Brenes obtuvo el Premio del Colegio de Químicos como Químico del Año, debido a los estudios que se han efectuado por parte del LAQAT-UNA. También, se han obtenido una serie de premios en congresos, debido a la presentación de proyectos, por parte de los estudiantes asistentes y tesistas del LAQAT-UNA (Sibaja, 2022).

El campo de estudio y de investigación del LAQAT-UNA han sido los fenómenos fisicoquímicos que tienen lugar en la atmósfera y que son generados por procesos naturales o por influencia antropogénica, en donde se busca documentar y explicar para la generación de conocimiento sobre la gestión ambiental. El LAQAT-UNA ha desarrollado las siguientes áreas: emisiones volcánicas y su impacto ambiental, efecto invernadero y cambio global, contaminación urbana e industrial, biogeoquímica, y vinculación universidad-industria. Actualmente, el Laboratorio de Química de la Atmósfera ofrece los siguientes servicios: evaluación del ambiente laboral, evaluación de la calidad del aire externo, evaluación de los sistemas de energía de calderas, hornos, quemadores y tostadoras, asesoría en la utilización de tecnologías limpias, y evaluación de las tecnologías de control y reducción de las emisiones al aire, ya sea de gases o de partículas líquidas o sólidas (Sibaja, 2022).

A futuro, el LAQAT-UNA busca ayudar al país y a la región con asesorías sobre las emisiones de gases y partículas al aire, con vinculación a las empresas y proyectos de investigación, y extensión. Por tal motivo, ahora se cuenta con áreas que se van reforzando, como la ciencia ciudadana, para vincular a la sociedad civil con los proyectos, los muestreos y los monitoreos. Además, se realizan muestreos y análisis con drones, en matrices de aire y agua, midiendo la temperatura y los parámetros fisicoquímicos,

de una forma rápida y oportuna, con lo cual se mejoran los tiempos de muestreo y el tiempo de entrega de resultados.

Como línea de investigación, la contaminación del aire y la química atmosférica, desarrollada por ambos laboratorios en la Universidad Nacional, y el trabajo en conjunto, se debe evolucionar al desarrollo de capacidades en modelación y pronóstico de contaminantes, para lo cual se requiere incrementar las capacidades en meteorología, el conocimiento de los procesos de transformación química de contaminantes, así como la actualización constante de los inventarios de emisiones con alcance nacional regional. Adicionalmente, es importante realizar estudios que permitan correlacionar la contaminación del aire con los efectos generados a la salud y poder determinar con mayor certidumbre los costos asociados con el tratamiento de enfermedades respiratorias generadas por este problema ambiental.

Bibliografía

Esquivel-Hernández, G. (2006). *Determinación de éter metil terc-butílico (MTBE) en el aire de San José, Costa Rica*. [Tesis de Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional de Costa Rica].

Esquivel-Hernández, G., Sibaja-Brenes, J. P., Mora Barrantes, J.C. & Valdés-González, J. (2014). First measurements of methyl tert-butyl ether (MTBE) in the ambient air in San Jose, Costa Rica. *Open Journal of Air Pollution 6*(01), 18.

Laboratorio de Química de la Atmósfera (LAQAT-UNA). (2022). https://www.quimica.una.ac.cr/index.php/inicio-laqat.

Martínez, M. (2020). *Análisis de la producción de metano entérico generado vía fermentación ruminal in vitro.* [Tesis de Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional, Costa Rica].

Sibaja Brenes, J. P. (2007*). Evaluación del perfil de la concentración de ozono por medio de ozonosondas en la troposfera de Costa Rica en el marco del proyecto Shadoz*. [Tesis de Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional, Costa Rica].

Vega, I. (2009). *Aplicación de la microextracción en fase sólida y de la cromatografía de gases-FID para la evaluación de la concentración del éter metil terc-butílico (MTBE) en agua de lluvia y subterránea*. [Tesis de Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional, Costa Rica].

Villalobos, W. (2019). *Diagnóstico del riesgo químico ambiental en el proceso de impresión de billetes de lotería en el Departamento de Producción, Junta de Protección Social (JPS), Costa Rica*. [Tesis de Maestría en Gestión y Estudios Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica].

Villalobos-González, W., Sibaja-Brenes, J., Mora-Barrantes, J., Álvarez-Garay, B. (abril-junio 2021a). Evaluación de los riesgos químicos por inhalación de las sustancias utilizadas en una industria gráfica por el método del INRS. *Tecnología en Marcha*, *122*(34), 2.

Villalobos-González, W., Sibaja-Brenes, J., Mora-Barrantes, J. y Álvarez-Garay, B. (2021b). Evaluación del impacto ambiental en una industria gráfica, que utiliza impresión litográfica tipo "offset". *Uniciencia*, *35*(1), 367-383.

Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT-UNA) de Costa Rica: forjando conocimiento desde su quehacer en función de los programas que desarrolla

Ingrid Aguilar[1]
Luis Sánchez[2]

El Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) es un instituto interdisciplinario que cuenta con más de treinta años de experiencia en la ejecución de proyectos interdisciplinarios asociados al aprendizaje, conservación y manejo sostenible sobre abejas, para generar e intercambiar conocimientos científicos que tengan incidencia en los grupos meta que atienden; en especial, los apicultores y meliponicultores, así como estudiantes, tomadores de

1 Profesora del CINAT. Correo electrónico: ingrid.aguilar.monge@una.cr
2 Académico del CINAT. Correo electrónico: luis.sanchez.chaves@una.cr

decisiones y, en general, personas interesadas en las abejas, su interacción y función en el medio ambiente. EL CINAT es un instituto adscrito a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar que fue creado con el objetivo de cimentar las bases de una apicultura y una meliponicultura sostenible en Costa Rica y Centroamérica, estudiar la diversidad de abejas en los diferentes ecosistemas del país, sus productos y aplicaciones, para generar conocimiento que incidiese en la conservación de estos insectos y fomentar la innovación en el campo apícola y de la meliponicultura, ambas como actividades de importancia ecológica y socioeconómica en el país. Con esa perspectiva, se consideró desde un inicio la investigación como pilar fundamental y soporte de su quehacer, una muestra de estas publicaciones.

Historia de cómo nació el CINAT

La historia del CINAT se remonta a 1988, cuando la Universidad Nacional recibió fondos de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para financiar la compra de equipo, materiales, vehículos, instalación de apiarios y construcción de edificios y así poder impulsar un programa para el desarrollo de la apicultura.

Posteriormente, la investigación tomó impulso al establecer un proyecto de cooperación en 1990, entre la Universidad Nacional y la Universidad de Utrecht de los Países Bajos. En este inicio, las investigaciones consistieron en determinar los factores que limitaban la crianza de las abejas sin aguijón. Este proyecto se denominó Proyecto Regional de Meliponicultura y fue financiado por el Gobierno holandés y se ejecutó entre 1990 y 1993. Los objetivos de investigación fueron estudiar los factores que limitaban la reproducción y multiplicación de las colonias, desarrollo de métodos eficientes para la cosecha de miel, evaluación de plantas melíferas para el sostenimiento de las abejas nativas sin aguijón y control de plagas y enfermedades. Durante esos años se realizaron investigaciones en esos temas y se incluyó a personal de la Escuela de Ciencias Agrarias de la UNA, en especial a los profesores Henry Arce, Alberto Ortiz y Fernando Ramírez y como contraparte de la Escuela de Biología de la Universidad de Utrecht estaban Marinus Sommeijer y Johan van Veen.

50 años UNA
Siempre necesaria

En todo este proceso de investigación se incorporaron estudiantes costarricenses y holandeses, quienes –dentro su proceso formativo– se integraban mediante trabajos finales de graduación dentro de las líneas de investigación propuestas. Además, se estrecharon vínculos y redes de colaboración y cooperación con las universidades de Yucatán, en México, la Universidad de San Carlos, en Guatemala, la Universidad Estatal de El Salvador y la Universidad de León, en Nicaragua.

Parte fundamental de la estrategia de investigación y generación de conocimiento fue el traslado de resultados e intercambio de experiencias, con los meliponicultores locales y regionales, a través de actividades de capacitación y elaboración de materiales divulgativos. En forma complementaria, en varias comunidades del país, se les enseñaron a los productores técnicas nuevas para el manejo de las colonias y se entregaron cajas diseñadas por los investigadores. En esta fase se registraron alrededor de 25 investigaciones que fueron presentadas en conferencias nacionales e internacionales. Además, se publicaron 20 artículos en revistas internacionales y en memorias de congresos o seminarios. En esta etapa se participó activamente en diferentes actividades de relevancia mundial organizadas por instituciones de mucho prestigio, tal como la Asociación Internacional de Investigación de Abejas (IBRA), organización benéfica con sede en el Reino Unido que existe para promover el valor de las abejas y proporcionar información sobre la ciencia de las abejas y la apicultura en todo el mundo; la Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales (IUSSI) y Apimondia, que es la Federación Internacional de Asociaciones de Apicultores y otras organizaciones que trabajan en el sector de la apicultura a escala mundial. El CINAT se proyectó y expone resultados a través de los congresos y reuniones por ellos organizados. Participó también en las diferentes ediciones del Congreso Costarricense de Entomología, Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales y el Congreso Nacional de Apicultura, evento donde hemos participado como organizadores.

Entre 1993 y 1997, se ejecutó otra fase que se denominó Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura (PRAM), con el financiamiento de la Organización Holandesa para la Cooperación en Educación Superior (NUFFIC), dentro de un nuevo programa entre universidades denominado MHO. En este periodo del programa, además de continuar con las investigaciones con las abejas nativas sin aguijón, se incluyó una nueva línea para promover y

desarrollar la apicultura con las abejas melíferas africanizadas. Estas abejas habían ingresado en la década anterior al país, como efecto del proceso de africanización derivado de la hibridación genética entre las abejas locales *Apis mellifera* de origen europeo en Brasil, con abejas africanas que se llevaron para procurar su adaptación a bosques húmedos del Amazonas en la década de 1950. Como resultado de este cruce, se formó el híbrido multirracial denominado "abeja africanizada". Como consecuencia de este fenómeno, los apicultores encontraron muchas dificultades para manejarlas, especialmente por ser tan defensivas, y muchos de ellos optaron por abandonar la actividad. Solamente se mantuvieron aquellos que lograron adaptar técnicas propias para su adecuado control. Esta problemática permitió que en esta fase del PRAM, se generaran investigaciones dirigidas al manejo de las abejas africanizadas con fines productivos.Para incidir en una mejora del sector, se buscó generar técnicas apropiadas de manejo, para que los apicultores lograsen mantenerse en la actividad; de manera que, mediante la experiencia y puesta en práctica de conocimientos, lograsen incrementar sus ingresos y consolidar el sector.

Paralelamente, en esta fase, a escala institucional, se consolida el CINAT. En un principio, permanecía adscrito a la Escuela de Ciencias Agrarias, pero en 1993, mediante un préstamo con el BID se construyeron las instalaciones que están ubicadas en el Campus Benjamín Núñez. Con el decidido apoyo del PRAM y del programa MHO, se lograron los recursos para que el personal se capacite a nivel de posgrado y reciba entrenamiento en las diferentes líneas de trabajo que conformaron el CINAT. Este hecho fue trascendental, ya que se formuló un plan dirigido a elevar el nivel científico de su personal, de este modo, se le capacitó en las demandas que tenía el sector apícola y meliponícola del país. Se abarcaron los campos de control de plagas y enfermedades de las abejas, el manejo de colmenas africanizadas, crianza de reinas, biología y manejo de abejas nativas sin aguijón, ecología y polinización, así como el control de calidad de los productos de la colmena. Estas líneas iniciales de trabajo conformaron otra decisión trascendental en el ámbito de gestión administrativa, que repercutió en la forma de organizar y consolidar el instituto: que estas se convirtieran en Programas Académicos, en los cuales la investigación fuese parte fundamental de su organigrama y quehacer.

La formación especializada del personal académico del CINAT y sus bases científicas permitieron obtener la experiencia y capacidad

50 años UNA Siempre necesaria

para detectar los problemas del sector apícola y meliponícola y, a la vez, formular las investigaciones correspondientes o aplicar conocimientos existentes y generar soluciones adaptadas a las necesidades del entorno local. En esta fase se continuó con el apoyo formativo a estudiantes locales, centroamericanos y holandeses. Un total de 24 estudiantes se graduaron con temas asociados al estudio de las abejas, ocho fueron de Costa Rica, seis de Centroamérica y diez de Holanda. Otro logro en este periodo fue la elaboración de 24 reportes de investigación y de 38 artículos publicados en 13 revistas especializadas. Es meritorio mencionar el estímulo a las publicaciones realizadas en conjunto con los estudiantes, ya que se logró que el 25 % fueran ejecutados de esa forma.

Entre 1997 y el 2000, se ejecutó la tercera fase de apoyo del PRAM, en esta fase el CINAT se consolidó integrando un médico veterinario para el Programa de Sanidad Apícola y un químico para el Programa de Química Apícola. Durante esta fase, se continuó con el intercambio en redes colaborativas y varios académicos participaron de pasantías y estancias de especialización en varios institutos de investigación en el campo apícola. También, en esta fase final del PRAM se realizaron varias actividades regionales al ejecutarse un proyecto colaborativo de investigación con la Universidad Estatal de El Salvador, denominado PROMABOS. Este proyecto involucró la reforestación y el manejo del bosque a través de la crianza de las abejas nativas sin aguijón. Además, se ejecutaron una serie de talleres regionales en Nicaragua, Honduras, Guatemala, Costa Rica y Panamá, con la activa participación de los investigadores del CINAT, que presentaron y compartieron resultados en sus líneas de investigación. En esta fase participaron 18 estudiantes y se realizaron 32 publicaciones.

A partir del año 2002, el CINAT recibió formalmente la categoría de Instituto de Investigación, con independencia académica y administrativa plena y adscrita a la Facultad de Ciencias de Tierra y el Mar. En esta década, se ofertaba desde el CINAT la Maestría en Apicultura Tropical (MAT), cuyo objeto de estudio es la apicultura y la meliponicultura, conceptualizada como ciencia del manejo y explotación de las abejas sociales, en condiciones tropicales. Se dio énfasis a las relaciones ecológicas existentes entre las plantas y las abejas, con lo cual se promovieron sistemas de manejo sostenible y ambientalmente respetuosos y amigables. La MAT busca articular la actividad docente con las líneas de investigación y extensión que se han venido desarrollando en el

CINAT, las cuales ayudan a generar conocimientos y experiencias que fortalecerán el proceso de enseñanza-aprendizaje. El posgrado procuraba incorporar a los estudiantes en las diferentes líneas de investigación e innovación vinculadas con las necesidades de desarrollo del país y la región, mediante el desarrollo de trabajos finales de graduación asociados a los programas académicos integrados, la divulgación de resultados, publicaciones y participación en proyectos, entre otros.

Misión y visión

La Misión del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) de la Universidad Nacional es ser un instituto interdisciplinario especializado en el estudio de las abejas, sus productos y aplicaciones, tendiente a generar y divulgar conocimiento que estimula el desarrollo de la apicultura y meliponicultura, con el compromiso de promover la conservación de la diversidad de abejas, fomentar la producción apícola y meliponícola sostenible, como actividades de importancia ecológica y socioeconómica en Costa Rica y Centroamérica. Su visión es ser un instituto líder en el estudio y manejo de las abejas mediante la investigación con originalidad científica, extensión con responsabilidad social y educación basada en una visión holística para el desarrollo y fomento de la producción sostenible de la apicultura y meliponicultura, en forma amigable, a través de una gestión eficiente, transparente y proactiva.

Conocimiento desde su quehacer en función de los programas que desarrolla

Una de las características principales del CINAT es su acción a través de siete Programas Integrados en temas que generan relaciones de colaboración con productores, investigadores y público en general, con servicios de apoyo mediante la investigación, la docencia, la extensión y la asesoría, desde un plano local en el territorio nacional y con extensión en el plano regional (Fig. 1). Se basa en el desarrollo sustentable e inclusivo de los sectores apícola y meliponícola.

Figura 1
Programas del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales

Fuente: http://www.cinat.una.ac.cr/en/news

- Programa Integrado de Microbiología y Química Medicinal. Este programa tiene por objetivo la elucidación de compuestos bioactivos en los productos de la colmena. Incursiona en nuevos campos como la salud pública, control de calidad, innovación en medicamentos e industria a partir de constituyentes bioactivos.
- Programa Integrado de Ecología y Polinización. Se enfoca en el estudio de las relaciones mutualistas que se presentan entre las abejas sociales y las plantas presentes en los diferentes ecosistemas del país, con énfasis en la polinización y los recursos florales alimenticios.
- Programa Integrado de Producción Apícola Sostenible. El Programa surge de la necesidad de resolver algunos de los problemas que enfrenta la apicultura nacional debido a la presencia de las abejas africanizadas en el país y por deficiencias en el manejo adecuado de apiarios para producción o polinización.
- Programa Integrado de Química Apícola. Tiene por objetivo asegurar la calidad e inocuidad de la miel y sus productos, así como potenciar la industrialización y diversificación de productos de la colmena resultantes de la apicultura y meliponicultura en Costa Rica.

- Programa Integrado de Meliponicultura (PIM). El programa busca desarrollar y mantener la meliponicultura como actividad alternativa en procesos productivos e iniciativas de conservación, principalmente para personas de escasos recursos, con lo cual se impulse la economía familiar y se ofrezca apoyo a personas que por tradición poseen estas abejas sin llegar a su explotación masiva. Otras especies de abejas nativas como aquellas del género *Bombus* (abejorros) también se han integrado a las actividades del programa.
- Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura. El objetivo principal del Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura (PRAM) es contribuir al desarrollo de la apicultura y la crianza de las abejas nativas sin aguijón en Costa Rica y Centroamérica mediante la investigación, actividades de extensión, la docencia y la venta de servicios, con base en un manejo natural y sostenible, de manera que se vincule el quehacer del programa con las necesidades reales de la población meta.
- Programa Integrado de Patología Apícola. El Programa estudia las enfermedades de las abejas para generar, transmitir y divulgar conocimiento que contribuya en su detección, manejo y prevención en condiciones tropicales, brinda apoyo a los apicultores a través del muestreo de colmenas, diagnóstico de campo y laboratorio de las principales enfermedades de las abejas, así como la asesoría para su control y prevención.

El CINAT: ¿Qué hace y cómo lo hace?

El CINAT brinda transferencia de tecnología y conocimiento a productores y personas relacionadas con la actividad apícola y meliponícola, mediante actividades de capacitación como talleres, cursos, seminarios, foros, ferias, congresos, entre otros. En este sentido, desarrolla actividades de divulgación de la oferta de cursos de educación continua y en general del quehacer de los PPAA del CINAT, así como la proyección de Productos Api-UNA a la comunidad en actividades públicas, tal como la semana Abejas, Expo Miel, ediciones del *Boletín Electrónico Especial-BEE* y diversos reportajes ante medios de comunicación masiva, asesorías a productores y público en general.

Aportes del CINAT en el campo de la investigación

En el CINAT se han desarrollado diversos temas entre los cuales tenemos las investigaciones sobre las actividades biológicas y la caracterización de los constituyentes bioactivos de mieles de abejas sin aguijón, lo cual ha llevado al descubrimiento de valores agregados en las mieles de las abejas sin aguijón. Gracias a estos se ha logrado comprender que estas mieles poseen propiedades antimicrobianas, antibiofilm y antioxidantes. Esto último le otorga el potencial de poder seleccionar una miel específica para estandarizar sus efectos biológicos; ya sea para el desarrollo de cosméticos, productos para la curación de heridas o alimentos funcionales. El principal descubrimiento a la fecha –que son producto de las líneas de investigación en microbiología y química medicinal desarrolladas por CINAT– son las propiedades antibiofilm de las mieles de *Tetragonisca angustula*. Estas mieles tienen efectos microbiocidas, evitan la formación del biofilm e, incluso, pueden destruir el biofilm de *Staphylococcus aureus*, que es una de las especies de bacterias más relevantes en cuanto a infecciones en heridas y complicaciones debido a resistencia antimicrobiana (Figura 2).

Figura 2
Dr. Gabriel Zamora: investigación en microbiología y química medicinal (QUIMED) CINAT

Fuente: archivo propio.

Por otro lado, en las líneas de investigación en química apícola se han caracterizado las mieles de *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* producidas en Costa Rica de acuerdo a sus propiedades químicas y se han encontrado parámetros críticos que distinguen las mieles entre sí. La miel producida por *M. beecheii* proviene de néctares con mayor concentración de azúcar en comparación con los néctares utilizados por *T. angustula* para producir su miel, lo cual estuvo de acuerdo con informes de literatura anteriores. Por otro lado, se realiza control de calidad para mieles comercializadas en el mercado costarricense. Gracias a estos análisis, se ha detectado un alto porcentaje de mieles adulteradas y deterioradas. En relación con las mieles de *Apis mellifera* se han evaluado posibles adulteraciones de las mieles de abeja comerciales de origen costarricense. Tal es el estudio del año 2007, en el que mieles de abeja comerciales de origen costarricense fueron comparadas con mieles artesanales provenientes de apiarios específicos y se observó que un 24 % de las muestras comerciales analizadas presentaron adición de sacarosa y glucosa, un 32 %, sobrecalentamiento o adulteración con sirope de azúcar invertido, y un 24 % tenía adición de jarabe de azúcar invertido. Este resultado refleja la necesidad de continuar este tipo de estudio, para asegurar al consumidor una mejor calidad de los productos. En el año 2010, se realizó una investigación para medir la composición química principal de 119 muestras de propóleos de abeja de *Apis mellifera* provenientes de toda Costa Rica, mediante herramientas espectroscópicas. Se encontró tres tipos principales de propóleos: terpenos, fenólicos y aquellos ricos en benzofenonas. Este último tuvo alta actividad antioxidante y antimicrobiana y podría ser estandarizado con fines comerciales. Actualmente, se trabaja en un proyecto para probar los extractos de propóleos con benzofenonas contra el *Trypanosoma cruzi* (enfermedad de Chagas). EL CINAT fue pionero en brindar capacitación a grupos meta en la producción de cosméticos de manera artesanal (ejemplo: jabón, crema facial, champú), a base de la utilización de la miel de *Apis mellifera* y de *T. angustula*.

En las líneas de investigación del Programa Integrado de Meliponicultura se estudia la diversidad de la comunidad de abejas sin aguijón con levantamientos en lugares no estudiados como la isla Caballo en el golfo de Nicoya, o bien, en lugares donde hace más de una década no existen estudios

de riqueza de las abejas Meliponini; tal es el caso de diferentes sectores del Área de Conservación Guanacaste (ACG), la reserva Monteverde y otras áreas de monitoreo en el Pacífico de Costa Rica.

Un tema en curso trata sobre la riqueza de abejas en los corredores biológicos de Costa Rica, el cual aportará información de la diversidad de estas abejas en áreas de reservas naturales (Figura 3). En relación con este tema, se ha desarrollado una colección de abejas de referencia, que está enfocada sobre todo a las abejas Meliponini, que pueda develar la actual distribución y presencia de las especies de abejas de este grupo en el territorio nacional. Paralelamente, se da el servicio de identificación de abejas, con lo cual investigadores de diferentes instituciones han logrado desarrollar temas de tesis y proyectos. También, a través de encuestas, en el 2006-2011, se sistematizó material sobre la actividad meliponícola en el país, con información sobre las especies utilizadas en esta actividad y datos valiosos sobre el estado de la meliponicultura en Costa Rica. Durante el 2016-2017, se llevó a cabo el primer análisis del aporte económico de la meliponicultura como actividad alternativa para las comunidades de La Cruz y Pilas de Canjel en la provincia de Guanacaste. El estudio utilizó criterios financieros de Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Período de Tiempo de Recuperación, se concluye en este que la venta de miel de abejas sin aguijón en Costa Rica es financieramente viable y la recuperación de la inversión se logra a corto plazo en un año o dos.

Figura 3
Proyecto del Corredor Biológico Mono Aullador.
Colecta de muestras y demostración de la historia natural de abejas sin aguijón. Bagaces, Guanacaste

Fuente: archivo propio.

Otro de los temas emergentes para la región centroamericana es el estudio de la cría de *Bombus ephippiatus* (Apidae, Bombini) en condiciones controladas, lo cual es de suma importancia como alternativa, si tomamos en cuenta la problemática actual de la introducción de especies exóticas para la polinización. Para ello, con el fin de lograr la meta, se han hecho esfuerzos de capacitación tipo pasantía en instituciones como ECOSUR (México). Por otro lado, debemos mencionar un trabajo pionero colaborativo con el IRET-UNA sobre la comparación de la sensibilidad de *Tetragonisca angustula* (Apidae-Meliponini) y *Apis mellifera* (Apidae-Apini) a tres insecticidas (malatión, imidacloprid y fipronil), utilizados en la agricultura costarricense. Los análisis revelaron la presencia de diversos plaguicidas, el más tóxico para las especies analizadas es el organofosforado malatión, seguido por el fipronil. El imidacloprid fue tolerado en concentraciones de exposición oral más altas por ambas especies, especialmente *T. angustula.* Los resultados sugieren que la sensibilidad específica a los insecticidas varía mucho entre compuestos y especies de polinizadores. Se concluye que se necesita más investigación para caracterizar mejor el riesgo que representan los pesticidas en los paisajes agrícolas en Costa Rica.

Otros temas desarrollados han sido los sistemas de comunicación utilizados por las especies de abejas sin aguijón. El trabajo sobre la deposición y el uso de marcas de olor en las fuentes de alimento fue pionero y se dio evidencia de que las abejas forrajeras de la especie *Trigona corvina* marcaron una fuente de alimento de alta calidad y que usaron sus propias marcas de olor para reubicarse en experimentos de campo. Otros estudios con *Trigona corvina*, *Plebeia tica* y *Trigona (Tetragonisca) angustula* develaron que, tanto la distancia como la dirección de la fuente de alimento, se comunicaron con mucha precisión en *T. corvina*. En *P. tica* y *T. angustula* se comunicó la dirección de la fuente de alimentación. Estas y otras de nuestras investigaciones nos permitieron discutir sobre los mecanismos potenciales que estas especies pueden usar para la comunicación de ubicación y las implicaciones de estas diferencias para la partición de recursos.

En el campo de la ecología y polinización, la investigación se ha enfocado a determinar las plantas alimenticias más importantes para las abejas, con lo cual se utilizan técnicas microscópicas de análisis palinológico en diferentes ecosistemas

50 años UNA Siempre necesaria

del país y para diferentes especies de abejas. Mediante este tipo de estudios, se ha logrado consolidar una colección de referencia de granos de polen y una base de datos de imágenes de polen que sirve de respaldo para las investigaciones y las publicaciones respectivas. También, esta base de datos sirve para brindar servicios a productores, que requieren generar valor agregado a sus mieles que brindan diagnósticos sobre su origen botánico. La generación del conocimiento ha sido muy importante para aportar recomendaciones sobre flora melífera útil para las abejas, que se pueda utilizar en programas de reforestación, restauración con especies nativas y embellecimiento con ornamentales de importancia melífera. También se utiliza la herramienta palinológica para determinar fuentes florales importantes de resinas para las abejas.

Recientemente se participa en un proyecto interdisciplinario con colegas de las escuelas de Química, Veterinaria y el CINAT en determinar el origen botánico de propóleos con composición química diferenciada que se puedan utilizar contra el mal de Chagas. También, en el pasado se participó en otros proyectos interdisciplinarios para determinar metabolitos secundarios (forboles y pyrrolizidinas) en mieles de Costa Rica y asociarlas a su origen botánico. En el campo de la polinización, se han realizado investigaciones sobre el impacto de las abejas como vectores en la polinización en diferentes ecosistemas, en áreas de bordes de cultivo, ejemplo cafetales, también el uso de abejas melíferas en polinización de cultivos en especial cucurbitáceas, como melón y sandía; aguacate, utilizando abejas melíferas y también con abejas sin aguijón, especialmente para polinización de ornamentales y tomate en condiciones de invernadero.

En las líneas de investigación del Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura (PRAM), se inició la cooperación holandesa con la Universidad de Utrecht y se enfocó inicialmente a dos aspectos considerados fundamentales, por un lado, el desarrollo de la crianza de las abejas sin aguijón y, por otro lado, la regionalización de los conocimientos a través del establecimiento de redes de cooperación y actividades de capacitación para la región centroamericana. A partir del año 2012, se empezó a estudiar el impacto de la variabilidad climática sobre las floraciones de importancia para la apicultura y la meliponicultura, lo cual resultó en una estrategia para los apicultores de cómo mitigar los efectos del cambio climático y adaptar el manejo de

sus colmenas. Además, en otro orden de estudios, se analizó el comportamiento de reinas vírgenes sin fecundar de *Melipona beecheii* en colonias privadas de reina fisogástrica. Se encontró que el período posterior a la emergencia hasta la aceptación de la nueva reina se caracteriza por un comportamiento agonístico de las obreras hacia las reinas vírgenes. Se presenta una hipótesis para explicar cómo el agrandamiento del abdomen y los comportamientos observados influyen en la aceptación de las reinas nuevas y el establecimiento de una relación de dominancia con las obreras en condiciones sin reina fisogástrica. También, se publicó el libro *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security: Vol. 1: Technological aspects of beekeeping*, el cual realizó un abordaje de todos los aspectos necesarios para convertir la apicultura en un poderoso instrumento de desarrollo rural. Este sirve como una guía para la comercialización efectiva a través de la diversificación y la adición de valor de los productos apícolas.

El Programa Integrado de Patología Apícola, por su lado, desarrolla proyectos de investigación, los cuales se adecuan a la realidad nacional y a su entorno. Por ejemplo, se estudia el manejo integrado de enfermedades, con la finalidad de reducir la aplicación de productos químicos a las colmenas. Se investiga el uso de productos alternativos de bajo impacto ambiental para el control del ácaro varroa, como el timol (sustancia natural derivada de la planta del tomillo), el ácido oxálico (ácido orgánico), entre otros. Algunos de los hallazgos más relevantes, durante estos años, son los siguientes. El 26 de septiembre de 1997, se determinó la presencia del ácaro *Varroa destructor* en nuestro país. En mayo de 1999, se diagnosticaron colmenas afectadas por un brote de loque americano en la zona de los Santos y Acosta. Posteriormente, en el 2000, se detectó y confirmó la presencia del ácaro Varroa en Panamá. En 2003, se determinó en el país la presencia del virus que deforma las alas y el virus Kashmir en colmenas altamente infestadas con *Varroa destructor*. Para el año 2007, se determinó la presencia del microsporidio *Nosema ceranae* en colmenas de abejas africanizadas en Costa Rica.

Por otro lado, en marzo de 2014, se detectó el pequeño escarabajo de la colmena, *Aethina tumida*, en Rivas, Nicaragua. Asimismo, el 25 de agosto 2015, se confirmó la presencia de este escarabajo en un apiario centinela monitoreado por el Senasa, en Guanacaste, Costa Rica. Recientemente, en setiembre 2018, se

50 años UNA
Siempre necesaria

detectó y confirmó *Aethina tumida* en el Valle Central de nuestro país. A la fecha, se puede indicar la presencia del pequeño escarabajo en diferentes zonas apícolas de este. Definitivamente, la prevención de la enfermedad es mejor que curar. En este sentido, debe considerarse la sanidad de las colmenas como un proceso integrado (UNA-SALUD), el cual implica más aspectos que solo determinar la presencia del agente patógeno y su control.

El Programa Integrado de Producción Apícola se enfoca en la producción y manejo de apiarios, producción de celdas reales y producción de cera. Ha generado alianzas con el Colegio Técnico Profesional Ricardo Castro Beer, en Orotina, para desarrollar un módulo apícola que incluye un pequeño apiario y capacitaciones a estudiantes actuales y egresados interesados en apicultura. Diseña proyectos de extensión como el de Fortalecimiento de los Sistemas Agropecuarios de Pequeños Productores de San José de Upala. Además, presenta ponencias en diversas plataformas como la de la IAAS Américas, organizada por la Asociación Internacional de Estudiantes de Agricultura y Ciencias Relacionadas, cursos en el marco del Programa Costa Rica Aprende con la "U" Pública. Mantiene alianzas con el Colegio Técnico Profesional Ricardo Castro Beer en Orotina, para el desarrollo de un módulo o prototipo apícola, que incluye un pequeño apiario y capacitaciones a estudiantes actuales y egresados interesados en apicultura. El programa ha incursionado en la producción de abejas africanizadas y en estrategias para el manejo adecuado de las colmenas (Figura 4).

Figura 4
Producción apícola: Curso Apicultura para Principiantes

Fuente: archivo propio.

Todas las investigaciones llevadas a cabo en el CINAT se socializan a través del vínculo con los grupos meta, apicultores y meliponicultores. El enfoque de género ha sido un eje transversal en el quehacer de los programas, tanto en Costa Rica como en países de la región, y mediante la participación en talleres, charlas, congresos y seminarios, así como con capacitaciones de técnicos, profesores y estudiantes en el CINAT.

Así mismo, la publicación en revistas indexadas es parte de nuestro quehacer, entre las cuales tenemos: *Journal of Apicultural Research*, *Revista de Ciencias Veterinarias*, *Journal of Natural Products*, *Apidologie, Journal of Wound Care*, *Journal of Biologically Active Products from Nature*, *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, *Experimental and Applied Acarology*, *Archivos Latinoamericanos de Nutrició*n, *Revista Biomédica*, *Springer New York, Bee World, Revista Forestal Mesoamérica, International Journal of Tropical Biology and Conservation, Experimental and Applied Acarology, Boletín de Parasitología, Insectes Sociaux, Animal Behaviour, Cognitive Computation, Revista Tecnología en Marcha, Naturwissenschaften, Insectes Sociaux, Oxidants and Antioxidants in Medical Science, Journal of Biologically Active Products from Nature, Nederlands Tijdschrift voor Fytotherapie, Netherlands Journal of Zoology*. Con la coordinación y ejecución de dos ediciones del Congreso Mesoamericano de Abejas Nativas se ha hecho al menos una edición especial de *Memorias* en *Notas Apícolas*, revista indexada del CINAT. Por otro lado, los académicos del CINAT participan en redes colaborativas de trabajo, que promueven la investigación, tales como las conformadas con El Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC) de la UCR, el Instituto Clodomiro Picado (ICP) de la UCR, el Colaboratorio Nacional de Computación Avanzada (CNCA) del Centro Nacional de Alta Tecnología (Cenat) de Conare, Centro de Investigaciones en Productos Naturales (Ciprona), Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas (Solatina), Fraunhofer Chile Research, Red Salud Apícola-LaTam, ECOSUR, EARTH, Inisefor e IRET de la Universidad Nacional de Costa Rica.

50 años UNA
Siempre necesaria

Desafíos y limitaciones

Una limitación que se ha tratado de abordar para el CINAT es la falta de recurso humano, lo cual reduce la capacidad

de participar en proyectos u otras actividades académicas de vinculación, innovación y desarrollo. A su vez, esto no permite el indispensable desarrollo de un plan de relevo, tomando en cuenta que, en el próximo quinquenio, gran parte de sus académicos estarán en el proceso de jubilación. Si bien existen fondos a escala institucional para la investigación, invención, innovación y para el fomento de la producción apícola y meliponícola, estos cada vez más son más limitados, debido a las políticas fiscales que imperan en el país y la creciente crisis internacional. Ante esa realidad, no se pueden aprovechar los recursos existentes o su utilización se minimiza, ya que esos fondos cada vez son menores y no permiten la contratación de recurso humano.

Por otra parte, se hace difícil la renovación y compra de equipo y materiales científicos y tecnológicos indispensables para ejecutar las investigaciones. Continuar con investigaciones innovadoras y de punta con esta panorámica se torna en un desafío, con el limitado acceso a fuentes de financiamiento y la creciente burocratización de los procesos. Sin embargo, aun así, hay que apostar e insistir en la búsqueda de alianzas estratégicas con otras instituciones internas o externas que permitan una investigación de carácter multi, inter y transdisciplinaria, en donde sea posible planificar y ejecutar investigaciones de más alto impacto y calidad.

Nuevas metas más allá de la investigación

Los siete programas integrados con los que cuenta actualmente el CINAT finalizan en el 2023. Así, tenemos el reto de transformar cada uno de ellos para el próximo quinquenio tomando en cuenta las nuevas necesidades en el país y la región. En este sentido, se considera necesario crear una red interdisciplinaria, interinstitucional e internacional que permita continuar, por ejemplo, las labores de búsqueda de nuevas moléculas bioactivas y su eventual implementación en innovaciones industriales, cosméticas o farmacéuticas. En relación con la importación de abejas exóticas y el problema que ello conlleva, se visualiza la cría de abejorros (*Bombus* sp) nativos, opción ya

establecida por unos pocos países de la región, como la mejor alternativa a las necesidades de polinizadores para ciertos cultivos de interés económico y a la problemática de invasión de especies exóticas. Es una opción para criadores rurales en lugar de la importación de *Bombus* exóticos. El tema de meliponicultura conservacionista y comercial, así como la ética en la práctica de esta actividad está generando conflictos a escala regional y Costa Rica no es la excepción, por lo cual, debemos dejar en claro las responsabilidades de quienes promueven estas prácticas. Otros temas de mucho interés son el uso de los extractos de propóleos con benzofenonas contra el *Trypanosoma cruzi* y la búsqueda de nuevas aplicaciones de este tipo de propóleos en los campos cosméticos y nutracéuticos y el registro de la colección de abejas del CINAT ante el CONAGEBIO como una colección *ex situ* sistematizada.

Otra meta es el desarrollo e implementación de trabajos tipo diagnóstico, que difundan el estado actual de la apicultura y meliponicultura en Costa Rica. Una acción para ello es trabajar en conjunto con entidades como la Cámara Nacional de Fomento de la Apicultura de Costa Rica y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esto permitirá tomar decisiones, tanto sobre lo que haremos, como programas en el próximo quinquenio y en forma global las respuestas que impulsemos como Instituto, ligado a nuestras metas y áreas estratégicas. A su vez, se deberán desarrollar temas sobre problemáticas y necesidades importantes en el ámbito del país en torno a los polinizadores. Impera en todo este abordaje la necesidad de trabajo en conjunto, para no repetir acciones, lo cual mejorará la eficiencia en el uso de los recursos, la organización y planificación del trabajo y el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos. Resultaría de suma importancia el compromiso y lograr esa unión de grupo, para que cada quien, desde su formación y experiencia, aporte y explore temas de trascendencia para la ciencia y que sean importantes para los grupos meta involucrados. Es imperativo trabajar sobre objetivos y metas prioritarios a escala nacional, una vez que estos se hayan diagnosticado, y abordarlas de acuerdo con las metas y fines de cada institución, pero sin repetir actividades, con una visión más eficiente e integradora, en armonía con la misión que cada institución posee y que las hace diferentes.

50 años UNA
Siempre necesaria

En estos últimos años se ha identificado el surgimiento de organizaciones, entidades públicas y entes financiantes (universidades públicas, MAG, GIZ, Catie, ONG, IICA, municipalidades, asociaciones y empresas privadas, Inder, Asamblea Legislativa, etc.), que cada vez más en forma incipiente y a veces carentes de planificación y pertinencia, desarrollan temas relacionados con las abejas (por ejemplo, conservación de los polinizadores, apicultura, meliponicultura, plantas melíferas, entre otros), pero no son necesariamente para el cumplimiento de metas relevantes de primera necesidad para el país o que sean temas surgidos de un diagnóstico nacional.

Durante los próximos años se va a considerar la investigación relacionada con variabilidad climática (cambio climático), como un fenómeno que puede incidir en la sanidad de las colmenas. Por ejemplo, surgen interrogantes de cómo podría incidir el cambio climático en la dinámica poblacional del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas, o cómo podría afectar la variabilidad climática la dispersión del pequeño escarabajo de la colmena en las diferentes zonas apícolas de Costa Rica. Por otro lado, en los últimos años, diferentes estudios han investigado el rol de los agentes patógenos en las poblaciones de algunos polinizadores nativos. No obstante, la información sobre la relación hospedero-patógeno, la cual podría afectar diversas especies de abejas nativas sin aguijón, es escasa. Por ejemplo, se menciona que el *Aethina tumida* puede alimentarse y completar su ciclo de vida en hospederos alternos; entre ellos, las abejas nativas sin aguijón (meliponinos), no obstante, la información es limitada. Por lo anterior, se pretende estudiar su presencia en este grupo de abejas, y de esta manera informar y tomar medidas para prevenir la posible pérdida de colonias. Igualmente, se aspira a investigar en este grupo de abejas la presencia de otros agentes patógenos, como el microsporidio *Nosema* spp.

Finalmente, se debe reconocer que el CINAT, a pesar de ser el instituto más pequeño de la FCTM, ha logrado consolidar proyectos y trabajo conjunto, logrando muy buenos resultados en lo relacionado a publicaciones y desarrollo de proyectos. Esperamos acrecentar las sistematizaciones del trabajo realizado en las diferentes áreas estratégicas de la UNA (docencia, extensión, investigación y producción), manteniendo las alianzas hasta la fecha logradas por los académicos, los cuales dan vida a los programas de nuestro Instituto.

Agradecimientos:

Agradecemos a nuestros compañeros de trabajo, quienes dieron aportes para la realización de este documento. También a los estudiantes, apicultores y meliponicultores, razón de ser del CINAT y su misión.

La investigación en recursos marinos y costeros dentro de la UNA

Ángel Herrera Ulloa[1]
Ricardo Jiménez Montealegre
Freddy Pacheco León
Luis Villalobos Chacón

¿Cómo tener una carrera de Biología Marina en una naciente universidad que no tenía ni aulas ni laboratorios? ¿Cómo? Cuando su limitado presupuesto estaba sujeto a decisiones políticas, a veces, favorables y otras veces no tanto. ¿Cómo en una universidad donde su primer rector, luego de acusar a sus antiguos compañeros del llamado movimiento de "Universidad Necesaria", de nihilistas y heredio-comunistas, sorprendió a quienes construíamos la que se conocía como "Universidad de Heredia"? Así fue parte de la historia que tuvimos que vivir en medio de un ambiente hostil, que se levantaba con la manifiesta intención de cerrar, unos cuatro años después de fundada, la Universidad Nacional (UNA).

1 Director, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Correo electrónico: fherrera@una.ac.cr

Después de un reacomodo interno y luego de los primeros "balazos" que nos mandaron desde diversos flancos –fundamentalmente ideológicos–, con la elección de un emprendedor médico veterinario que contaba con el visto bueno de la Casa Presidencial, sobrevivió la UNA. La elección de Alfio Piva Mesén como rector permitió que el rumbo de la "Universidad Necesaria", muy bien descrito en el preámbulo de su primer Estatuto Orgánico aprobado en 1976, después de un debate que ya hacía vislumbrar los conflictos que luego se presentarían.

Así era parte del ambiente que se vivía en la UNA en aquellos años de sus primeros pasos cuando algunos pensaron que era un atrevimiento siquiera pensar en estructurar una carrera de Bachillerato y Licenciatura en Biología Marina, en una universidad "recién nacida". Lo pensaban así porque lo único que la UNA tenía en la segunda parte de la década de los años setenta, eran necesidades académicas, materiales y financieras, difíciles de atender. La UNA ha sido fundada en 1973, con la oposición inicial de algunos profesores y estudiantes de la Universidad de Costa Rica (UCR) que la consideraban como innecesaria, como una acción de interés político electoral, que les disminuiría el limitado aporte financiero del Estado. Pero así nació la UNA, la tercera universidad costarricense, como producto del aporte entusiasta de cientos de mayormente jóvenes académicos que no permitieron que los lamentos de los que nunca faltan, les impidieran vivir la creación de una universidad estatal que inspiraba su quehacer diario.

Aun antes de aprobarse el primer Estatuto Orgánico que ya definía sus facultades y estructura de administración académica, ya existía la convicción de que, como institución de educación superior, la UNA tenía que darle una respuesta a los costarricenses que observaban cómo –quizá, por primera vez en la historia– el muy desconocido mar Caribe y el océano Pacífico que baña nuestros litorales tenían importancia como fuentes de recursos naturales y logísticos. Por esos años fueron sucediendo acontecimientos tales como la reforma constitucional que incluye un mar de 200 millas de ancho con estatus de "jurisdicción especial", como parte de nuestro territorio. Asimismo, al adquirirse cierta conciencia de la riqueza atunera que tripulantes de buques estadounidenses detectaron en sus viajes hacia el canal de Panamá, no fue casual que, desde 1949, en épocas del Gobierno de facto dirigido por una Junta de Gobierno presidida por don

José Figueres Ferrer, se le propusiera a Costa Rica la firma de un tratado internacional con los Estados Unidos, con el objetivo inicial de conservar las poblaciones de atún en nuestro litoral y las poblaciones de sardinas que se usaban como carnada para su pesca con cañas.

De este modo, nació la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), que luego fuere denunciada por el presidente Daniel Oduber Quirós y ratificada dicha denuncia por el también presidente Rodrigo Carazo Odio. Este convenio internacional luego fue retomado mediante el muy extraño mecanismo utilizado por el presidente Óscar Arias Sánchez, de "retirar la denuncia" que estaba en ejecución firme. Fue también en la década de los setenta cuando el señor diputado puntarenense don Arnoldo Ferreto asumió con especial convicción la tarea de que se aprobara una primera Ley de Pesca del Atún en 1975.

Mientras lo anterior sucedía, en la UNA ya se comentaba con más regularidad de la carrera de Biología Marina: área que sería incorporada como una de las cuatro "prioridades globales" de la institución. Paso muy importante aprobado por el Consejo Universitario, pues con él se fortaleció el proceso hacia su estructuración y presentación de solicitud de creación ante la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), organismo muy importante del Consejo Nacional de Rectores (Conare) en la función de coordinar las funciones entre las universidades estatales, entre otros, para evitar duplicidades innecesarias de carreras.

Respecto a la carrera propuesta, parte del apoyo financiero se daría con la llamada "Ley Ferreto", que acogió que el 25% de lo que recaudara el Estado por concepto de venta de permisos y licencias de pesca de atún, así como de las multas y comisos, se destinaran específicamente hacia la carrera de Biología Marina de la UNA para desarrollarse en Puntarenas. Asimismo, por gestiones ante la Asamblea Legislativa, se aprobaron partidas específicas discutidas en el plenario legislativo, durante las sesiones de aprobación del presupuesto general de la República, con el fin de cubrir necesidades de la carrera que se impulsaba desde la UNA.

Pese a esa apertura, también fueron apareciendo otros obstáculos en el camino. Como el asunto del mar en general se había puesto casi "de moda", pronto saltaron otros intereses fuera y en el interior de la UNA. Por un lado, dos colegas biólogos marinos del Departamento de Biología de la UCR hicieron que sus

máximas autoridades solicitaran a la misma OPES que la carrera que eventualmente se crearía fuera ubicada en la universidad que ofrecía, según argumentaron, muchísimo mejores condiciones para su exitoso desarrollo para los escasos biólogos marinos que necesitaba Costa Rica.

Internamente en la UNA, igualmente no faltaron los obstáculos. Un ejemplo lo fue cuando un colega graduado en Oceanografía Física que, entonces, trabajaba en la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, alegaba junto a sus autoridades de facultad, que tal disciplina –la biología marina–, debía desarrollarse donde correspondía según su nombre y no en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales que había sido pensada para la formación en ciencias básicas; aunque la biología fuera una de ellas al lado de química, física y matemática. Otro ejemplo tiene que ver con la Ley 7675 –Ley Ferreto– que fortaleció a la Carrera de Biología Marina dentro de la Escuela de Ciencias Biológicas, por error material, la Ley indicó el nombre Escuela de "Ciencias Ambientales" por Ciencias Biológicas, plasmado en la Ley Ferreto, no faltaron algunos intentos por hacer valer ese texto y despojar a la carrera del financiamiento.

Superado ese escollo, y con el traslado del colega físico al Departamento de Física de la Facultad de Exactas y Naturales, se enfrentaron otros asuntos que hubieran imposibilitado la continuidad. Con la experiencia y buen tino para negociar y sacar las tareas adelante que tuvo el que fuere el director del Departamento de Biología –luego, Escuela de Ciencias Biológicas–, el Lic. Juan Bertoglia Richards, chileno, muy posiblemente no se habría cumplido el anhelo de ofrecer a los jóvenes costarricenses la primera opción de estudio en ciencias marinas desde una universidad estatal. Ante la escasez de recursos, la Ley de Pesca del Atún (luego Ley de Pesca) también había un atractivo financiero especial.

Desde nuestra unidad académica, transformada ya en la Escuela, al aprobarse la carrera de Bachillerato en Biología, se trabajaba por lograr la aprobación de la carrera por parte del Conare-OPES con el apoyo de docentes nacionales y extranjeros. Algunos profesores visitantes extranjeros fueron contratados por tiempos determinados y otros llegaron del exterior por más tiempo, asimismo se realizaron ingentes esfuerzos por obtener becas de organismos extranjeros, así como por otorgar becas financiadas por la UNA. Se avanzaba en todos los campos posibles

y, para ello, se contó con la comprensión y apoyo de diversas autoridades universitarias, entre las que se destacó el rector Alfio Piva Mesén y su secretario general José Andrés Masís Bermúdez, quienes dieron prioridad a un agresivo Plan de Becas general de la UNA y para Biología Marina, en particular.

Aunque se entendió que el fortalecimiento del recurso humano era lo más trascendental en la institución que daba sus primeros pasos y no se podía nutrir suficientemente de los graduados de la UCR, también, durante esa Administración, con la coordinación del Conare, se logró el apoyo del Gobierno de la República para un préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que fue vital en ese momento, para la construcción y equipamiento de la Escuela de Ciencias Biológicas, como parte del desarrollo material de las facultades de Ciencias Exactas y Naturales, y Ciencias de la Tierra y el Mar.

A propósito, hemos omitido nombres de muchos de los que forjaron la Escuela de Ciencias Biológicas, algunos lamentablemente fallecidos, por el riesgo de cometer injusticias y por el carácter de este breve documento. Se sistematizan algunos aspectos que la historia oficial generalmente omite, pero que, sin duda, ayudan a mejorar el panorama de los cimientos que forjaron la carrera de Biología Marina de la UNA.

El enfoque y los temas que se abordaron inicialmente en la carrera fueron: la morfología, los manglares y los arrecifes coralinos. En los años ochenta, con los primeros graduados de la carrera de Biología Marina, se amplió la investigación a pesquerías: se compraron embarcaciones y se enviaron estudiantes al exterior para obtener postgrados. A mediados de los ochenta se iniciaron estudios en acuicultura, durante los primeros años, el Conicit apoyó proyectos liderados por valiosos académicos, algunos ya fallecidos (Charles, Amaratunga y Herrera, 1996).

En 1994, se finalizó la construcción de la Estación de Biología Marina (EBM) en la ciudad de Puntarenas, que fortaleció, de este modo, los procesos en pesquerías y acuicultura. Para 1996, el Conicit traspasó la Estación de Ciencias Marinas (ECMAR) a la UNA, ubicada 40 km al norte de la ciudad de Puntarenas, con facilidades de alojamiento para la investigación y extensión en la zona marino-costera. En 1999, aprovechando que los terrenos del clausurado patio de la estación del ferrocarril a Puntarenas, y aprovechando el suministro de agua marina proveniente de la EBM se gestó entre la UNA, Minae, INA y el INBio, el proyecto Parque Marino del Pacífico, que se inauguró en el 2002.

En materia de cooperación internacional, la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) cooperó en los años ochenta con la investigación en la ECB Heredia para adaptar al país el cultivo de la ostra japonesa (*Magallana gigas*). Luego, del 2002 al 2007, se retomó el vínculo con JICA para cooperar en pesquerías usando como base la EBM. La Universidad de Wageningen, en el marco del proyecto MHO de cooperación holandesa, apoyó procesos en acuicultura de agua dulce y salada: cuatro profesores obtuvieron títulos de postgrado en Wageningen. La cooperación Taiwanesa cooperó del 2003 al 2006 en el desarrollo de granjas marinas de peces en el golfo de Nicoya a partir de inversiones con el personal de la UNA en el Parque Marino del Pacífico.

Con el apoyo interinstitucional, el MAG aportó fondos en 1992 para la construcción de la EBM, además invirtió en el 2012 en un nuevo laboratorio de producción de larvas de ostras en la ECMAR, el Ministerio de Trabajo invirtió en apoyo para construir granjas marinas de ostras. El Gobierno –por medio del Minae que lideró un esfuerzo interinstitucional del cual la UNA es socia– construyó el Parque Marino del Pacífico, con una inversión mayor a los $3 millones, entre otros aspectos, para la educación no formal de la población costarricense en temáticas acerca de nuestros mares y el fortalecimiento de la maricultura para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona costera. Por su parte, el INA se incorporó a los procesos de coordinación para el impulso de la maricultura artesanal, lo que fortaleció las sinergias. La Banca para el Desarrollo, a partir del 2020, ha invertido más de ¢400 millones en mejorar la biotecnología azul en cultivo de peces, apoyar la producción de semilla en el Laboratorio de Producción de Ostras en la ECMAR, y en el desarrollo de granjas marinas en la costa pacífica en el marco de la Maricultura Artesanal en Pequeña Escala (MAPE), el Inder ha destinado más de ¢800 millones en el impulso a los procesos MAPE, al igual el Inamu con ¢120 millones, IMAS con ¢94 millones.

La ECB ha aportado al país más de 200 graduados en la carrera Biología Marina, un Premio Nacional de Ciencias, decenas de publicaciones científicas anuales en el campo del mar y la costa, ha dado lineamientos y recomendaciones para el desarrollo de políticas en la costa y el mar, ha sido fuente de discusión y diálogo nacional sobre temas de interés común para la sociedad costarricense.

Los mares

Costa Rica ha sido un país que, a lo largo de su historia, ha vivido de espaldas al mar. La UNA lanzó desde sus inicios una propuesta nacional para cooperar con un cambio en este paradigma. Con la aprobación del Convenio de la Naciones Unidas sobre la Ley del Mar (Costa Rica la firmó en 1982 y ratificó en 1992), y gracias a la Isla de Coco, de pronto Costa Rica se encontró con once veces más territorio marino que continental (Zona Económica Exclusiva, –ZEE–). Además, en el 2018, en una disputa de límites con un país vecino, resuelta de manera civilizada en la Corte Internacional de Justicia en La Haya, se incrementó el territorio marino en aproximadamente 10 mil kilómetros cuadrados más. La extensión marina no está definida en la parte Caribe, por lo que el total puede andar alrededor de los 580 000 km^2; de los que casi 531 000 km^2 están en el océano Pacífico y alrededor de 49 000 km^2 en el Caribe.

Eones de años atrás, los movimientos de la corteza terrestre dieron cabida a la formación de un istmo que unió a lo que hoy es Sudamérica y Norteamérica. Esta formación corre desde el norte de Colombia a la parte sur de Nicaragua. Del lado Caribe, hacia la porción costarricense, la plataforma continental es muy estrecha, por lo que rápidamente la profundidad del mar se incrementa. Esto es determinante para que no sea un área importante para pesca. En la ciudad de Limón, en menos de 8 millas se pasa de un metro profundidad a más de mil metros de profundidad.

Las corrientes marinas en el Caribe costarricense discurren de noroeste a sureste, dominadas por la corriente del Caribe, que proviene del Atlántico ecuatorial. Esta corriente ha evolucionado en estrecha relación con los cambios de la paleogeografía y las direcciones preferentes del flujo marino han cambiado con el tiempo (Iturralde-Vinent, 2004). A lo largo de la costa, sus playas reciben corrientes con alta energía, las mareas son mixtas y la variación en la altura no es mayor a medio metro. La productividad primaria es relativamente baja a lo largo de la costa (Brenes, Morera y Álvarez, 2017). El régimen pluvial es muy intenso con lluvias todo el año entre los 100 y más de 4000 mm. La costa es exuberante en flora y fauna, razón por la que la mayor parte de la zona costera se encuentra bajo algún régimen de protección ambiental.

Los límites en el Caribe no están delimitados en su totalidad, con Panamá está definido por el "Tratado sobre Delimitación Marítima y de Cooperación Marina entre la República de Costa Rica y la República de Panamá", suscrito por ambas Repúblicas en San José, el 2 de febrero de 1980. Pero los límites marinos con Nicaragua y Colombia no están definidos. En el caso de Colombia, existía un tratado no ratificado de 1977, pero un diferendo entre Nicaragua y Panamá, dirimido por la Corte Internacional de Justicia en el año 2012, dejó sin efecto cualquier negociación previa. Con Nicaragua, la materialización de los límites es producto de un fallo emitido por la Corte Internacional de Justicia denominado Delimitación marítima en el mar Caribe y en el Océano de Pacífico.

En el Pacífico, el país tiene una extensa ZEE, que lo convierte en una potencia marítima en la región. Resalta, primero, el Domo Térmico de Costa Rica, denominado así por Klaus Wyrtki y coexpedicionarios de la National Oceanographic and Athmospheric Administration, en los años cuarenta, y luego, con el Instituto Scripps, en los años sesenta, se dieron las primeras descripciones de esa enorme zona que había sido por muchos años fuente de leyendas por parte de pescadores de atún y marineros. Es un fenómeno oceánico que cambia en tamaño y forma como producto de corrientes marinas con predominancia de la corriente costera de Costa Rica y de cambios en los patrones de vientos, con una surgencia de agua marina fría que provoca una gran riqueza biológica en sus aguas. Su amplitud varía entre 300 a 1000 km, su núcleo se ubica en los 9° N y 90° W (290 millas al oeste de playa Tamarindo). Es el área oceánica costarricense, con más estudios y documentación, ha recibido visitas constantes por parte de cruceros de instituciones internacionales y nacionales. En algún momento será inevitablemente declarado sitio de Patrimonio Mundial Unesco. Es un área de reproducción de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*), principalmente provenientes de Norteamérica, la presencia de otros cetáceos como lo cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y delfines.

Segundo, la cordillera submarina volcánica de Cocos, que corre a lo largo de 1200 km, desde las islas Galápagos hasta el frente de la costa sureste (entre Quepos y Punta Burica que forman parte de la fosa mesoamericana) costarricense. Aproximadamente 780 km dentro de la ZEE de Costa Rica, esta cordillera nació como una anomalía termo-volcánica del manto terrestre,

50 años UNA
Siempre necesaria

dado que esta área tiene una corteza terrestre más delgada que en otras partes del planeta tierra (Rojas y Alvarado, 2012). Por la gran cantidad de montes submarinos, tiene una importancia vital para las migraciones de muchas especies marinas que la usan para viajar a todo lo largo de esta, comunicando el continente con la Isla del Coco y las Islas Galápagos.

Tercero, la Isla del Coco es la principal cima de la cordillera submarina volcánica de Cocos y el cerro Iglesias es su punto más alto (634 m de altura). Primero, la isla fue colonizada por plantas y fauna en la tierra y en el océano. En el siglo XV, se usó como fuente de abasto de agua en las travesías entre Sudamérica y Centroamérica, la usaron piratas, fue por un corto periodo una colonia de reos, como zona de pesca. Después de 1980, se destinó a su conservación y se le dio el rango de parque nacional y, posteriormente, patrimonio de la humanidad: junto con las islas Galápagos, es el centro de acciones de conservación de los recursos oceánicos.

Cuarto, la biodiversidad marina en las zonas costeras, llenas de ensenadas, bahías, tres golfos, cientos de playas, decenas de islas e islotes. Los humanos le hemos dado diferentes usos a su costa pacífica: el norte se ha direccionado hacia actividades turísticas, la parte central al desarrollo de comunidades pesqueras y el sur a la conservación. El golfo de Nicoya es un estuario con alta producción primaria, con sus patrones de mareas y corrientes y aportes de ocho cuencas hidrográficas; las principales son las de los ríos Tempisque y Tárcoles que, en los últimos años, se han convertido también en fuentes de nutrientes e insecticidas que provienen de la agricultura, así como contaminantes que provienen de las ciudades. Se ha explotado de manera no sostenible desde la colonia, las perlas son la primera referencia de explotación y declive (Fonseca-Corrales, *et al.*, 2001).

También hubo un comercio de maderas preciosas para exportación hasta que, a principios del siglo XX, fueron comercialmente deforestadas y las dejó en el rango de especies en vías de extinción. La producción de sal fue importante en el siglo XIX y buena parte del XX. Se usaron tierras cercanas a los manglares, pero su importancia decayó después de la aprobación en el 2020 del Tratado de Libre Comercio con México. La ciudad de Puntarenas era el centro comercial de estas actividades hasta antes de la construcción de las carreteras; en especial, la interamericana, a finales de los años cincuenta. De hecho, la Estación de Biología

Marina se construyó en las antiguas bodegas de la sal, que se usaban como centro de almacenaje para el mercado nacional y la exportación por barco.

La pesca

La UNA ha tenido desde 1973 un peso importante en las medidas de manejo sobre la actividad pesquera, con un aporte excepcional de muchas investigaciones, en especies como sardinas y camarones. Primero el Departamento de Pesca y Acuicultura del MAG y, luego, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (Incopesca) han solicitado el apoyo científico y técnico en torno a la sostenibilidad de las especies. Un punto de inflexión se dio con la actitud de la Junta Directiva del Incopesca en relación con la operación de la pesquería de arrastre de camarón. Desde 1990, la UNA alertó de la sobreexplotación de muchas especies marinas; entre ellas, el camarón. Tanto por la pesca artesanal como por la flota semiindustrial arrastrera de camarón, en continuos estudios e informes se solicitaba un cambio en las políticas públicas en aras de evitar el agotamiento de los recursos y, por tanto, el empobrecimiento de las comunidades pesqueras.

En materia de recurso pesquero no ha habido una apertura y deseo de autoridades gubernamentales de disminuir la presión pesquera y el resultado es zonas con pocas capturas y comunidades empobrecidas. Para el tema del recurso camarón, el sector de pesca de arrastre y el Incopesca desobedecieron los llamados de la sociedad civil. Se agravó la situación cuando sus ingresos principales –que provenían del camarón– cambiaron por peces de interés comercial (pargos, corvinas, cabrillas, róbalos), de manera que competían y afectaban los ingresos del sector de pescadores artesanales. A esto se sumaba la falencia del Incopesca para vigilar y sancionar las actividades ilegales, no declaradas y no documentadas, que hizo que grupos organizados llevaran el problema a terceros. Dada la falta de respuesta, para el 2013, la Sala Constitucional prohibió emitir o renovar nuevas licencias, recalcando los daños severos al fondo marino y la falta de control gubernamental. Si bien lo anterior produjo el cierre de la actividad y, por tanto, la presión sobre el recurso

pesquero, también provocó el cierre de empresas procesadoras con los respectivos despidos, tema saldado desde el punto de vista legal pero no socialmente.

Cultivos marinos

En la costa se desarrolla de manera extensiva, desde 1975, el cultivo de camarón (*Lytopennaeus vanamei*), debido a la poca área de cultivo, no hay rentabilidad para laboratorios de ciclo cerrado de esta especie que proporcione postlarva a las granjas; por tanto, las postlarvas son importadas de países vecinos, con los problemas de contaminación cruzada que esto provoca. El área de cultivo está muy limitada, ya que son menos de 1500 ha, y en el Golfo de Nicoya se ubican unas 700 ha. Una buena parte se asentó sobre antiguas salineras, pero hay una tendencia a disminuir, ya que su expansión es muy difícil por la competencia con tierras destinadas a la conservación, tierra de vocación agrícola más rentable, urbanismo y turismo. Asimismo, la competitividad con otros países es menor por los salarios con sus cargas sociales, la dependencia de larva importada (comprada a países vecinos), y biotecnologías menos eficientes.

En maricultura, la UNA es el líder en el país, esto no solo en investigaciones sino también en el desarrollo de proyectos productivos. La estrategia ha sido el buscar apoyos, ya sea con convenios, alianzas o, simplemente, el desarrollo de cada uno por su propio quehacer y unir los resultados. La punta de lanza ha sido con los proyectos desarrollados por el Parque Marino del Pacífico, entidad de la cual la UNA es socia y responsable estratégica del componente biotecnológico azul.

Investigadores de la UNA, desde la década de los noventa, estudian especies como el Pargo de la Mancha (*Lutjanus guttatus*), que tiene una demanda muy alta en los mercados nacionales y Estados Unidos. El Parque Marino del Pacífico escaló las investigaciones preliminares y las trasladó a pruebas piloto con apoyo de la cooperación del Gobierno de Taiwán y de la Universidad Católica del Norte de Chile. Los procesos implicaron la preparación de diversos protocolos (cuarentena, alimentación de reproductores, alimentación de larvas y otros) y en el 2006, Aquapargos S.A. –una pequeña empresa– entró en conversaciones con el Parque Marino del Pacífico para obtener transferencia

tecnológica con referencia al Pargo de la Mancha. Después de muchas negociaciones entre la empresa, el Parque y la UNA, en el 2008, se firmó un contrato de transferencia por tres años y, en el 2010, los dueños en ese entonces de la empresa buscaron socios que escalaran la producción comercial, entonces, MARTEC absorbió a Aquapargos, compró un laboratorio de camarón marino en Punta Islita, lo convirtió a producción de peces marinos y desarrolló una granja en Quepos (Herrera, 2019).

En el tema de cultivo de ostras (*Cassostrea gigas),* la UNA en los años ochenta inició procesos de desarrollo tecnológico. A partir de la cooperación de la Agencia de Cooperación del Japón se iniciaron esfuerzos para cerrar el ciclo. Con la apertura de la Estación de Biología Marina en los noventa, se iniciaron procesos de producción. En el 2001 se empezó con la transferencia tecnológica a granjas de pequeños productores, para el 2014 se abrió un nuevo laboratorio en la ECMAR y se incrementó el proceso de apoyo a pequeños productores. En el 2019, el laboratorio de producción de ostras en la ECMAR inició operaciones con total capacidad; gracias al apoyo de técnicas pagadas por Fundación del Parque Marino del Pacífico y del Sistema de Banca para el Desarrollo. En general, a partir del 2019 se ha incrementado el apoyo del sector público para desarrollar más granjas de ostras, pargos y de camarones en jaulas, así como el desarrollo de diversificaciones en los mismos proyectos, como restaurantes para atención turística.

50 años UNA Siempre necesaria

Las comunidades costeras en los albores de la UNA

Siendo consecuente con lo que establece su primer Estatuto Orgánico, la Universidad Nacional nace a partir de un incuestionable compromiso social con los sectores más desposeídos de la sociedad costarricense; no solo generó la captación de un perfil estudiantil con recursos ilimitados, sino la formulación de propuestas de vinculación socioproductiva con sectores marginales, que estuvieran orientadas a mejorar su calidad de vida y su incorporación plena al desarrollo nacional. En ese marco contextual, histórica e ideológicamente definido, se plantean las primeras experiencias en las zonas rurales con comunidades y

organizaciones campesinas, indígenas, comunidades costeras y se comienzan a insinuar los primeros esfuerzos por reivindicar la participación de las mujeres en los diferentes ámbitos de la gestión local.

En el caso particular de las comunidades costeras, el Departamento de Filosofía formuló un proyecto denominado Concientización y Alfabetización Campesina a principios de los años ochenta, el cual llevaba a cabo algunas intervenciones en la comunidad de Colorado de Abangares; sin duda una de las más deprimidas de todo el golfo de Nicoya. Este proyecto buscaba incidir en grupos sociales de piangüeros y pescadores locales, muchos de ellos analfabetos y, además, con gravísimas limitaciones de ingreso, medios de trabajo, vivienda y servicios básicos, entre otros. Estas limitaciones, fundamentalmente asociadas a las escasas fuentes de trabajo, obligan a los académicos de Filosofía a gestionar apoyo en otros ámbitos de la UNA. La FCEN era en ese momento donde se gestaba un proceso decidido de desarrollo en el campo de las ciencias marinas.

Con el aporte de varias unidades académicas de la FCEN, específicamente, las Escuelas de Ciencias Biológicas, Química, Matemáticas, y el Departamento de Física y la primera propuesta de extensión denominada Programa Integrado de Extensión de Capacitación a Comunidades Pesqueras. Desde su concepción, este programa incluía acciones de capacitación técnica en aspectos pesqueros y productivos, gestión organizativa y administrativa, además de componentes de tipo social y comunitario e inicia sus actividades en 1982 en la comunidad de Colorado de Abangares, de donde recién se había retirado el Departamento de Filosofía.

El Programa de Comunidades Pesqueras logró incidir en la comunidad de Colorado de Abangares, donde se estableció una organización local de pescadores y concheros (Coocopeco R.L) y en donde se desarrollaron actividades que incluyeron desde alfabetización de adultos, capacitación técnico-pesquera en conjunto con el INA, huertas caseras, organización y administración cooperativa entre muchas otras acciones.

Esta primera fase, desarrollada durante cinco años en Colorado de Abangares, hizo que el Programa de Comunidades Pesqueras se convirtiera en un referente nacional y de apoyo a otras entidades del Estado (Infocoop, MAG-Incopesca, INA, entre otras). En los años subsiguientes, se participó en la

conformación de alrededor dieciocho cooperativas de pescadores a escala nacional e, inclusive, en la constitución de dos federaciones de pescadores (ORCOOPES R.L. y Fedepesca R.L). Esto permitió la canalización de recursos financieros para las organizaciones por parte de entidades internacionales y nacionales (CIDA, SDID, FIA, CRF, Agencia de Cooperación Española) para la implementación de centros de acopio, asistencia técnica, equipamiento y proyectos de apoyo complementarios en muchas de estas organizaciones.

Una experiencia adicional significativa a finales de los años ochenta fue la participación de la UNA en la conformación, en el ámbito nacional y particularmente en el golfo de Nicoya, de los Comités Locales de Pescadores (Colopes), una iniciativa interesante de la entonces Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura, la cual formalizó más de cincuenta organizaciones de esta naturaleza; un modelo que fue bien asumido por las comunidades de pescadores, pero con una vida efímera, dado que, en pocos años, perdieron apoyo, entre otras, por razones de naturaleza política.

Ciertamente, muchas de estas organizaciones, cooperativas como Colopes, no lograron prevalecer en el tiempo y ya para finales de los años noventa algunas habían desaparecido por razones diversas, como falta de claridad en cuanto al apoyo estatal, malos manejos, limitaciones del modelo cooperativo, pero, fundamentalmente, por decaimiento en los rendimientos de la pesca, ya en proceso de sobreexplotación para esos años. Sin embargo, las bases organizacionales y los liderazgos generados en esta fase sentaron la semilla para las etapas subsiguientes de apoyo a las comunidades costeras en general y que se proyectan hasta el momento actual. Muchas de las asociaciones civiles actuales tienen su base en esa experiencia.

Las experiencias y dificultades también fueron una lección aprendida: la necesidad de que los procesos de gestión debían de tener alcances integrales e interdisciplinarios, tanto en el ámbito interinstitucional, como en lo local. Esta concepción, en términos generales, ha prevalecido en el tiempo y se refleja en otros procesos posteriores como el caso del Programa de Isla Venado, el Programa de Desarrollo Integral del golfo de Nicoya, las iniciativas desarrolladas por el IEM en el golfo de Nicoya, entre otras.

50 años UNA
Siempre necesaria

El Programa Caribe

Como resultado de la experiencia desarrollada durante la década de los ochenta en el litoral Pacífico, especialmente, en el golfo de Nicoya, en 1989, la Junta Administrativa para el Desarrollo de la Vertiente Atlántica (Japdeva) solicitó a la Escuela de Ciencias Biológicas apoyo para llevar a cabo –mediante un convenio– un proceso similar en las comunidades del litoral Caribe. Este programa se lleva a cabo durante tres años y permitió conformar organizaciones locales en las principales comunidades, tanto del Caribe Norte, como Caribe Sur.

No obstante, el proceso fue interrumpido por algunas diferencias de criterio en términos metodológicos, de los objetivos conjuntos y condicionados por la naturaleza política de Japdeva. En este caso, y a pesar de que no fue posible dar continuidad a las iniciativas locales, se sentaron las bases de procesos organizacionales posteriores, particularmente en Barra del Colorado y Manzanillo, donde, en los años siguientes, se han establecido nuevas organizaciones que incorporaron actividades como la actividad turística y no solo la pesca, como se pretendió inicialmente.

Investigación pesquera y las comunidades

Debe recordarse que el impulso al desarrollo de las ciencias marinas consideró, desde sus orígenes, la evaluación de los recursos pesqueros y la acuicultura como áreas de interés y, por tanto, de investigación prioritaria para el desarrollo nacional. Es decir, esta debería estar orientada a la evaluación de recursos pesqueros estratégicos, no solo comerciales, sino ecológicos, pero también a generar conocimiento y tecnologías de cultivo para favorecer sectores económicos de la sociedad que así lo requirieran.

En el caso de la evaluación pesquera, los esfuerzos se enfocaron en especies de alto valor comercial, en riesgo de sobreexplotación o de alta funcionalidad ecológica; tal fue el caso de las corvinas (Scianidae), camarones (*Lythopenaeus* sp), chuchecas, pianguas (Arcidae), sardinas (*Ophistonema* sp), entre otras. En

este proceso, los pescadores constituyeron actores complementarios para el suministro de material biológico y de información verbal de apoyo a las investigaciones en curso. En algunos casos se llevaron a cabo talleres, reuniones y actividades conjuntas para el intercambio de información pesquera o en la implementación de ensayos para la instalación de sistemas empíricos de cultivo, tal fue el caso de las chuchecas, pianguas y cultivos de Lisas (Mugilidae) en Colorado de Abangares y en la zona de Punta Morales, así como experiencias conjuntas con los pescadores para utilizar tecnologías sencillas para el mantenimiento de carnada viva en jaulas flotantes, en momentos en que esta era una necesidad evidente para la pesca con línea.

También, en relación con temas pesqueros, ha sido evidente y constante la interacción interinstitucional, para incorporar vacíos de información en temas diversos; tanto en la evaluación de recursos puntuales, como en la interpretación ecosistémica de conflictos asociados a la sobreexplotación de recursos estratégicos, funcionalidad ecológica, y áreas de protección. Muchos de los resultados han sido aportes que se han incorporado en la legislación nacional para el manejo integrado de los recursos pesqueros.

Maricultura, gestión tecnológica y pertinencia social

Entendiendo que la gestión académica en ciencias marinas ha respondido, de manera general, a procesos simultáneos y complementarios, debe señalarse que, también, desde mediados de los años ochenta se emprendieron esfuerzos claros y decididos para posicionar la maricultura como una opción tecnológica factible de implementar en nuestras zonas costeras, con el fin de generar alternativas económicas a las comunidades y sostenibilidad a su entorno ambiental.

Es así como en esos años se lleva a cabo una serie de investigaciones de línea base biológica para la evaluación de especies susceptibles de ser cultivadas en sistemas controlados y, eventualmente, transferir la experiencia a sistemas con fines de producción. Sin embargo, limitaciones propias de una institución naciente dificultaron un avance acelerado en ese aspecto; específicamente, en la implementación de las diferentes fases del proceso tecnológico, considerando que el centro de trabajo era la Sede Central de Heredia. Aun así, se llevaron a cabo varias

experiencias piloto en localidades como Paquera, Puerto Jiménez y Quepos, con especies como *Magallana gigas*, *Magallana gigas* y en la evaluación de poblaciones naturales de *Anadara* sp y *Mytella* sp, entre otras.

Sin duda, un freno de naturaleza geográfica y tecnológica es significativamente solventado en 1998 con la creación de la Estación de Biología Marina en Puntarenas, que no solo propiciaba facilidades y mejores condiciones para el trabajo científico, sino de una mayor y constante cercanía con los usuarios, organizaciones y comunidades aledañas interesadas y necesitadas de implementar alternativas de trabajo. Así, en el periodo 2001-2004 ya se establecieron experiencias conjuntas en cultivo de moluscos con organizaciones locales de Costa de Pájaros y Punta Morales, que estaban constituidas por pescadores y grupos de mujeres. Esto todavía tenía un alcance experimental, pero con un valor intrínseco adicional y determinante como fue, precisamente, la incorporación de las comunidades en todo el proceso de ejecución de dichas experiencias.

De este modo, a partir del 2010, se fortalecieron significativamente las posibilidades de incentivar en el entorno social del golfo de Nicoya proyectos de interés productivo; principalmente, en cultivo de moluscos en las comunidades. Ha sido trascendental, en este sentido, el liderazgo y posicionamiento de la UNA en el ámbito regional y nacional, para promover a la fecha la implementación formal de nueve granjas ostrícolas y proyectar al menos quince en los próximos años. Además de un laboratorio especializado en la producción intensiva de semilla en sistema cerrado y depuración microbiológica en Punta Morales, con lo cual se estará consolidando el respaldo a las organizaciones productoras y la atención de la creciente demanda en el mercado nacional.

Ha sido, además, determinante desde la visión institucional, la prevalencia de enfoques integrales, multi e interdisciplinarios en la forma de concebir e implementar los procesos de gestión regional y local, lo que ha permitido establecer coordinaciones interinstitucionales de otro nivel para superar barreras técnico-científicas, financieras y legales; inclusive, para incidir en la generación de políticas de apoyo a iniciativas de esta naturaleza en los ámbitos regional y nacional. Igualmente, en el ámbito local, para enfrentar las necesidades inmediatas de las organizaciones, con el fortalecimiento de su capacidad autogestionaria,

la trazabilidad de los emprendimientos y la autoestima con visión de género, de manera que en el corto y mediano plazo se generen beneficios tangibles, no solo económicos sino para el bienestar general de las comunidades costeras.

Áreas protegidas, manejo de recursos costeros

El vínculo permanentemente establecido con las comunidades costeras ha facilitado la visualización de los conflictos costeros asociados a la sobreexplotación de los recursos y a la necesidad de fortalecer las acciones de conservación y manejo de los diversos ecosistemas. En muchas ocasiones han sido las mismas comunidades las que han planteado su preocupación acerca del deterioro de los recursos, de especies comercialmente importantes o de sitios ecológicamente estratégicos que ameritan ser protegidos o regulados.

Un ejemplo de estos casos ocurrió desde mediados de los años noventa en la zona del golfo de Nicoya, donde comunidades como Palito de Chira plantearon a biólogos de la UNA la urgencia de establecer alguna forma de protección a dichos sitios, que, en su momento, se le llamó: "Áreas de Exclusión Pesquera". Luego de varios años (2008), Incopesca formalizó una modalidad de protección compartida que se llamó "Áreas Marinas de Pesca Responsable (AMPR)", en las cuales las comunidades juegan un papel protagónico para su protección y manejo.

Sobre todo, en la región del golfo de Nicoya, la UNA ha brindado un acompañamiento permanente a las AMPR, incluyendo la definición de las áreas, formulación de propuestas, medición, evaluación y monitoreo de sus recursos, siempre en conjunto con las comunidades aledañas. Adicionalmente, en algunas se han generado iniciativas productivas complementarias, tal es el caso del cultivo de moluscos, dicho anteriormente.

Se debe mencionar también el fortalecimiento de acciones conjuntas con el Sinac, sobre todo en los últimos quince años con el fin de apoyar las Áreas Marinas Protegidas (AMP). En este sentido y mediante diversos mecanismos, ha sido posible generar propuestas de manejo, asesorías, evaluación de ecosistemas relevantes, capacitaciones y actividades conjuntas que han llenado vacíos de información y acciones de planificación para su conservación y manejo.

Acuicultura en Costa Rica

Acuicultura es el grupo de técnicas que se utilizan para la producción de organismos acuáticos, basada en conocimiento científico que considera los diversos aspectos de estos, como su anatomía, fisiología y ecología. Es una actividad ancestral de producción de alimento, principalmente proteína animal o vegetal para la seguridad alimentaria.

La acuicultura es probablemente el área de desarrollo y conocimiento que ha tenido mayor crecimiento dentro de las actividades de producción de alimento en las últimas décadas. Este aumento del interés en esta actividad se centra en el hecho de que la extracción pesquera ha venido disminuyendo drásticamente; existe un estancamiento de las capturas pesqueras desde principios de los años noventa. Actualmente, la acuicultura es una actividad consolidada, en constante desarrollo, y que coadyuva a cubrir la demanda creciente de productos pesqueros.

Costa Rica, por sus características fisiográficas, clima y amplitud de su zona económica marina exclusiva cercana a los 600 000 km^2, es un país que cuenta con las características idóneas para el desarrollo de la acuicultura. Esta actividad productiva empezó su desarrollo en la década de los sesenta en ambientes de agua dulce, mediante la introducción por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de dos especies de tilapia provenientes de El Salvador. Posteriormente, nacieron esfuerzos para la producción de otras especies como el langostino de agua dulce y la trucha. La gran mayoría de esfuerzos eran realizados y apoyados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el cual creó, a partir de 1974, el Departamento de Acuicultura adscrito a la Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre, lo que después derivaría en la creación del actual Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (Incopesca). Otras instituciones se sumaron a estos esfuerzos iniciales, entre ellas la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica (Japdeva), la Asociación Bananera Nacional (Asbana, hoy Corbana), el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) y el Centro Agrícola Cantonal de San Carlos, entre otras. Y ya a mediados de los años ochenta se estableció la empresa Aquacorporación Internacional S.A. la cual –aún en la actualidad– produce cerca de 15 000 toneladas anuales de tilapia.

El desarrollo de la acuicultura marina en Costa Rica inició en la siguiente década (años setenta) cuando empresarios privados empezaron con la producción de crustáceos; inicialmente, mediante la reconversión de estanques destinados para la elaboración de sal en estanques para la cría de camarones. Posteriormente, en la siguiente década se inició con el cultivo de semillas y de la ostra del Pacífico, e igualmente se iniciaron las investigaciones para la crianza de peces marinos, concretamente el pargo mancha.

Acuicultura en la Universidad Nacional

En este contexto, la Universidad Nacional, mediante la iniciativa de algunos académicos de la Escuela de Ciencias Biológicas, impulsó, hacia finales de los años ochenta, la inclusión de la acuicultura como parte de su pénsum académico. Estaba claro que para ese entonces la acuicultura era una actividad en desarrollo, y el país requería de personal capacitado en el área de producción acuática. Hasta ese momento, el apoyo técnico y científico provenía de profesionales en otras áreas como la agronomía, zootecnia, pero se requería mayor especialización para lograr un efectivo desarrollo nacional de la acuicultura.

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en sus lineamientos iniciales sobre áreas temáticas, siempre consideró a las ciencias marinas como un campo de muy alta prioridad. La Escuela de Ciencias Biológicas ha impartido desde 1975 carreras de Biología y enfatiza en aspectos aplicados: Licenciatura en Biología Tropical, y desde 1979, la Licenciatura en Biología Marina con concentración en Acuicultura. A partir de 1991, se añadió la concentración en Manejo Pesquero, además, de la Licenciatura en Biología Tropical con concentración en Manejo de Recursos Naturales. Y en 1984, la Escuela de Ciencias Biológicas decidió incluir en su Plan de Mediano Plazo 1985-1990, la apertura de Licenciaturas en Acuicultura, Biología Pesquera, Biología Marina e Hidrobiología. Atendiendo ese interés y necesidad de desarrollo académico, en 1987, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales solicitó al biólogo pesquero Dr. Hubert Matthes una asesoría para el Programa de Ciencias Marinas de la Facultad.

Como resultado de ello, este presentó un plan de estudios para la carrera de Biólogo Acuacultor. Adicionalmente, hacia fines de 1988, el Consejo Directivo de la Escuela de Ciencias Biológicas aprobó el proyecto de prórroga de un convenio existente, a saber, el Convenio Universidad Nacional-Universidad Agrícola de Wageningen LUW 1989-1992, que contenía como aspecto primordial, la modificación curricular del Énfasis en Acuicultura.

Así, en 1990, la Asamblea de Escuela de Ciencias Biológicas aprobó el nuevo currículo de Bachillerato en Biología Marina y la Licenciatura en Biología Marina con dos énfasis, uno en Acuicultura y otro en Manejo de Recursos Pesqueros, los cuales se implementaron en marzo de 1992. En 1996, comenzó en la Universidad Nacional un proceso de evaluación y reforma académica (EVA-UNA) con el fin de mejorar la academia utilizando de manera óptima los recursos. Dentro de este proceso, las Áreas de Acuicultura y de Manejo de Recursos Costeros se decide, en 1998, unificar los énfasis de Acuicultura y de Manejo Pesquero con el propósito de graduar a un profesional de formación más amplia que redundara en mejores opciones de empleo y desempeño. Además, en 1997-1998, entra en función plena la Estación de Biología Marina en la cual se podía realizar investigación en Maricultura y Pesquería.

Así, la Universidad Nacional emprendió varias acciones para su línea de desarrollo en Acuicultura. Una fundamental fue la modificación del pénsum académico mediante la inclusión de cursos en el área de producción acuática, tales como Ingeniería Acuícola, Metabolismo y Crecimiento de Organismos Acuáticos, Calidad y Procesamiento de Productos Acuáticos, Patología de Organismos Acuáticos, Nutrición y Formulación de Dietas, Cultivo de Moluscos, Manejo de Estanques, Reproducción y Alevinaje, Administración de Empresas Acuícolas, Invertebrados de Interés Comercial, Ecología Acuática, Ictiología, Calidad de Agua, Metabolismo Intermedio, Carcinología, Malacología, Fitoplancton Marino y Algología, entre otros. Todos estos cursos tenían como objetivos precisamente contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país mediante la creación de nuevas fuentes de trabajo en el campo acuícola, que se lograra el fomento de la acuicultura en Costa Rica y Centroamérica, con base en la graduación de profesionales capacitados en ese campo, destinados al mercado laboral privado y estatal, y capaces de desarrollar investigación académica en acuicultura aplicada a los problemas del sector productivo acuícola, con lo

cual colaboraran con el sector estatal en actividades de extensión y producción destinadas al desarrollo rural.

Otra acción importante de la UNA en la línea de desarrollo de acuicultura fue el establecimiento de alianzas estratégicas de cooperación internacional. Se logró la cooperación de instituciones, tales como la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) que colaboró con equipo y facilitó expertos para el desarrollo y promoción del cultivo de ostras, fundamentalmente, mediante el Convenio UNA-JICA para el Apoyo en el Manejo de Recursos Marinos. Años después, y como se mencionó anteriormente, se logró la cooperación del Gobierno holandés con el Convenio UNA-LUW/Ciencias Acuáticas. Este programa inició en 1989 (UNA-LUW, Universidad Nacional-Universidad Agrícola de Wageningen) y permitió el replanteamiento del Plan de Estudios de la Carrera de Biología. También se apoyó principalmente la reproducción de especies de agua dulce como el tambaquí (*Colossoma macropomum*).

Finalmente, otra acción importante fue el fortalecimiento de su equipo académico mediante la formación a nivel de posgrado, así como la capacitación de su personal mediante la participación en cursos internacionales. La cooperación holandesa permitió la formación de cuatro académicos en el área de acuicultura; tres de ellos a nivel de doctorado (Ph. D.) y uno a nivel de maestría (M. Sc.).

La Universidad Nacional ha sido pilar fundamental en el desarrollo de la maricultura en Costa Rica, fundamentalmente con dos especies de interés comercial: el pargo de la Mancha y la ostra del Pacífico. Con ostras, la Universidad Nacional inició la investigación para el desarrollo tecnológico de la producción y cultivo a ciclo cerrado de ostras, y ya en el año 2001, se inició la transferencia tecnológica a comunidades de pescadores artesanales; las primeras, ubicadas, una en Isla Pájaros y la otra, en Punta Morales, ambas en el golfo de Nicoya. La actividad se ha venido desarrollando con éxito, mediante el apoyo técnico-científico de la UNA hacia las comunidades costeras que han emprendido esta actividad. Adicionalmente, y con el apoyo económico y técnico de instituciones como el Inder, el IMAS y el MAG, actualmente se cuenta con el Laboratorio de Producción de Semilla de Ostras y Depuración Post-Cosecha, el cual tiene la capacidad instalada para suplir de semilla a 15 granjas ostrícolas. De hecho, ya se cuenta con cinco granjas productoras de ostra,

50 años UNA
Siempre necesaria

manejada por habitantes de la zona costera, que son capaces de colocar su producto en el mercado nacional.

Temas a remarcar en acuicultura

El desarrollo de cualquier actividad tiene que ir de la mano con el fortalecimiento de capacidades, y con la investigación científica. Este desarrollo exige una demanda continua de profesionales especializados en los diversos campos de esa actividad, y un desarrollo científico que la apoye. La Universidad Nacional ha participado en ambas direcciones, no solo formando profesionales en el campo de producción de organismos acuáticos marinos y dulceacuícolas, sino también desarrollando investigaciones científicas que favorecen la actividad a escala nacional y regional. En este momento, muchos de los profesionales UNA han laborado y laboran en instituciones públicas y privadas de producción acuícola, mediante emprendimientos propios, o como funcionarios públicos en instituciones que fomentan la actividad de acuicultura. Se ha podido, a través de ellos y ellas, un excelente posicionamiento nacional en temas de acuicultura, y se continúa brindando valiosos aportes, no solo a la sociedad civil, sino también a la ciencia. La acuicultura se ha desarrollado en Costa Rica con el apoyo de muchas instituciones, entre las cuales, la Universidad Nacional tiene una posición especial por su aporte demostrado a lo largo de más de 35 años.

Bibliografía

Iturralde-Vinent, M. (2005). La paleogeografía del Caribe y sus implicaciones para la biogeografía histórica. *Revista del Jardín Botánico Nacional, 25-26*, 49-78.

Brenes, C. L., Morera, R. B. y Álvarez, S. L. (2017). Descripción de la distribución espacial de la clorofila a temperatura y salinidad en la plataforma y el talud continentales del Caribe centroamericano*. Revista Ciencias Marinas y Costeras*, *9*(1), 41-59.

Fonseca-Corrales, E., Alvarenga-Venutolo, P. y Solórzano, J.C. (2001). *Costa Rica en el siglo VIII.* Editorial de la Universidad de Costa Rica. https://www.sinabi.go.cr/Biblioteca%20Digital/LIBROS%20COMPLETOS/Fonseca%20Elizabeth%20et.%20al/C.R.%20en%20el%20siglo%20XVIIp.1-268.pdf

Herrera, A. y Charles, T. (1995). Análisis de las referencias en ciencias marinas y costeras en Costa Rica de 1984 a 1994. [Documento de trabajo MICIT], Publicaciones UNA.

Herrera, A. (Ed.). (2019). *Producción de peces marinos juveniles en Costa Rica*. EUNA.

Rojas, W. y Alvarado, G. E. (2012). Marco geológico y tectónico de la Isla del Coco y la región marítima circunvecina, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, *60*(S3) 15-32.

Plaguicidas y contaminantes emergentes: la creación y desarrollo del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET)

Luisa E. Castillo[1]
Elba de la Cruz[2]
Freylan Mena[3]
Patricia Monge[4]
Martha Orozco[5]
Fernando Ramírez[6]
Clemens Ruepert[7]
Seiling Vargas[8]
Karla-Solano-Díaz[9]

1 Ecotoxicóloga, profesora-investigadora, pensionada, lecastillo2010@gmail.com
2 Ecotoxicóloga, profesora-investigadora, pensionada, elbamd@gmail.com
3 Biotecnólogo, profesor-investigador, freylan.mena.torres@una.cr
4 Médica-epidemióloga, profesora-investigadora, pensionada, patmonge@gmail.com
5 Microbióloga, profesora-investigadora, marta.orozco.aceves@una.cr
6 Agrónomo, profesor-investigador, fernando.ramirez.munoz@una.cr
7 Químico ambiental, profesor-investigador, clemens.ruepert@una.cr
8 Química, profesora-investigadora, seiling.vargas.villalobos@una.cr
9 Ingeniera química, profesora-investigadora, karla.solano.diaz@una.cr

Este capítulo consta de dos partes: la primera, sobre los orígenes del IRET. En ella se incluye el desarrollo de sus diferentes áreas (ambiente, salud, diagnóstico y alternativas) hasta la aprobación del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) y la creación de sus laboratorios (Larep y Ecotox) y programas académicos, a saber, la Maestría en Salud Ocupacional y la Maestría en Ecotoxicología Tropical. En la segunda parte se plantean las fortalezas y retos de las áreas de ambiente y diagnóstico y alternativas. El desarrollo posterior a la conformación del Instituto del Área de Salud ha sido tratado en un capítulo aparte.

A inicios de la década de los ochenta, el uso de plaguicidas en Costa Rica se había incrementado sustancialmente a partir de los años cincuenta cuando se introdujeron al país y dio inicio el cambio hacia una agricultura dependiente del control químico de plagas (Hilje *et al.*, 1992). Para entonces, eran frecuentes las noticias sobre intoxicaciones de los trabajadores de fincas agrícolas, principalmente en el cultivo del banano. También se conocía de mortandades de peces, camarones y otros organismos acuáticos en áreas arroceras, bananeras y otras. En el ámbito mundial se conocía ya el daño ocasionado por los plaguicidas organoclorados; en 1962, se había publicado el famoso libro de Rachel Carson *Silent spring* (1962), donde se denunciaba el efecto del DDT en la reproducción de las aves.

En Costa Rica, en 1980, se documentó por parte de dos microbiólogos, A. L. Ramírez y C. M. Ramírez (1980), el caso de la infertilidad de los trabajadores de las bananeras que habían estado en contacto con el DBCP, que es un fumigante que se utilizó hasta 1988, para controlar los nemátodos que afectan las raíces del banano. La intoxicación de trabajadores por el uso de insecticidas organofosforados fue documentada por Ingianna *et al.* (1983) y un año después Mercedes Barquero y Manuel Constenla (1984) publicaron un estudio sobre la ocurrencia de organoclorados en tejido adiposo humano. En esas circunstancias, el director de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, el Dr. Charles Schnell, planteó a una de las autoras de este capítulo –Luisa E. Castillo– si le interesaba hacer la traducción del inglés al español de una serie de publicaciones sobre las características y el manejo seguro de un grupo de los plaguicidas más usados en esa época. Una vez realizadas estas traducciones, se decidió usarlas para hacer capacitaciones para trabajadores

50 años UNA
Siempre necesaria

agrícolas y pequeños agricultores. Estas capacitaciones se llevaron a cabo en todo el país, tanto para pequeños agricultores, como para trabajadores de fincas agrícolas exportadoras.

Al inicio, se contó con el apoyo en diferentes momentos de colegas biólogos, químicos y agrónomos y también de instituciones como el Ministerio de Salud, algunas ONG e, incluso, algunas compañías agrícolas. Esta fue una experiencia muy interesante, no solo por las capacitaciones desarrolladas, sino por la oportunidad de conocer de primera mano las circunstancias en que se manejaban estos productos peligrosos, sus formas de aplicación, la intensidad de uso en los diferentes cultivos y de poder documentar por medio de fotos y entrevistas esta realidad. Era evidente la exposición a plaguicidas para los trabajadores, las comunidades y el ambiente. Se tuvo la oportunidad de observar, por ejemplo, a mujeres y niños trabajando sin ninguna protección en galeras y bodegas, que abrían bolsas impregnadas de insecticidas que se iban a usar para cubrir los racimos de banano; o bien, a trabajadores que aplicaban productos granulados tóxicos con la mano. Visitamos comunidades prácticamente inmersas dentro de los cultivos donde se aplicaban plaguicidas incluso por vía aérea. Ríos y quebradas igualmente inmersas en las áreas de cultivo o canales de drenaje que desembocaban directamente en estos cuerpos de agua, cosa que aún ocurre hoy día.

Fue evidente también la falta de información sobre el efecto que el uso de plaguicidas tenía en el ambiente y la salud. Por esa época se dio la oportunidad de reclutar a una médica para este trabajo, Catharina Wesseling, quien posteriormente ayudó a desarrollar una de las áreas de investigación del futuro Programa de Plaguicidas y del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), a saber, el Área de Salud. Ya era evidente en estos tiempos que un abordaje unidisciplinario en una problemática con tantas facetas no era lo más adecuado.

El trabajo de capacitación ayudó a establecer nexos con instituciones de Gobierno, tales como el Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Ambiente y otras organizaciones no gubernamentales. Se inició el trabajo de investigación para generar información en temas de salud y ambiente, así como sobre el uso de plaguicidas en el país, tanto sobre su importación, como sobre el uso de plaguicidas en los diferentes cultivos.

Esta intensa actividad de extensión e investigación nos llevó a darnos a conocer en el ambiente nacional y a desarrollar los primeros contactos internacionales que resultaron claves en el desarrollo del Programa y, posteriormente, una vez transformado en instituto. Ya para 1986 había un desarrollo importante de los proyectos de extensión e investigación, algunos con financiamiento externo (Cooperación Suiza, GTZ, OPS, entre otros). El grupo de investigadores-extensionistas se había incrementado en número y en interdisciplinariedad, se había incorporado a biólogos, agrónomos, sociólogos y médicos. Este desarrollo permitió plantear la creación del Programa de Plaguicidas, Desarrollo, Salud y Ambiente, que fue aprobado por la Escuela de Ciencias Ambientales y la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar en 1982.

Con este incipiente desarrollo de la investigación, se participó gracias a la presentación de resultados en simposios y congresos nacionales y centroamericanos. En 1985, se participó en el Simposio de Recursos Naturales y Desarrollo en Costa Rica que se celebró en la Universidad Nacional, en mayo de 1985, con una ponencia sobre aspectos agronómicos, ambientales, de salud, económicos y legales. Esta ponencia fue preparada y presentada por Luko Hilje, Luisa Eugenia Castillo, Lori Ann Thrupp e Ineke Wesseling. Posteriormente, se publicó como un libro: *El uso de los plaguicidas en Costa Rica*, por la Editorial UNED, en 1992.

La cooperación internacional permitió financiar los proyectos de investigación y extensión, ya que por entonces la UNA no contaba con fondos para apoyar estos esfuerzos. Sin embargo, el apoyo brindado por la UNA, siempre muy relevante, era el financiamiento de una parte del personal y el aporte de un vehículo para trasladarnos a las áreas de estudio. Un proyecto desarrollado con el financiamiento del CSUCA-NORAD (Confederación Universitaria Centroamericana y la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Noruega) proyectó el trabajo al área centroamericana con una investigación que se llevó a cabo en los siete países de la región: *Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en América Central*, el cual produjo una serie de separatas –una por cada país– sobre el uso de plaguicidas e impactos en la salud y el ambiente, y una publicación en la *Revista de Estudios Sociales Centroamericanos*: "Uso e impacto de los plaguicidas en tres países centroamericanos" (Castillo *et al.*, 1989).

50 años UNA
Siempre necesaria

También se participó en la Primera Conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud (1992), organizada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), con la ponencia "Plaguicidas en América Central: Algunas Consideraciones sobre las Condiciones de Uso" (Wesseling y Castillo, 1992). Los contactos derivados de este proyecto se mantuvieron a través de cursos y otras actividades; además, fueron la base para conformar proyectos que se impulsaron posteriormente.

Un elemento que vale la pena destacar en el desarrollo de la investigación y del Instituto es la colaboración internacional y la formación académica de los integrantes del IRET. Cuando iniciamos el trabajo en plaguicidas, la mayoría de su personal contaba con el grado de licenciatura o maestría (M. Sc.), no se contaba con ningún académico con grado de doctorado (Ph. D.). La primera persona en obtener el grado de Ph. D. fue la Dra. Elba de la Cruz, quien ganó una beca para estudiar en Bélgica y se reintegró al IRET después de obtener su doctorado en 1994, con una disertación sobre la contaminación en bivalvos del golfo de Nicoya (De la Cruz, 1994). El programa de investigación colaborativa Pesticides, Environment and Health fue aprobado por SAREC y la Universidad Nacional con la participación del entonces Programa de Plaguicidas y varias Instituciones de Suecia (Instituto Nacional para la Vida de Trabajo, el Instituto de Medicina Ambiental del Instituto Karolinska y la Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia; posteriormente, se integraría la Universidad de Estocolmo), el cual dio inicio en 1992 y apoyó la realización de doctorados tipo "sandwich" (50-75 % del tiempo en Costa Rica y el tiempo restante en cursos, análisis colaborativos y preparación de las publicaciones) e incentivó y apoyó la presentación de los resultados de investigación en eventos y en revistas científicas internacionales. Ello resultó un modelo muy exitoso y varios del equipo de investigadores del IRET obtuvieron el apoyo para desarrollar sus doctorados: Catharina Wesseling (1997), Patricia Monge (2006), en el área de salud y Luisa E. Castillo (2001), en el área ambiental. Otros colegas del IRET realizaron pasantías o cursos en Suecia y en el área de Ecotoxicología se organizaron cursos para estudiantes de toda Centroamérica con el apoyo de profesores de la Universidad de Estocolmo y Estados Unidos.

Este relevante proyecto promovió una mayor integración a la comunidad científica internacional y apoyó nuestra

participación en eventos científicos internacionales. Se destaca la realización de la "Conferencia Internacional de Uso de Plaguicidas en Países en Desarrollo: Impactos en Ambiente y Salud", que tuvo lugar en San José, Costa Rica, en febrero de 1998, la cual reunió a unas 500 personas de más de 40 países para discutir temas de ambiente, salud, reducción de uso de plaguicidas y temas económicos y de políticas (Elinder *et al.*, 1998). En la apertura de este Congreso, con la presencia del Consejo Universitario de la UNA, los ministros de Ambiente, de Salud y de Agricultura, se anunció la creación del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) que había sido previamente aprobada por el Consejo Universitario de la UNA y se juramentó a su primera directora.

El trabajo de investigación del Instituto se enriqueció con la creación de sus dos laboratorios, el Laboratorio de Análisis de Plaguicidas (Larep) y el Laboratorio de Ecotoxicología (Ecotox). El Larep y Ecotox nacen en un espacio subutilizado de la Escuela de Ciencias Ambientales, aprovechó el equipo de cromatografía que estaba en desuso y con el aporte del químico holandés Clemens Ruepert, que se incorpora al todavía Programa de Plaguicidas en 1991. El Ecotox nace en la misma época en este mismo espacio, la GTZ financió el primer proyecto de investigación que utilizó los servicios de Larep y Ecotox, aportó no solo fondos para el trabajo de campo, sino también para equipamiento de los laboratorios, incluida una cámara fría para el Ecotox, que por cierto aún está en servicio en el nuevo edificio del IRET. La creación y desarrollo de los laboratorios contó con el apoyo de la GTZ a través del financiamiento de varios proyectos de investigación a cargo de Luisa Castillo, de la Unión Europea, a cargo de Elba de la Cruz y otros que mencionaremos más adelante. Fundamental fue el financiamiento por parte del Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda para contratar por tres años al químico Clemens Ruepert (1997-2000), quien, hasta la fecha, sigue incorporado al IRET (ya con un nombramiento por la UNA). Ellos financiaron también el nombramiento de un experto en Salud Ocupacional, Rudolf van der Haar, quien, como detallaremos más adelante, contribuyó a la formación de la Maestría en Salud Ocupacional.

Los laboratorios permitieron dar un avance cualitativo a la investigación en el estudio del impacto ambiental de los

plaguicidas y, posteriormente, han sido de gran apoyo para proyectos del Área de Salud. Con el apoyo de los laboratorios se desarrollaron proyectos en las áreas agrícolas bananeras, piñeras, arroceras y otras a partir de 1992. Estos han aportado al conocimiento de problemas locales, documentando la contaminación con plaguicidas de los ríos y quebradas de áreas arroceras (Rizo Patrón, 2003, Mena *et al.*, 2014ª, Fournier *et al.*, 2019), bananeras (Castillo *et al.*, 2000 y 2006; Mena *et al.*, 2014b, Méndez *et al.*, 2018), piñeras (Echeverría *et al.*, 2012), zonas costeras (de la Cruz y Castillo, 1999; de la Cruz y Castillo, 2003) y otras (de la Cruz *et al.*, 2014, Fournier *et al.*, 2017). Fue un estudio del IRET el que identificó por primera vez la ocurrencia del bromacil en aguas de pozos y ríos de zonas piñeras (Castillo y Ruepert, 2001 y Ruepert *et al.*, 2005). Actualmente, el IRET apoya al MINAE en el análisis de mercurio en la zona de minería ilegal de Crucitas y participa en el monitoreo de aguas que realiza la Dirección de Aguas entre otros estudios relevantes del Área de Ambiente que se apoyan en el trabajo de los laboratorios del IRET.

Otros proyectos que vale la pena destacar por su carácter regional son la coordinación y preparación del *Manual de plaguicidas: guía para América Central* (PPUNA, 1995; IRET, 1999) y el *Central America and the Caribbean Regional Report* (2002), que incluyó 23 países de la región y formó parte del Regional Based Assessment of Persistent Toxic Substances del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente publicado en el 2003. Igualmente, se ha participado por más de una década en el proyecto Global Atmospheric Passive Sampling (GAPS) Network, que estudia las concentraciones de contaminantes orgánicos persistentes a escala global (POP) (Rauert *et al.*, 2016; Schuster *et al.*, 2015).

El nivel de desarrollo del IRET en investigación, en la formación académica de sus funcionarios y con la creación de sus laboratorios, mediante la creación de las maestrías del Instituto (Maestría en Salud Ocupacional, 1999, Maestría en Ecotoxicología Tropical, 2005 y Maestría en Bioética, 2005), contribuyó así a fortalecer el currículo de formación académica de la UNA. En este capítulo nos referiremos únicamente a las dos primeras.

Creación de las Maestrías en Salud Ocupacional (1999) y en Ecotoxicología Tropical (2005)

Maestría en Salud Ocupacional (MSO-UNA/TEC). La Maestría en Salud Ocupacional inició en 1999 y fue uno de los primeros programas de posgrado interinstitucionales estatales del país. Se creó y ha sido desarrollada por el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (IRET) y la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica (EISHLA-TEC).

La maestría propone la formación de profesionales de alto nivel, capaces de tener una visión amplia de la problemática del ambiente laboral y su impacto en la salud, con habilidades que ofrezcan soluciones adecuadas y aseguren la productividad. El IRET, entonces PPUNA, contó con el aporte de un experto holandés, Rudolf van der Haar, así como un ingeniero nacional destacado, Carlos Mata, para impulsar la propuesta y, finalmente, lograr su aprobación.

El objetivo primordial de la MSO ha sido promocionar la formación integral de profesionales capaces de analizar y mejorar las condiciones de trabajo en empresas, instituciones públicas y organizaciones no gubernamentales, en respuesta a las demandas y necesidades del país y de la región centroamericana y del Caribe; y de esta manera, contribuir al desarrollo sostenible de esta región. Por tal razón, el enfoque multidisciplinario ha sido fundamental y es considerado una valiosa fortaleza del Programa desde su creación.

Para cumplir con este objetivo, conscientes de la complejidad y variabilidad de los ambientes laborales, desde sus inicios ofreció dos alternativas de salida: la maestría académica y la maestría profesional. La primera está enfocada en la formación de profesionales con un perfil de investigador científico en el área de salud y ambiente. Algunos de los graduados en esta modalidad son actualmente académicos de la UNA y del TEC que continúan con el desarrollo de proyectos científicos dentro de la temática de la salud y el trabajo. Adicionalmente, se incorporaron al programa de maestría como docentes y directores de tesis, en este sentido, colaboran en la formación de otros profesionales. La segunda

opción va dirigida a llenar las necesidades de la empresa privada y las instituciones públicas, en materia de higiene ambiental. Sin embargo, en ambas modalidades, la investigación forma parte fundamental en muchos de los cursos del posgrado. Desde su creación, ha tenido varias modificaciones curriculares, que son producto de evaluaciones internas y externas, lo cual asegura la actualización de la oferta académica, es actualmente un programa bimodal (presencial y virtual).

Maestría en Ecotoxicología Tropical. Al igual que la Maestría en Salud Ocupacional, la Maestría en Ecotoxicología Tropical se incluyó en la propuesta de creación del Instituto con el objetivo de formar profesionales en el campo. A lo largo del camino recorrido en investigación y de la producción científica alcanzada, el IRET ha sido testigo de la necesidad que existe en nuestro país y en otras regiones del mundo, de contar con profesionales que comprendan, describan y propongan soluciones adecuadas y sostenibles a los problemas ambientales causados por el aumento en la magnitud y diversidad de la contaminación. Por esta razón, y una vez que alcanzó un peso académico suficiente para sustentarlo, se desarrolló el Plan de Estudios de la Maestría en Ecotoxicología Tropical (EcoTrop) que culminó con su aprobación por parte de la Universidad Nacional y el Consejo Nacional de Rectores (Conare) en el año 2009.

Esta maestría se propuso formar profesionales con perfil de investigadores, consultores y asesores de la calidad y del riesgo ambiental asociado con la producción, utilización y emisión de sustancias químicas (De la Cruz, 2007). El programa aporta una formación integral teórica y práctica en el campo de la ecotoxicología que abarca los campos de la química ambiental, el conocimiento de las pruebas ecotoxicológicas y la evaluación de los riesgos e impactos ambientales. Al año 2022, el EcoTrop ha concluido dos promociones, ha graduado cinco M.Sc. en Ecotoxicología Tropical y tiene diez egresados, varios de los cuales se encuentran realizando su trabajo final de graduación. Algunos de estos graduados y egresados se han incorporado a trabajos en el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), municipalidades, e instituciones académicas universitarias. Así es como a veintiún años de la propuesta de creación, a ocho años del inicio de programa y con dos promociones concluidas, la Maestría EcoTrop, hoy más vigente y fuerte, está por iniciar su tercera promoción. Tiene actualmente once estudiantes inscritos: ocho nacionales y

tres extranjeros; además, cuenta con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana (DAAD) para dar becas a estudiantes de otros países centroamericanos.

Fortalezas y retos con relación a los plaguicidas y contaminantes emergentes

Las fortalezas desarrolladas en el tema de plaguicidas y contaminantes emergentes son muy relevantes, no solo por los estudios desarrollados, sino por sus programas académicos de formación de profesionales y por las capacidades analíticas y de metodologías de estudios ecotoxicológicos y de evaluación de riesgos. Sin embargo, los retos futuros son muchos. El número de sustancias químicas producidas y usadas en el mundo se ha incrementado notablemente y cada año salen al mercado más moléculas (UNEP, 2019). La producción de sustancias químicas se incrementó cincuenta veces desde 1950 y se espera que para el 2050 esta producción se triplique con respecto a la producción del 2010.

Existen unas 350 000 sustancias químicas en el mercado global, alrededor de 70 000 registros en la última década, de las cuales, casi la mitad han sido registradas en economías emergentes donde la capacidad de evaluación de riesgos y el manejo de sus desechos es muchas veces limitada (UNEP, 2019, Persson *et al.*, 2022). De acuerdo con una reciente publicación, las sustancias químicas liberadas al ambiente de manera sostenida durante el último siglo han superado el límite planetario seguro, con serias implicaciones para mantener la salud ecosistémica y las funciones planetarias vitales de las que depende la vida humana y no humana (Persson *et al.*, 2022). Los autores indican que cada vez más las sustancias químicas de origen antrópico son encontradas en lugares remotos del planeta y que el número de lugares contaminados fuertemente está incrementándose a pesar de los esfuerzos realizados para su control. Un estudio de evaluación de riesgos de los compuestos químicos orgánicos en ecosistemas de aguas dulces destaca que de 223 sustancias químicas monitoreados, los plaguicidas, el tributiltin, los

hidrocarburos policíclicos aromáticos y los retardantes de fuego brominados, son los que aportan más al riesgo de las sustancias químicas según esta publicación (Malaj *et al.*, 2014). Otros estudios destacan la amplia presencia en ecosistemas acuáticos y los posibles impactos generados por la utilización de productos farmacéuticos (Bouzas-Monroy *et al.*, 2022; Wilkinson *et al.*, 2022) y plásticos (Barcelo *et al.*, 2020; Villarubia-Gómez *et al.*, 2017), mientras otros destacan el riesgo toxicológico de los contaminantes de los ecosistemas acuáticos incrementado al ocurrir en mezclas de diferentes contaminantes (Schwarzenbach *et al.*, 2006). Cada vez más, los diferentes estudios y organismos internacionales demandan una reducción en la producción, emisión y uso de los diferentes grupos de sustancias químicas, sean estas plaguicidas, productos farmacéuticos, plásticos u otros grupos de contaminantes (Schwarzenbach *et al.*, 2006; UNEP 2019; Persson *et al.*, 2022).

El IRET, en sus primeros años, priorizó su trabajo en el tema de los plaguicidas, pero a través de los años las áreas de ecotoxicología, de diagnóstico y los laboratorios de análisis de residuos (Larep) y Ecotox han ampliado sus estudios para incluir investigaciones en temas de antibióticos, plásticos y mercurio. Ello conlleva retos como el ampliar la capacidad de diagnóstico del uso e importación de otros grupos de contaminantes, la capacidad analítica de su laboratorio de análisis de residuos y las metodologías de evaluación del impacto ambiental. Estas capacidades pueden ampliarse, no solamente mediante la adquisición de nuevas destrezas, de nuevo equipo, como ya se ha hecho con el mercurio (Hg), sino también mediante la cooperación nacional e internacional.

En el futuro cercano, será necesario para el IRET desarrollar una priorización de las sustancias químicas en las que desea enfatizar, basada en sus fortalezas y en un diagnóstico de la producción e importación de los compuestos químicos en Costa Rica, así como su impacto potencial al ambiente (y la salud).

Los plaguicidas siguen siendo compuestos muy relevantes por su nivel de importación, uso, distribución ambiental y su impacto en los ecosistemas. A escala global, los plaguicidas y sus productos de degradación se encuentran distribuidos ampliamente en el ambiente, en suelos, aguas superficiales y subterráneas (UNEP 2019). Además, preocupa que estos compuestos con frecuencia son detectados en niveles que sobrepasan los límites para la

protección ambiental y se han documentado impactos negativos para abejas, aves, organismos acuáticos y para la biodiversidad, en general, en los múltiples estudios que se han realizado en el ámbito mundial (Ippolito *et al.*, 2015; Morrissey *et al.*, 2015; Lisa *et al.*, 2018; Stehle *et al.*, 2015; UNEP, 2021).

En Costa Rica, se reconoce la misma amplia distribución en ecosistemas acuáticos, su impacto sobre los organismos vivos y el importante nivel de riesgo que presentan de acuerdo con los diferentes estudios realizados en el IRET, entre otros (Castillo *et al.*, 2000, 2006; Daly *et al.* 2007; De la Cruz *et al.*, 2014; Echeverría *et al.*, 2012, 2018, 2021; Mena *et al.*, 2014; Shunthirasingham, *et al.*, 2011)

Por otra parte, el Instituto ha desarrollado fortalezas analíticas de estas sustancias, en el diagnóstico de su importación y uso y en la evaluación de su impacto ambiental. El grueso de sus publicaciones se centra alrededor de los plaguicidas. De acuerdo con el diagnóstico de su importación y uso, este sigue en niveles altos, lo que lleva a Costa Rica a ocupar uno de los primeros lugares a escala mundial (PNUD, 2021; Bravo *et al.*, 2013; Chacón-Araya, 2019). El estudio del PNUD ubica el uso de plaguicidas entre 13.50 y 24.45 millones de kilogramos de ingrediente activo por año, entre 2012 y 2020. Además de ello, Ramírez *et al.* (2019) indican que un porcentaje importante de los plaguicidas usados en los principales cultivos de Costa Rica corresponden a sustancias altamente peligrosas.

La mejora en el proceso de evaluación de riesgo y regulación del uso de plaguicidas es particularmente importante para Costa Rica, porque está claro que el modelo de monocultivos de frutas de exportación y de hortalizas de consumo local en las condiciones climáticas locales propicia un altísimo uso de estas sustancias. El reto de desarrollar nuevas técnicas analíticas está siempre presente ya que se requiere identificar y cuantificar los plaguicidas de uso actual, lo que incluye nuevas sustancias químicas. Así mismo, se requiere ampliar capacidades para el análisis de compuestos como el clorotalonil, el glifosato o paraquat, que son compuestos de alto uso en el país y siguen representando retos de análisis en diferentes matrices ambientales y biológicas, así como alternativas al uso del control químico de plagas.

La evaluación del riesgo ecológico asociado con contaminantes debe ajustarse a una realidad compleja en la que múltiples sustancias de diferente naturaleza interactúan simultáneamente

50 años UNA Siempre necesaria

entre sí y con otros factores físicos y biológicos de estrés ambiental. Se debe avanzar de una ecotoxicología enfocada en efectos directos y sobre todo agudos en organismos modelo, hacia una evaluación de la interferencia de los contaminantes y la mezcla de contaminantes con funciones y relaciones ecológicas. La legislación relacionada con contaminantes se debe enfocar en objetivos claros de protección para funciones y servicios ecosistémicos que son básicos para la salud y la productividad.

Alternativas

Se requiere de buscar alternativas al uso de plaguicidas para una producción agrícola más sostenible. Considerando lo anterior, el Área de Diagnóstico y Alternativas del IRET genera información cualitativa y cuantitativa de base sobre la importación y el uso de plaguicidas en las actividades agrícolas costarricenses. Como ya se mencionó antes, los resultados de uso de plaguicidas en Costa Rica están entre los más altos en el ámbito mundial. Por otra parte, se incrementa el consenso mundial de que no existe capacidad, ni aun en países desarrollados, para realizar una evaluación y manejar los contaminantes en general que son producidos y emitidos al ambiente cada vez en mayor número y cantidad (Persson *et al.*, 2022). Uno de los retos es lograr un cambio de paradigma en la producción agrícola nacional, pasando de una fuerte y casi absoluta dependencia del control químico de plagas a una producción de alimentos saludables, bajo un concepto integral que apunte a la seguridad y soberanía alimentaria.

El Área ha realizado investigación, extensión y producción sobre métodos alternativos al uso de plaguicidas con el objetivo de apoyar a los agricultores en esta transición. Los resultados generados han sido usados como insumos para apoyar estos cambios, tanto en el orden nacional como internacional, a pesar de la gran presión ejercida por las grandes corporaciones. La preocupación que existe por parte de diversos sectores de la sociedad ha sido el motor para que, tanto el sector público, como el privado, generen iniciativas de desarrollo de métodos y tecnologías para manejar problemas fitosanitarios de cultivos. Entre estos métodos y tecnologías es posible mencionar los agentes de control biológico, inductores de resistencia, repelentes botánicos, feromonas,

trampas pegajosas cromáticas, enmiendas a base de silicio, coberturas vivas, sales potásicas, fosfitos, desarrollo de bioles, extractos de humus, entre otros. Actualmente, en el mercado es posible encontrar algunos de estos productos en las zonas agrícolas; sin embargo, su uso no se ha generalizado debido a aspectos como falta de conocimiento de su existencia, de la forma óptima de usarlos (ya que se pretende utilizarlos bajo los mismos principios de los plaguicidas), de su eficiencia que puede variar de acuerdo con factores ambientales cambiantes (en el caso de organismos vivos), entre otras.

Si bien se han identificado diversos métodos alternativos a plaguicidas, el Área de Diagnóstico y Alternativas del IRET se ha dado a la tarea de validar la efectividad de los métodos en campo, en conjunto con personas agricultoras desde el enfoque de investigación participativa, para luego buscar la forma de diseminar esa información. Los resultados encontrados han sido variables, probablemente influenciados por contextos particulares de las fincas donde se realizan las validaciones. No obstante, más allá del uso de métodos alternativos, es crítico posicionar la necesidad de implementar cambios de fondo en el modelo agrícola nacional. Uno de los grandes retos es promover el enfoque agroecológico en los sistemas de producción de alimentos, el cual es particularmente viable y necesario en las condiciones tropicales de Costa Rica. Para lograrlo, se requiere la articulación y el trabajo coordinado de diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Entre ellas, se proyecta que el Área de Diagnóstico y Alternativas del IRET seguirá contribuyendo de manera comprometida y responsable para que la población costarricense tenga acceso a alimentos saludables, producidos en condiciones de respeto a la vida en el planeta.

Debido a su amplio uso y persistencia, el plástico es uno de los contaminantes con mayor distribución a escala global, cuya producción se incrementó en un 79% del 2000 al 2015 y para el 2050 alcanzará unos 33 mil millones de toneladas. Su producción tiene impacto en el cambio climático ya que el 4% de los combustibles fósiles se usa para la producción de plásticos (Persson *et al.*, 2022). Las evidencias de su impacto en los organismos, lo que indudablemente afectará a los ecosistemas, son cada vez mayores (Villarrubia-Gómez *et al.*, 2017). Los procesos de fraccionamiento y degradación de estos productos liberan partículas como microplásticos y polímeros, pero también otra

gran diversidad de moléculas usadas como plastificantes o colorantes. Esas moléculas, con potencial dañino para los sistemas vivos, deben ser cubiertas por los esquemas de evaluación para evidenciar su riesgo ambiental y generar argumentos para detener su liberación.

Por otro lado, los microplásticos que entran en las redes tróficas tienen serias consecuencias para la nutrición de los organismos y pueden alterar incluso sus microbiomas internos. Sobre este punto, los microplásticos también alteran las propiedades físicas del ambiente en el compartimento agua, modifican las condiciones para la vida microbiana y favorecen interacciones que facilitan la transferencia horizontal de genes. Este tipo de eventos son un punto de unión entre el problema de la contaminación con plástico y la propagación de la resistencia antimicrobiana. El IRET cuenta ya con fortalezas en este campo de estudio, con personal formado a nivel de doctorado y proyectos, publicaciones y alianzas intra e interinstitucionales que le permitirían desarrollar un trabajo relevante en este tema. A ello se debe considerar si se necesita desarrollar capacidades para la identificación y cuantificación de microplásticos en el ambiente.

Por otro lado, el Instituto ha desarrollado algunas investigaciones puntuales en productos farmacéuticos y trabaja en colaboración con instituciones nacionales e internacionales. Estos contaminantes emergentes (que incluyen medicamentos como antidepresivos, antibióticos, antihistamínicos, antifúngicos, antiinflamatorios, benzodiazepinas, hormonas, etc.) están diseñados para interactuar con receptores bioquímicos humanos que ocurren también en otros organismos, lo que potencia su efecto negativo a los organismos vivos, son encontrados en las aguas de los ríos de todo el mundo.

Dos estudios recientes (Bouzas-Monroy *et al.*, 2022 y Wilkinson *et al.*, 2022) han documentado su amplia distribución y su potencial de riesgo, 435% de más de mil sitios muestreados en 104 países en el primer estudio contenían productos farmacéuticos, mientras que el segundo estudio (donde participó el IRET) incluyó más de 1000 sitios en diferentes continentes; se concluye que los sitios más contaminados fueron encontrados en regiones con deficiente manejo de las aguas servidas. Un estudio realizado en la Amazonía brasileña (Rico *et al.*, 2021) documenta los patrones de exposición a un número importante de productos farmacéuticos y la pérdida de biodiversidad

asociada a estos contaminantes de origen urbano. Los estudios colaborativos realizados por el IRET indican que estos compuestos también están presentes en las aguas continentales de Costa Rica (Causanilles *et al.*, 2017) y destacan el uso y riesgos del uso de antibióticos en la agricultura y ganadería (De la Cruz *et al.*, 2014; Arias-Andrés *et al.*, 2014; Granados-Chinchilla *et al.*, 2013).

Sin embargo, la escasa información científica sobre el estado de los contaminantes emergentes en Costa Rica representa limitaciones en el trabajo de control y remediación ambiental. El Laboratorio de Análisis de Residuos (Larep) cuenta con fortalezas importantes en infraestructura y personal con experiencia y formación, pero se enfrenta al reto de ampliar sus capacidades y desarrollar metodologías de análisis para los contaminantes (fármacos, plásticos, productos de cuidado e higiene personal, hormonas y sus productos de transformación) en los que se decida priorizar. O, en su defecto, generar alianzas con otras instituciones que le permitan ampliar sus áreas de estudios.

El camino recorrido por el IRET ha sido grande y ha involucrado esfuerzos de muchas personas, ha contado con el apoyo de la Universidad Nacional y de muchas instituciones nacionales y organizaciones internacionales, y los productos son evidentes, especialmente aportan a la protección del ambiente y la salud de la sociedad costarricense y centroamericana. Enfrenta los retos futuros no solo con el trabajo realizado, sino también con infraestructura, equipamiento y, sobre todo, personal preparado académicamente y con mucho compromiso y motivación.

Agradecimientos a todos los colegas que participaron en este proyecto desde sus inicios, en el proceso de construcción del Instituto y a los que hoy día siguen aportando a su desarrollo y al cumplimiento de su misión. Agradecemos también a Adriana-Esquivel-Hernández por su aporte a las discusiones en el Larep.

50 años UNA
Siempre necesaria

Bibliografía

Arias-Andrés, M., Ruepert, C., García, F. y Rodríguez, C. (2014). Demonstration of antibiotic-induced tolerance develop ment in tropical agroecosystems through physiological profiling of sediment microbial communities. *PeerJ PrePrints* 2:e228v1 https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.228v1

Barcelo, D. y Pico, Y. (2020). Case studies of macro- and microplastics pollution in coastal waters and rivers: Is there a solution with new removal technologies and policy actions? *Case Studies in Chemical an Environmental Engineering* 2:100019. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100019

Barquero, M. & Constenla, M. A. (1986). Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, *34*(1), 7-12.

Bouzas-Monroy A., Wilkinson, J.L., Melling, M. & Boxall, A.B.A. (2022). Assessment of the Potential Ecotoxicological Effects of Pharmaceuticals in the World's Rivers. *Environmental Toxicology and Chemistry, 41*(8), 2008-2020

Bravo, V., De la Cruz, E., Herrera, G. & Ramírez, F. (2013). Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. *Uniciencia, 27*(1), 351-376.

Carson, R.L. (1962). *Silent spring*. Houghton Mifflin Company.

Castillo L., Wesseling, C., Aguilar, H., Castillo, C. y De Vos, P. (1989). Uso e impacto de los plaguicidas en tres países centroamericanos. *Estudios Sociales Centroamericanos*, 49, 119-139.

Castillo L. E., Ruepert, C. & Solís, E. (2000). Pesticide residues in the aquatic environment of banana plantation areas in the North Atlantic zone of Costa Rica. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *19*(8), 1942-1950.

Castillo, L. E. y Ruepert, C. (2000). *Estudio preliminar de la calidad del agua superficial en la Zona de Volcán, Buenos Aires de Puntarenas*. Informe para la Defensoría de los Habitantes.

Castillo, L. E. (Ed.). (2002). *Central America and the Caribbean. Regional Report. Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances.* Chemicals, United Nations Environment Programme, Global Environment Facility.

Castillo L. E., Martínez E., Ruepert C., Savage C., Gilek M., Pinnock M. y Solís E. (2006). Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limón, Costa Rica. *Science of the Total Environment, 367*(1), 418-432.

Causilles A., Ruepert C., Ibáñez M., Emke E., Hernández F. y De Voogt, P. (2017). Occurrence and fate of illicit drugs and pharmaceuticals in wastewater from two wastewater treatment plants in Costa Rica. *Science of the Total Environment*, 599-600, 98-107.

Chacón-Araya, K. (2019). Agricultura y sostenibilidad ambiental en Costa Rica. *Informe Estado de La Nación*, 1, 1-49.

Daly G. L., Lei Y. D., Teixeira C., Muir D.C.G., Castillo L. E. & Wania F. (2007). Accumulation of current-use pesticides in neotropical montane forests. *Environmental Science & Technology*. Published on web 01/10/2007.

De la Cruz E. (1994). *Stable pollutants in the bivalve Anadara tuberculosa, from the Nicoya Gulf, Costa Rica*. [Doctoral Dissertation Vrije Universiteit Brussels, Belgium].

De la Cruz, E. & Castillo, L. E. (2003). Pesticide use in Costa Rica and their impact on coastal ecosystems. In: Taylor M., Kleine S., Carvalho F., Barcelo D. & Everaarts J. (eds.). *Pesticides Residues in Coastal Tropical Ecosystems: Distribution, fate and effects.* Taylor & Francis.

De la Cruz, E., Ruepert, C., Wesseling, C., Monge, P., Chaverri, F., Castillo, L. y Bravo, V. (2004). *Los Plaguicidas de Uso Agropecuario en Costa Rica: Impacto en la Salud y el Ambiente.* Informe de consultoría para Área de Servicio Agropecuario y Medio Ambiente de la Contraloría General de la República. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

De la Cruz, E., Fournier, M. L., García, F., Molina, A., Chavarría, G., Alfaro, M., Ramírez, F. & Rodríguez, C. (2014). Hazard prioritization and risk characterization of antibiotics in an irrigated Costa Rican region used for Intensive crop, livestock and aquaculture farming. *Journal of Environmental Biology, 35*(1), 85-98.

De la Cruz, E., Bravo-Durán, V., Ramírez, F. & Castillo, L. E. (2014). Environmental hazards associated with pesticide import into Costa Rica, 1977-2009. *Journal of Environmental Biology, 35*, 43-55.

50 años UNA
Siempre necesaria

Echeverría-Sáenz, S., Mena, F., Pinnock, M., Ruepert, C., Solano, K., de la Cruz, E., Campos, B., Sánchez, J., Lacorte, S. & Barata, C. (2012). Environmental hazards of pesticides from pineapple crop production in the Río Jiménez watershed (Caribbean Coast, Costa Rica). *Science of the Total Environment*, *440*(4), 106-114.

Echeverría-Sáenz, S., Mena, F., Arias-Andrés, M., Vargas, S., Ruepert, C., van den Brink, P. J., Castillo, L.E. & Gunnarsson, J.S. (2018). In situ toxicity and ecological risk assessment of agro-pesticide runoff in the Madre de Dios River in Costa Rica. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(14),13270-13282.

Echeverría-Sáenz, S., Spinola-Parallada, M. & Soto, A. C. (2021). Pesticides burden in neotropical rivers: Costa Rica as a case study. *Molecules*, *26*(23), 1-19.

Elinder, C. G., Wesseling, C. & Castillo, L. E. (1998). Report from a round-table discussion on research needs. International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Environment and Health, San José, Costa Rica, 23-27 February 1998. *AMBIO, 27*(6), 494-5.

FAO. Los 10 elementos de la Agroecología. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Disponible en https://www.fao.org/3/i9037es/i9037es.pdf

Fournier, M. L., Echeverría-Sáenz, S., Mena, F., Arias-Andrés, M. J., de la Cruz, E. & Ruepert, C. (2017). Risk assessment of agriculture impact on the Frío River watershed and Caño Negro Ramsar wetland, Costa Rica. *Environmental Science and Pollution Research,* https://doi.org/10.1007/s11356-016-8353-y

Fournier, M. L., Castillo, L. E., Ramírez, F. Moraga, G. & Ruepert, C. (2019) Evaluación preliminar del área agrícola y su influencia sobre la calidad del agua en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales, 53*(1),92-112.

Granados-Chinchilla F., Arias-Andrés, M. & Rodríguez, C. (2013). Tetracycline and 4epitetracycline modified the in vitro catabolic activity and structure of a sediment microbial community from a tropical tilapia farm idiosyncratically. *Journal of Environmental Science and Health*, *Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, *48*(4), 291-301.

Hilje L., Castillo, L.E., Thrupp, L.A. & Wesseling, I. (1987). *El uso de los plaguicidas en Costa Rica*. EUNED/Heliconia.

Hogstedt, C., Ahlbom, A., Aragon, A., Castillo, L., Kautsky, N., Lidén, C., Lundberg, I., Sundin, P., Tedengren, M., Thorn, A. & Wesseling, C. (2001). Experiences from Long-term Research Cooperation between Costa Rican, Nicaraguan, and Swedish Institutions. *Int J Occup Environ Health*, *7*(2), 130-135.

Ingianna, J., Herrero, R. y Albertazzi, C. (1983). Estudio comparativo de casos de intoxicaciones por insecticidas organofosforados en diferentes zonas de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, *31*(1), 139-144.

Ippolito A., Kattwinkel M., Rasmussen, J. J., Schäfer, R.B., Fornaroli, R. & Liess, M. (2015). Modeling global distribution of agricultural insecticides in surface waters. *Environmental Pollution,* 198, 54-60

IRET (Castillo L., F. Chaverri, C. Ruepert, Y. Astorga, P. Monge y C. Wesseling, editores). (1999). *Manual de Plaguicidas: Guía para América Central*. (2da ed.). EUNA.

Nowell, L. H., Moran, P. W., Schmidt, T. S., Norman, J. E., Nakagaki, N., Shoda, M. E., ... & Hladik, M. L. (2018). Complex mixtures of dissolved pesticides show potential aquatic toxicity in a synoptic study of Midwestern US streams. *Science of the Total Environment*, *613*, 1469-1488.

Malaj E., von der Ohe, P. C., Grote, M., Kühne, R., Mondy C. P., Usseglio-Polatera, P., Brack, W. & Schäfer, R.B. (2014). Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *PNAS, 111*(26), 9549-9554.

Mena F., Fernández San Juan, M., Campos, B., Sánchez-Ávila, J., Faria, M., Pinnock, M., de la Cruz, E., Lacorte, S., Soares, A.M.V.M. & Barata, C. (2014). Pesticide residue analyses and biomarker responses of native Costa Rican fish of the Poeciliidae and Cichlidae families to assess environmental impacts of pesticides in Palo Verde National Park. *Journal of Environmental Biology*, *35*(1),19-27.

Mena F., Azzopardi, M., Pfennig, S., Ruepert, C., Tedengren, M., Castillo, L. E. & Gunnarsson J. S. (2014). Use of cholinesterase activity as a biomarker of pesticide exposure used on Costa Rican banana plantations in the native tropical fish *Astyanax aeneus* (Günter, 1860). *Journal of Environmental Biology*, *35*,35-42.

50 años UNA
Siempre necesaria

Morrissey, C. A., Mineau, P., Devries, J. H., Sánchez-Bayo, F., Liess, M., Cavallaro, M. C. & Liber, K. (2015). Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: a review. *Environment international*, *74*, 291-303.

PPUNA (Castillo L., F. Chaverri, C. Ruepert y C. Wesseling, editores) (1995). *Manual de Plaguicidas: Guía para América Central.* EUNA.

Persson, L., Bethanie M., Carney, A.B.M., Collins, C. D., Cornell, S., de Wit, C. A., Diamnd, M. L., Fantke, P., Hassellöv, M. (2022). Outside the safe operating space of the planetary boundary for novel entities. *Environmental Science and Technology*, *56*(3), 1510-1521. https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158

Ramírez, A. L. & Ramírez, C. M. (1980). Esterilidad masculina causada por la exposición laboral al nematicida 1, 2-dibromo-3-cloropropano. *Acta Médica Costarricense*, *23*(3),219-222.

Ramírez, F., Luna, S. y Berrocal, S. (2018). Informe Final Uso de Plaguicidas. Proyecto Highly Hazardous Pesticides: phase out and alternatives in Costa Rica. IRET-UNA, SAICM-PNUD.

Rauert, C., Harner, T., Schuster, J. K., Quinto, K., Fillmann, G., Castillo, L. E., Fentanes, O., Villa Ibarra, M., Miglioranza, K.S.B Moreno Rivadeneira, I., Pozo, K., Padilla Puerta, A. & Aristizábal Zuluaga, B. H. (2016). Towards a regional passive air sampling network and strategy for new POPs in the GRULAC region: Perspectives from the GAPS Network and first results for organophosphorus flame retardants. *Science of the Total Environment, http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.229*

Rizo-Patrón, F. (2003). *Estudio de los arrozales del proyecto Tamarindo: agroquímicos y macroinvertebrados bentónicos en relación al Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica.* [Tesis de Maestría. Posgrado en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Nacional de Costa Rica].

Ruepert, C., Castillo, L. E., Bravo, V. & Fallas, J. (2005). *Vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por plaguicidas*. Informe a CRUSA.

Schuster, J. K., Harner, T., Fillmann, G., Ahrens, L., Altamirano, J. C., Aristizábal, B., Bastos, W., Castillo, L. E., Cortés, J., Fentanes, O., Gusev, A., Hernández, M., Ibarra, M. V., Lana, N. B., Lee, S. C., Martínez, A. P., Miglioranza, K.S.B., Padilla Puerta, A., Segovia, F., Siu, M., Tominaga, M.Y. & Zuluaga, B.H.A. (2015). Assessing polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in air across Latin American countries using polyurethane foam disk passive air samplers. *Environmental Science & Technology, 49*(6), 3680-3686.

Rico A., De Oliveira, R., Silva de Souza, G., Rizzi, C., Villa, S., López-Heras, I., Vighi, M. & Waichman, A. V. (2021). Pharmaceuticals and other urban contaminants Threaten Amazonian freshwater ecosystems. *Environment International,* 155, 106702. https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106702

Schwarzenbach R. P., Escher, B. I., Fenner, K., Hofstetter, T. B., Johnson, C. A., von Gunten, U. & Wehrli, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science, 313*(5790),1072-1077.

Stehle. S. & Schulz, R. (2015). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *PNAS, 112*(18), 5750-5755.

Shunthirasingham, C., Gouin, T., Lei, Y., Ruepert C., Castillo, L. E. & Wania, F. (2011). Current-use pesticide transport to Costa Rica's high-altitude tropical cloud forest. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *30*(12), 2709-2717.

UN Environment. (2019). *Global Chemicals Outlook II-From Legacies to Innovative Solutions: Implementing the 2030, Agenda for Sustainable Development*.

UN Environment. (2021). *Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos.* https://www.unep.org/resources/report/environmental-and-health-impacts-pesticides-and-fertilizers-and-ways-minimizing.

Villarrubia-Gómez P., Cornell, S. E., & Fabres, J. (2017). Pollution as a planetary boundary threat-The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine Policy*. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.035

Wilkinson J. L., Boxall, A. B., Kolpin, D. W. Leung K.M.Y., Lai, R.W.S., Galban-Malagon, C., Adelle, A. D., Mondon, J., Metian, M., Marchant, R. A., Bouzas-Monroy, A., Cuni-Sánchez, A., Coors, A., Carriquiriborde, P., Rojo, M., Gordon, C., Cara, M., Moermond, M., Luarte, … Teta, C. (2022). Pharmaceutical pollution of the world´s rivers. *PNAS*, *119*(8) http://doi.org/10.1073/pnas.2113947119

Biotecnología: aportes de las Facultades de la Tierra y el Mar y de Exactas y Naturales

Javier Alvarado M.[1]
Rafael Orozco R.
Ana Hine G.
Ramón Molina B.
Allan González H.

Las aplicaciones biotecnológicas satisfacen muchas de nuestras necesidades diarias, aunque no pensemos en lo que está detrás de esta tecnología. Es común ir al centro de salud o farmacia a colocarnos una vacuna, comprar un glucómetro y sus tiras de diagnóstico o comprar un medicamento cuyo principio activo lo constituye un metabolito obtenido de una planta, hongo, una bacteria o, incluso, de un animal. Visitamos el supermercado y podemos comprar yogurt, queso, pan, cerveza u otro alimento que es producto de la utilización de los microorganismos en el proceso de elaboración. Las aguas residuales de nuestras casas, centros

1 Profesor. Escuela de Ciencias Biológicas. Correo electrónico: javier.alvarado.mesen@una.ac.cr

educativos e industrias van a plantas de tratamiento en donde los microorganismos, mediante su metabolismo se encargan de descomponer los desechos presentes en ellas a moléculas más "amigables" con el ambiente, que reducen así, el impacto de la actividad humana. En la agricultura se utilizan plantas resistentes a plagas y a la sequía. Más recientemente los noticieros nos informan de órganos humanizados obtenidos de cerdos, usando para ello la edición de genes mediante la tecnología CRISPR/Cas.

El ser humano ha hecho uso de la biotecnología desde hace miles de años en la producción de bebidas alcohólicas y alimentos como el pan (mencionados en libros antiguos como la Biblia y representado en los dibujos en estructuras físicas del antiguo Egipto), sin siquiera conocer la existencia de los microorganismos que llevaban a cabo los procesos bioquímicos necesarios en la elaboración de estos productos. Actualmente, el desarrollo científico en los diversos campos –entre ellos, el de la biología molecular y la aparición de herramientas bioinformáticas– han hecho que la biotecnología se potencie y nos dé productos que realmente nos sorprenden. Así, por ejemplo, una enzima inmovilizada en una banda polimérica, en presencia de una gota de sangre permite determinar la concentración de glucosa en esa sangre. La utilización de enzimas endonucleasas de ADN como Cas9 y un ARN guía permite la edición de genes específicos. En fin, la biotecnología ofrece un mundo de oportunidades para responder a las necesidades de la sociedad. Su aplicación es clave para el desarrollo social y económico de los países. Aquellos países más avanzados tecnológicamente son los que permitirán a sus poblaciones un mayor bienestar social y económico

Desde la UNA, se ha tenido clara la importancia que tiene la biotecnología para el desarrollo de Costa Rica y, por eso, desde hace más de treinta años se ha incursionado en este campo. En la Escuela de Ciencias Agrarias (ECA) de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (FCTM), el desarrollo de técnicas biotecnológicas inició a finales de los años ochenta con el soporte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) e impulsadas, en un inicio, por el Dr. Willy Navarro Álvarez (q.e.p.d.), profesor investigador de la ECA y apoyado con fondos de proyectos financiados por el OIEA y con el soporte económico de la Vicerrectoría de Investigación de la UNA, en ese entonces se

implementó el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Células Vegetales y un pequeño laboratorio de Biología Molecular, además, se logró establecer el Laboratorio de Recursos Fitogenéticos. En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Células Vegetales se implementaron las técnicas de micropropagación de plantas por medio de microestacas, meristemas, organogénesis o embriogénesis directa e indirecta; así mismo, se estableció la técnica de fusión de protoplastos y el cultivo de anteras para obtener dobles haploides en arroz en el marco del Programa de Genética Vegetal (PGV).

En el año 2014, al finalizar el PGV, se inicia una nueva etapa del programa y se inscribe en el Sistema de Información Académica (SIA) como Biotecnología y Recursos Fitogenéticos (BIOVERFI) Fase I, con el objetivo de favorecer procesos de investigación, docencia y extensión en el campo de los recursos fitogenéticos de interés agrícola, mediante herramientas convencionales y biotecnológicas para contribuir con el fortalecimiento y la innovación sustentable en la seguridad alimentaria, el cambio climático y la calidad nutricional nacional y regional. La primera fase del programa finalizó en el 2019, inscribió una segunda fase del programa que continuaría con la labor iniciada, la cual está vigente hasta el 2024. En el presente, el programa BIOVERFI integra un clúster de tres laboratorios (Cultivo de Tejidos y Células Vegetales, la Unidad de Biología Molecular y el Laboratorio de Recursos Fitogenéticos).

En relación con la Unidad de Biología Molecular (UBM), adscrita a la Escuela de Ciencias Agrarias (ECA), esta surge en el año 2000 con el objetivo principal de proveer a los académicos de la ECA y a los demás investigadores de la UNA un laboratorio equipado para aplicar las principales técnicas moleculares en los programas de investigación y docencia. Desde entonces, la UBM ha brindado una amplia gama de aplicaciones moleculares para desarrollar investigación a partir de diferentes organismos y ahora forma parte del Programa Interlaboratorio de la ECA, Biotecnología Vegetal y Recursos Genéticos para el Fitomejoramiento (BIOVERFI). La evolución de las aplicaciones fue gradual, pero constante, de tal modo que, a pequeños pasos actualmente, se pueden realizar tecnologías de punta en el campo.

También, a la FCTM pertenece el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor), el cual fue creado en el año 1992.

Este instituto ha hecho aportes importantes en la conservación de especies forestales, con lo cual hace uso para ello de técnicas *in vitro* y biotecnológicas en general. Por otra parte, en el año 1998, la UNA, en su calidad de universidad necesaria, con el fin de contribuir al país con recurso humano formado en biotecnología desde la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), incluye en su oferta académica un Bachillerato en Biología con Énfasis en Biotecnología. En el año 2018, la ECB amplió el nivel de formación académica y ofrece hasta el grado de Licenciatura en Biotecnología. La apertura inicial del bachillerato en esta unidad académica permitió que el grupo de profesores vinculados a este énfasis (principalmente biólogas formadas en el campo de la genética, la microbiología y biología de microalgas) desarrollaran proyectos de investigación en estos campos, se crearon entonces laboratorios especializados, uno de los primeros fue el Laboratorio de Biotecnología de Microalgas (Labma), en el cual se inició un proyecto de investigación en el uso de las cianobacterias y un helecho acuático en la producción de arroz anegado.

Más recientemente, a partir del año 2012, con la creación de laboratorios especializados como el Laboratorio de Análisis Genómicos (LAGEN), Laboratorio de Biotecnología de Plantas (LBP), Laboratorio de Bioquímica y Biotecnología de Proteínas (LBBP) y el Laboratorio de Bioinformática Aplicada (LABAP), se ha logrado incursionar en temas de investigación en el campo de la biología molecular, la detección y purificación de proteínas a partir de sus fuentes biológicas, así como su producción de forma recombinante expresadas en bacterias (*Escherichia coli*). Estos nuevos laboratorios, dirigidos por personal académico formado en biotecnología, han hecho que, desde la ECB y en colaboración con múltiples instancias a lo interno de la UNA y fuera de ella, se desarrolle investigación biotecnológica aplicada en campos como la acuicultura, la agricultura, la avicultura y relacionada al campo de la salud.

En las siguientes páginas se describe el desarrollo que ha tenido la biotecnología en la UNA, sus principales aportes a la sociedad y los retos que se enfrenta cuando se trabaja en el desarrollo de una disciplina tecnológica multidisciplinaria de avanzada, tan necesaria para la sociedad moderna.

Investigaciones y campos abordados en la UNA desde la perspectiva biotecnológica

Los aportes que ha realizado la UNA a la sociedad costarricense son numerosos y valiosos, como se describe a continuación, se ubican estos aportes de forma espacial y temporal a unidades académicas y laboratorios específicos que no han trabajado de forma aislada, pero que han sido los que han liderado las investigaciones en biotecnología que terminan impactando en el desarrollo del país.

Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Agrarias

Programa Bioverfi

A través del tiempo, el Programa Bioverfi de la Escuela de Ciencias Agrarias ha desarrollado proyectos vinculados con la biotecnología y los recursos fitogenéticos, a saber:

- Aplicación de dos técnicas biotecnológicas para la conservación de recursos fitogenéticos de interés agrícola y valor nutricional.
- Estudio y conservación de la diversidad genética del maíz criollo en dos regiones de Costa Rica.
- Estrategias integradas para el rescate y estudio del maíz criollo costarricense como alternativa para potenciar su conservación, uso y consumo.
- Generación de variabilidad genética en arroz: una alternativa para enfrentar el cambio climático y favorecer la seguridad alimentaria en Costa Rica.
- Utilización de técnicas innovadoras para fomentar la diversificación, la producción y el consumo de chayote (*Sechium edule*).

- Caracterización química, micropropagación y diferenciación genética de genotipos de chayote (*Sechium edule*), utilizando herramientas biotecnológicas para generar información básica y aplicada.
- Aplicación de tecnologías innovadoras para contribuir con el desarrollo sostenible del cultivo de higo *(Ficus carica*) y mora (*Rubus* spp.) en Costa Rica.
- Aumento de competitividad del sector morero mediante la valorización de la diversidad genética y química medicinal de la fruta y hoja de la mora costarricense (*Rubus* spp.).
- Propagación de cultivos *in vitro* y de invernadero en plantas ornamentales.
- Generación de variabilidad genética en arroz para obtener mutantes tolerantes a la sequía y la salinidad.

Algunos de los logros en estos proyectos fueron: "contar con potenciales enemigos naturales para el combate biológico de la pudrición gris (*Botrytis cinerea*)" (Calvo-Araya, Orozco-Rodríguez, 2019) y la roya (*Kuehneola uredinis*) en mora vino (Holst-Sanjuán, *et al.*, 2017). Establecimiento de metodologías de propagación *in vitro* de plantas como mora (Flores y Argüello, 2005), papa (García, *et al.*, 2019; Flores *et al.*, 2002), chayote, ornamentales (orquídeas y helechos), jengibre, entre otras. Capacitación a estudiantes en técnicas *in vitro* y técnicas moleculares, publicación de artículos científicos (Syedd-León, *et al.*, 2020; Marín, *et al.*, 2017), capítulos de libros, implementación de un sistema de venta de servicios para contribuir en aspectos como venta de semillas asexuales como la papa y jengibre. En el caso de la papa se comercializa la semilla a pequeños productores de la zona de Zarcero con la ventaja de que el productor incorpora a su sistema productivo semilla de alta calidad genética y fitosanitaria. En arroz se cuenta con mutantes promisorios con tolerancia a la sequía.

En el cultivo de la mora se ha proporcionado semilla asexual a pequeños productores de la zona de Dota. Se implementó la técnica del cultivo de anteras, la cual permite la obtención de plantas de arroz dobles haploides, la cual es una gran ventaja para la producción de líneas homocigotas o puras. Se cuenta con un sistema de propagación tipo inmersión temporal, sistema que facilita la propagación masiva de vitroplantas. En el caso del maíz para el rescate de germoplasma, se incorporó la técnica de

cultivo de embriones, la cual permite rescatar material con algunas limitaciones de germinación.

Un aspecto para resaltar es que como producto de los proyectos FEES, se aprendió a trabajar en equipo, no solo a nivel interno de la UNA, sino también a nivel de laboratorios de otras universidades públicas, se intercambió información y se aprovecharon las fortalezas en infraestructura, equipamiento y conocimiento de otros en beneficio de la sociedad costarricense.

La Unidad de Biología Molecular (UBM) de la ECA e integrante de Bioverfi aplicó en sus inicios tecnología molecular básica, como PCR tiempo final, electroforesis en geles de agarosa y geles de acrilamida con tinción de nitrato de plata y espectrofotometría para la cuantificación de ácidos nucleicos. Esto permitió emplear ciertas aplicaciones, tales como la verificación y la cuantificación de extracciones de ácidos nucleicos, los marcadores moleculares tipo RAPD y amplificación de loci específicos. Con el transcurso del tiempo, gracias al apoyo del Fondo Especial para la Educación Superior (FEES), la UBM cuenta actualmente con un mayor número de equipos de generación de datos, tales como varios termocicladores en tiempo final, un termociclador en tiempo real, un analizador de ADN automatizado, un fotodocumentador digital y numerosas cámaras de electroforesis de alto y bajo rendimiento, así como equipo de procesamiento y almacenaje, tales como una centrífuga refrigerada para micro-recipientes variados, micropipetas, un concentrador de muestras, dos congeladores y un ultracongelador, entre otros. Este crecimiento ha permitido que el abanico de aplicaciones se multiplicara a tal grado que la ECA ha generado datos, de manera directa o indirecta, en los campos más avanzados de la genómica y la transcriptómica.

Algunas de las aplicaciones que se han realizado en la UBM son: tecnología de marcadores moleculares, AFLP, SSR, EST, ISSR, secuenciación del ADN por método Sanger (hasta el punto de generar el producto de PCR; secuenciación por servicio), PCR-tiempo real, detección y cuantificación de loci específicos, detección y cuantificación de organismos a partir de matrices complejas, cuantificación de expresión génica, detección de marcadores SNP, SDS-PAGE, isoenzimas, secuenciación de próxima generación (procesamiento de muestras y datos; secuenciación por servicio), secuenciación de genomas completos, análisis metagenómico, análisis transcriptómico, entre otros. La UBM ha implementado proyectos sobre estudios genéticos en

organismos agronómicos, tales como mora (*Rubus* spp.), chayote (*Sechium edule*), vainilla (*Vanilla* spp.), tacaco (*Sechium tacaco*), hongos, bacterias y nematodos.

En mora, se cuenta con un banco de germoplasma *in vitro* y *ex situ*. Este banco ha sido caracterizado por medio de marcadores moleculares, así como la transferencia de marcadores identificados en otros géneros de Rosaceae (Molina-Bravo *et al.*, 2013, 2014). También, con este material de mora, se ha realizado un estudio de detección molecular de hongos patógenos, así como hongos para controlar dichos patógenos directamente del fruto por medio de PCR tiempo real (Hilje-Rodríguez *et al.*, 2020; Hilje-Rodríguez & Molina-Bravo, 2020). En chayote, se cuenta con un banco de germoplasma, del cual se ha estudiado molecularmente sus accesiones para medir la diversidad (información sin publicar). En el tema de hongos, la UBM, en conjunto con otras unidades académicas de la UNA, la UCR, el TEC y la UNED, ha estudiado profundamente una colección de hongos entomopatógenos del Laboratorio de Control Biológico de la ECA. Estos estudios incluyen secuencias de genomas completos, caracterización de la diversidad y anotaciones de genes y sus productos (Castro-Vásquez *et al.*, 2020 y 2021; Vargas-Martínez *et al.*, 2019).

Otros estudios de diversidad de hongos también incluyeron *Trichoderma* (Umaña-Castro *et al.*, 2019). La UBM ha colaborado con el Laboratorio de Calidad e Innovación Agroalimentaria de la ECA y la Universidad de Vrij en Bélgica, para realizar un análisis metagenómico y transcriptómico de los microorganismos asociados a la fermentación del cacao (Verce *et al.*, 2021). Además, dentro de la Unidad también se han realizado estudios moleculares sobre la identificación de nematodos, principalmente de *Meloidogyne* spp. Otras contribuciones de la UBM incluye el primer reporte oficial del agente asociado al dragón amarillo de los cítricos en Costa Rica (Molina-Bravo *et al.*, 2015).

En el ámbito de la educación continua, en el 2011, se realizó un curso a nivel de Centroamérica y el Caribe sobre la aplicación de la tecnología de marcadores moleculares financiado por el programa Universidad de las Naciones Unidas-Biotecnología (UNU-Biolac), junto con la ayuda del Conicit de Costa Rica. Este curso contó con varios participantes nacionales e internacionales. El curso fue de gran importancia para el crecimiento, el impacto internacional y el desarrollo de la UBM de la UNA. En el 2012, se ejecutó otro curso

50 años UNA Siempre necesaria

financiado por UNU-Biolac donde se entrenaron a los participantes en métodos alternativos para reducir el costo de análisis genéticos por medio de marcadores microsatélite.

Gracias a la tecnología desarrollada por la UBM, se ha logrado retribuir al sector productivo de la región por medio de servicios de análisis molecular desde la generación de los datos hasta la interpretación de la información. La UBM ha brindado servicios a entes nacionales tales como la Apacoop y el INTA, así como una empresa de cría de camarones, el Grupo Deli de Honduras, por medio de análisis de microsatélites.

¿Hacia dónde enrumbar las nuevas pesquisas y qué áreas por consolidar?

El Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Células Vegetales de la ECA se enfrenta a varios retos a futuro, entre ellos están: la reestructuración de su infraestructura, lo cual permita dar un mejor servicio a la sociedad costarricense, implementar sistemas de propagación masiva de plantas que facilite el contar con grandes volúmenes de plantas (semilla asexual), implementar técnicas de detección viral de forma rutinaria. Además, se busca consolidar la conservación *in vitro* de germoplasma a largo plazo (crioconservación), así como la implementación de microambientes en el laboratorio que facilite el crecimiento controlado de plantas. Por otro lado, se pretende que las técnicas de propagación *in vitro* sirvan de apoyo a la mejora genética de plantas con el fin de acortar los procesos de avance genético como lo sería el uso del cultivo de anteras, la variación somaclonal, y la mutagénesis *in vitro* para provocar variabilidad genética.

En el futuro, la UBM se visualiza continuando con la adquisición de capacidades para realizar análisis genéticos desde todas sus aristas. Con los avances agigantados de la biotecnología, ya no es necesario equipar cada laboratorio con aparatos especializados, sino que cada institución puede generar sus datos por medio de laboratorios de servicios, ya que los gastos son mucho menores y eliminan la necesidad de invertir en personal capacitado y mantenimiento de laboratorios y equipos. Sin embargo, la limitación se carga principalmente en el procesamiento de datos en crudo, ya que la nueva tecnología genera una masa enorme de información digital. Por lo tanto, las inversiones y la expansión

a futuro se remontarán en adquirir servidores de almacenamiento y procesamiento de información digital. Esto será a tal grado que, para realizar análisis, se puede requerir semanas de iteraciones computacionales. La UBM también visualiza un aporte más allá de solo brindar servicios y apoyos tecnológicos, sino también está en miras de desarrollar tecnologías propias de propiedad intelectual. Una de estas es desarrollar una sonda para la detección y cuantificación de *Trichoderma atroviride*, un hongo utilizado para el control biológico de *Botrytis cinerea*, el causante del moho gris en numerosos frutos.

Laboratorio de Control Biológico: los controladores biológicos como herramienta biotecnológica

Ya hace alrededor de 15 años, que una combinación de factores o momentos se unieron y permitieron que se iniciara un proyecto novedoso y diferente para la Escuela de Ciencias Agrarias y para la UNA. Un laboratorio quedó en desuso y salió una convocatoria para aplicar en un proyecto para la compra de equipo científico que fue aprovechado. El establecimiento del Laboratorio de Control Biológico (LCB) ha sido todo un proyecto que se adoptó muy bien para apoyar un curso optativo de la ECA llamado Control Biológico, donde los estudiantes siempre han mostrado gran interés y posibilidades por aprender, practicar e involucrarse en las diferentes actividades que se realizan. Poco a poco, el laboratorio se ha ido equipando con todos los equipos y herramientas necesarias para poder reproducir hongos nativos de suelo, los cuales han sido recolectados, aislados, reproducidos y evaluados principalmente para ser utilizados con el potencial de manejar plagas de importancia agrícola y urbana de una manera responsable con el medio y alternativos al uso indiscriminado de pesticidas químicos tradicionales. Estos hongos son inocuos en el medio ambiente y no causan problemas sobre humanos y animales domésticos y salvajes,por lo que han generado gran interés a escala mundial, regional y local.

Los hongos entomopatógenos son bastante fáciles de reproducir y utilizar con los respectivos cuidados y apoyo técnico. En términos generales, en la actualidad, el uso de estos hongos tiene gran atención pues existe presión por hacer una disminución importante en el uso de químicos sintéticos y su uso indiscriminado

para dejar de afectar el ambiente y del desarrollo de resistencia en muchas plagas a estos químicos. A lo largo del tiempo, desde el momento en que se tuvo el equipo necesario para trabajar, se realizaron gestiones para obtener cepas nativas y en cooperación con otras instituciones a escala nacional, como producto de las gestiones realizadas, se obtuvo en primera instancia una gran donación por parte del CATIE en Turrialba y gracias al apoyo del Dr. Luko Hilje, se logró que nos dieran una copia de su colección de hongos entomopatógenos. Además, nos han donado materiales instituciones como el INA, DIECA, ICAFE, CORBANA y del Laboratorio del Doctor Miguel Obregón. Finalmente, a lo largo del tiempo se ha ido incorporando otro material de aportes de estudiantes y de proyectos en los que el LCB ha sido parte. Las actividades y enfoques que desarrolla este laboratorio no existen ni se dan en ningún otro laboratorio de la UNA.

¿Cuáles son los principales aportes del LCB?

A lo largo de estos años, el laboratorio ha servido de apoyo para el Curso de Control Biológico que es un curso optativo de la malla curricular de la ECA a nivel de bachillerato o abierto para la FCTM. También, ha participado como respaldo a varios proyectos de investigación junto con el Laboratorio de Biología Molecular de la ECA y de otras unidades académicas de la UNA (Escuela de Química, Escuela de Ciencias Biológicas y Escuela de Ambientales), así como con otras universidades (UCR y UTN). Se ha trabajado en colaboración con otras instituciones, tales como DIECA y el MAG-INTA. El laboratorio ha dado apoyo a estudiantes que han realizado su Práctica Profesional Supervisada (PPS) y tesis de grado a nivel de licenciatura y estamos abiertos para trabajos de maestría y doctorado. Finalmente, el laboratorio vende hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), con los que nos hemos especializado de forma particular para ser usado contra plagas en varios cultivos (aguacate, café, cacao, piña, hortalizas, yuca) y plagas de importancia urbana (hormigas, moscas, etc.), a escala particular de personas que buscan nuestros dos productos y en apoyo al manejo de plagas dentro de la misma UNA y sus diferentes sedes en otras partes del país.

Finalmente, la colección de hongos ha sido sometida a un largo proceso de análisis y se han utilizado diferentes técnicas moleculares para reproducir los hongos y poder caracterizarlos e identificar sus variaciones a nivel de morfo-tipos y eco-tipos, pues, aunque sean una misma especie de hongo, se comportan de manera diferente según la zona (suelo), región, cultivo e insecto de donde fueron aislados, lo que les confiere cierto grado de especificidad aun dentro de la misma especie, con lo que se mejora y potencializa su eficiencia de uso y de resultados esperados. Se han generado varias publicaciones científicas con grupo interdisciplinario de investigadores de varias instituciones nacionales. Se está investigando el aislamiento y uso de metabolitos secundarios a partir de estos hongos para su uso sobre plagas en frutales. Recientemente, nos estamos involucrando en la investigación de bacterias para el manejo de plagas hortícolas.

¿Qué retos tiene el LCB?

Poder certificar el laboratorio a escala nacional para acreditarse como laboratorio que pueda garantizar la calidad de otros hongos producidos dentro o fuera del país, lo cual ha sido todo un proceso y algo complicado, pero en eso se está trabajando. Poder producir y escalar en el ámbito comercial al menos un producto con sello UNA que se pueda vender de muy buena calidad y de precio justo en el país. Continuar aumentando la colección de hongos en la micoteca y poder evaluarlos y que sean utilizados en más proyectos de investigación y en apoyo de estudiantes de diversos niveles. Fortalecer y potenciar el laboratorio y uso adecuado de los hongos y bacterias entomopatógenas en el área agrícola principalmente y urbana, si es necesario, a través de charlas, capacitaciones y al involucrarse con proyectos. Ser un laboratorio de referencia en esta línea de investigación y ofrecer aportes al sector agrícola nacional. Hoy más que nunca, este laboratorio y todos sus aportes tienen gran vigencia y potencial para empoderarse como una gran alternativa en el manejo agroecológico de plagas (MAP) de manera responsable con el medio ambiente, con un precio accesible y de fácil uso e implementación por los agricultores en todo el país con los debidos apoyos técnicos y de capacitación.

Instituto de Investigación y Servicios Forestales

El Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor) de la FCTM, desde su creación en el año 1992, se ha dedicado a promover el desarrollo forestal del país en diversas áreas del quehacer científico. Desde sus inicios, el Inisefor, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Consejo Nacional de Rectores y Vicerrectoría de Investigación de la UNA, ha contado con un Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV), cuyo objetivo fue utilizar las técnicas *in vitro* para mejorar los sistemas de producción de las especies, producir material sano y seleccionado para el establecimiento de plantaciones forestales y contribuir con la conservación genética de especies forestales amenazadas de importancia económica y ecológica. El LCTV ha realizado investigación empleando diferentes técnicas de propagación *in vitro* enmarcadas en la técnica de cultivo de tejidos con el fin de establecer protocolos de reproducción de especies maderables. Los mayores esfuerzos se han direccionado al establecimiento de protocolos de micropropagación de especies forestales maderables nativas amenazadas. En este sentido, se ha trabajado en establecimiento de métodos de reproducción de especies como *Samanea saman* (cenízaro), *Hyeronima alchorneoides* (pilón), *Dalbergia retusa* (cocobolo), *Astronium graveolens* (ron ron), *Albizia guachapele* (gavilán), *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Terminalia amazonia* (amarillón), *Vochysia allenii* (botarrama blanco), *Platymiscium pinnatum* (Cristóbal) y *Guaiacum sanctu*m (guayacán real).

En el año 2017, el LCTV se fortaleció y se inscribió en el Sistema de Información Académica (SIA) como Laboratorio de Biotecnología Forestal (LBF), con lo cual se propusieron metodologías de micropropagación a gran escala para genotipos provenientes de programas de mejoramiento genético que son empleados en el establecimiento de ensayos clonales en campo y plantaciones forestales de especies, como *Gmelina arborea* (melina), *Tectona grandis* (teca) y *Samanea saman* (cenízaro). El LBF se ha convertido en un aliado de los mejoradores genéticos forestales del país, los cuales han requerido del desarrollo de otras técnicas biotecnológicas como conservación de germoplasma, puntualmente el manejo y conservación de polen de genotipos seleccionados

para realizar cruces controlados de dichos materiales con el fin de alcanzar la siguiente generación de mejoramiento; y más recientemente y con el objetivo de verificar la identidad de estos materiales mejorados, ha incorporado las técnicas de moleculares.

Como resultado de años dedicados a la investigación con especies forestales, el LBF ha realizado aportes en temas como:

- Establecimiento de biofábrica para el rejuvenecimiento y reproducción masiva de material seleccionado de melina (*Gmelina arborea Roxb.*) para el sector forestal costarricense. Universidad Nacional-MICITT, Costa Rica.
- Bases para el Mejoramiento Genético y Conservación de Germoplasma de cenízaro (*Samanea saman*) en Costa Rica. Universidad Nacional.
- Desarrollo de la segunda generación de mejoramiento genético de teca (*Tectona grandis L.*) y melina (*Gmelina arborea Roxb*.) en la cooperativa internacional de mejoramiento genético GENFORES. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional.
- Crioconservación de polen de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) como herramientas para el mejoramiento genético de la especie. Universidad Nacional.
- Establecimiento *in vitro* de clones superiores de caoba (*Swietenia macrophylla King*). Universidad Nacional.
- Propagación *in vitro* de *Terminalia amazonia* (amarillón) y *Vochysia allenii* (botarrama blanco). Universidad Nacional.
- Establecimiento *in vitro* y análisis de los componentes químicos de la raíz y suspensiones celulares de *Sourobea sympetala.* Universidad Nacional, Costa Rica-Universidad de Ottawa, Canadá.
- Rescate y conservación de especies maderables valiosas y amenazadas. FORINVES- Universidad Nacional.
- Propagación *in vitro* de especies maderables amenazadas o en peligro de extinción. Conicit-Universidad Nacional.

El principal aporte se ha realizado en el sector productivo forestal ya que, a pesar de la importancia económica de la teca y la melina en el mundo forestal tropical y de la existencia de programas de mejoramiento genético desde antes de los años 70 en América Latina, se había reportado avances modestos hacia generaciones avanzadas de mejoramiento. Para esto se requería el desarrollar un programa de cruzamientos controlados entre los genotipos de mejor desempeño, con el fin de continuar

50 años UNA Siempre necesaria

obteniendo ganancias genéticas de manera sostenida en las siguientes generaciones de mejoramiento, lo cual no hubiese sido posible sin la ejecución del proyecto "Desarrollo de la segunda generación de mejoramiento genético de teca (*Tectona grandis L.*) y melina (*Gmelina arborea Roxb*.) en la Cooperativa GENFORES (0021-14, ITCR-UNA) (2015-2019)", el cual contó con un componente biotecnológico, que buscó dar respuesta a las interrogantes en relación al manejo y conservación de polen de ambas especies con el establecimiento de un banco de polen (criobanco). Dichas metodologías de manejo y crioconservación están siendo usadas en la actualidad por las empresas reforestadoras costarricenses en la obtención de nuevos materiales y con características superiores. Otro de los aportes significativos del LBF, es que puso a disposición del sector la metodología de propagación masiva y rejuvenecimiento de material seleccionado de melina. En este sentido, durante los años 2015-2019, el laboratorio brindó servicios de propagación masiva de material seleccionado de melina a empresas nacionales e internacionales.

Por lo tanto, en el tema de biotecnología forestal, la UNA ha sido pionera en el país, ya que ha dedicado recurso humano, infraestructura y equipo exclusivo a la investigación básica, aplicada e interdisciplinaria dirigida hacia el sector forestal. Se ha obtenido financiamiento, tanto interno como externo, para equipamiento y adecuación del laboratorio, así como para investigación, principalmente en especies nativas y especies exóticas de alto valor comercial. Los trabajos de investigación han sido pioneros y publicados en revistas nacionales e internacionales.

¿Cuáles retos tiene el LBF?

Uno de los retos a los que se enfrenta el LBF es lograr el establecimiento de biofábricas para el rejuvenecimiento y propagación masiva de los materiales seleccionados de teca, melina y cenízaro. Además de lograr la operatividad de las metodologías de manejo y conservación de polen, con lo que se logrará reducir al máximo la pérdida de viabilidad del polen y se facilitará el mantenimiento de las colecciones, ya que la modalidad de conservación propuesta es poco laboriosa y de bajo costo económico, con lo cual se convierte en una metodología atractiva para los programas de mejoramiento y conservación de las especies.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas

En 1998, con la apertura de la carrera de Biología con Énfasis en Biotecnología, la UNA vino a contribuir al país con profesionales de calidad en esta área. Dichos profesionales son altamente demandados por empresas de Ciencias de la Vida, principalmente por la industria de dispositivos biomédicos. Este recurso humano que se forma en biotecnología en la UNA, en conjunto con el que forma otras carreras del área STEM (Science, Technology, Engineering, and Math), tanto en la UNA como en otras universidades; así como la estabilidad política y la seguridad jurídica es lo que han hecho a nuestro país ser atractivo para grandes inversiones de empresas transnacionales relacionadas con ciencias de la vida, según se ha manifestado en varias presentaciones realizadas por la Agencia de Promoción de Inversiones de Costa Rica (CINDE).

Pero antes de que se estableciera una carrera que se identificara con biotecnología, ya en la ECB se desarrollaba investigación biotecnológica. Por ejemplo, con la creación del Laboratorio de Biotecnología de Microalgas (Labma), fundado por la M.Sc. Clemencia León Bogarín, que se había formado académicamente en dos universidades de Estados Unidos y quien desarrolló en este laboratorio un primer proyecto denominado "Utilización de cianobacterias y el Helecho Acuático *Azolla filiculoides* en la Producción de Arroz Anegado", proyecto que fue financiado con dinero del Conicit a inicios de los años 90. Esta labor le permitió su visualización a escala internacional, de manera que pudo concursar por fondos MASHAV (de Israel) en conjunto con investigadores israelíes para el desarrollo de otros proyectos (León, 2021). A partir de esta colaboración del Labma, surgieron varias propuestas de investigación que se enfocan en diversos aspectos de la biotecnología de microalgas, todos ellos con el objetivo de avanzar en este campo y de equipar el laboratorio recién construido. Así, en los años 90 se instaló el primer biorreactor en el laboratorio, a partir del cual se obtuvo la biomasa utilizada en los diferentes proyectos, tanto en el área de los biofertilizantes, como en la experimentación en biorremediación.

En el año 2005, al Labma se une la Algoteca, la cual tenía una colección de cepas de microalgas y cianobacterias aisladas de diversos ecosistemas del país, iniciada desde 1978 con

la colaboración de varias investigadoras de la ECB, entre ellas: M.Sc. Roxana Víquez, M.Sc. Margarita Mora, M.Sc. Clemencia León y la M.Sc. Ursula Wydrzycka; esta última fue la fundadora de esta colección. La idea de unir al Labma con la Algoteca fue visionaria, ya que hoy día es posible estudiar el potencial biotecnológico de las cepas de algas y buscar soluciones reales a problemas de la sociedad.

Por un gran periodo, la investigación biotecnológica en la ECB se enfocó principalmente en microalgas y no fue hasta el año 2012 en el que se creó otro laboratorio de investigación, esta vez en el campo de la biología molecular. Este se denominó como Laboratorio de Análisis Genómico (LAGEN) y en el 2015 se crearon dos nuevos laboratorios: el Laboratorio de Biotecnología de Plantas (LBP) y el Laboratorio de Bioquímica y Biotecnología de Proteínas (LBBP). Más recientemente (2019), se creó el Laboratorio de Bioinformática Aplicada (LABAP), con lo cual se incrementaron con estos últimos laboratorios el grado de investigación realizada en biotecnología en la ECB y los aportes de esta a la sociedad. Estos laboratorios surgieron gracias a la formación de posgrado (maestría y doctorado) que obtuvieron académicos de la ECB, lo que les permitió aplicar el conocimiento obtenido con su formación en la formulación de nuevas líneas de investigación que llegaron a enriquecer el desarrollo de la biotecnología en la UNA. Con los proyectos desarrollados en estos nuevos laboratorios de la ECB se ha logrado aportar a la sociedad en los campos mencionados a continuación.

Biotecnología de microorganismos marinos

Se ha hecho la caracterización fenotípica y molecular de bacterias bioluminiscentes (Delgado *et al.*, 2017), así como la influencia de los medios de cultivo en el crecimiento y emisión de luz de estas bacterias (Iglesias *et al.*, 2020).

Biotecnología aplicada a la acuicultura

Se han logrado detectar los genes resistentes a antibióticos en bacterias *Streptococcus* sp. (Oviedo-Bolaños, 2021). Además, aplicando técnicas de biología molecular se aisló y se logró el

aislamiento y la caracterización parcial del gen de la hormona de la glándula androgénica similar a la insulina a partir de ampollas terminales distales de las tres especies de camarones marinos *Litopenaeus* del Pacífico costarricense (Sancho-Blanco *et al.*, 2018) y, en la actualidad, con este género de camarones hay en desarrollo un proyecto denominado "Neurotransmisores y feromonas de maduración ovárica y desove en reproducción del camarón de cultivo mundial, *Litopenaeus vannamei*", el cual es financiado por el Micitt. Con este proyecto se pretende validar y optimizar el uso de serotonina y espiperona como inductor directo de maduración ovárica y demostrar la existencia de feromonas inductoras de maduración ovárica, como alternativa no invasiva y eficiente para la reproducción comercial de *penaeus vannamei*. La determinación de las moléculas responsables de los procesos de maduración permitiría reemplazar la cirugía actualmente utilizada de ablación ocular y el sufrimiento al que se exponen estos animales con esta. Para ello se está utilizando biología experimental especializada en reproducción controlada de camarones marinos en la Estación de Biología Marina (EBM-UNA), análisis de transcriptómica comparativa en el LAGEN y análisis comparativo de péptidos y proteínas en el LBBP. Este proyecto además cuenta con apoyo internacional de investigadores especialistas en endocrinología de la Universidad de Sunshine Coast de Australia y de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Biotecnología aplicada a la detección de proteínas con potencial para usos biotecnológicos y biomédicos

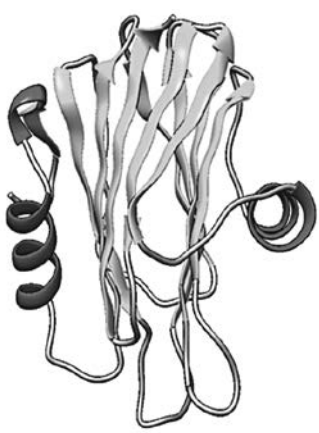
Investigadores del LBBP, con la colaboración de investigadores del Centro de Estudio de Proteínas de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, Cuba, lograron detectar y purificar una toxina formadora de poros perteneciente a la familia de las actinoporinas (Alvarado *et al.*, 2014). Además, estos investigadores obtuvieron dicha molécula de forma recombinante en células de *Escherichia coli* y empleando técnicas espectroscópicas, técnicas de estudio en monocapas lipídicas y en liposomas, así como técnicas de proteómica y de microscopía de fluorescencia lograron la caracterización funcional y molecular de esta proteína recombinante (Alvarado-Mesén *et al.*, 2019). Esta nueva molécula fue denominada como nigrelisina (Ng por su abreviatura). Utilizando análisis bioinformáticos de alineamiento por homología de

secuencias, se obtuvo un modelo para Ng (Figura 1). Estas toxinas formadoras de poros tienen un gran potencial para el desarrollo de fármacos terapéuticos dirigidos contra células tumorales (Pentón *et al.*, 2011) y para uso en sistemas de liberación de antígenos en el citosol celular (Lanio *et al.*, 2014), entre otros usos.

El financiamiento que ha permitido la caracterización de Ng se ha obtenido a través de la International Foundation for Science (IFS de Suecia), Fondos del Sistema de CONARE (FEES) y con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación de la UNA, mediante asignaciones de presupuesto FECTE para compra de equipo científico.

Así mismo, dentro del campo de las proteínas, investigadores del LBP y LBBP de la Escuela de Ciencias Biológicas, en conjunto con una investigadora de la Escuela de Medicina Veterinaria están trabajando en la obtención de forma recombinante de dos antígenos del SARS-CoV 2 (virus causante de la enfermedad covid-19). Dichos antígenos serán empleados para el diagnóstico inmunológico de la covid-19. En este trabajo, a la fecha de escribirse estas líneas estos investigadores han logrado la expresión de dichos antígenos y se encuentran trabajando en la elaboración de una placa de inmunodetección. En la Figura 1, se muestra un modelo de nigrelisina, la cual posee un núcleo de hojas β, dos hélices α y estructura aleatoria, obtenido mediante Swiss-Model y procesado con UCSF Chimera, desarrollado por Resource for Biocomputing, Visualization, and Informatics en la Universidad de California, San Francisco, con el apoyo de NIH P41-GM103311.

Figura 1
Modelo obtenido de nigrelisina



Fuente: archivo propio.

Bioinformática

La formación de doctorado de una académica de la ECB, quien estudió en la Universidad de Liverpool (Inglaterra) en el campo de la biología funcional, ha permitido la creación del más reciente de los laboratorios, el de Bioinformática Aplicada (LABAP), donde se están desarrollando los siguientes proyectos:

- Bioprospección de surfactantes producidos por hongos marinos aislados de manglares costarricenses utilizando un abordaje integral ómico.
- Ensamblaje, anotación y estudio de la diversidad funcional de genomas neotropicales de aislamientos de *Beauveria bassiana*.
- Análisis *in silico* de potenciales marcadores moleculares para la identificación simultánea de las tres especies causantes de la ehrlichiosis en Costa Rica.
- Evaluación de factores indicadores de patogenicidad mediante técnicas moleculares y bioinformáticas en aislamientos del hongo *Beauveria sp*.

¿Cuáles son los retos de la ECB en cuanto a desarrollo biotecnológico?

50 años UNA
Siempre necesaria

La ECB tiene un gran potencial para el desarrollo de proyectos de biotecnología aplicada y aunque se ha logrado un gran avance en los últimos años, aún mucho de lo que se hace es ciencia básica. Se tiene el reto de poder trasladarlo a lo aplicado, como podría ser productos que se puedan patentar y licenciar o, incluso, trabajar más de "la mano" con el sector privado, con el fin de atraer recursos económicos que permitan continuar investigando y mejorando en este campo. Esto se debe lograr sin perder la perspectiva del desarrollo de proyectos de ciencia básica, ya que es esta última la que permite generar el conocimiento necesario que termina pasando a las aplicaciones biotecnológicas. Además, solo generando conocimiento de investigaciones básicas propias es como podemos innovar en el campo científico-tecnológico que nos permita avanzar hacia el desarrollo de una industria biotecnológica endógena.

Conclusión

En Costa Rica, el campo biotecnológico está en una etapa temprana de consolidación, sin embargo, como se puede deducir de lo expuesto en este capítulo, la Universidad Nacional ha realizado importantes aportes a la sociedad, a la agricultura y a los recursos forestales desde la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, así como aportes importantes en investigación básica y aplicada desde la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Otro aspecto para destacar es la formación en capital humano especializado en biotecnología que hace la UNA desde la Escuela de Ciencias Biológicas. Desde el año 2003, ha graduado profesionales en biotecnología. La mayor parte de este recurso, como se menciona, es absorbido por las empresas de dispositivos médicos. La formación de capital humano de alta calidad se ha convertido en un atractivo para que estas transnacionales se instalen en nuestro país. Sin embargo, pensamos que, además de formar capital humano que satisfaga las necesidades de las empresas trasnacionales, también, en un futuro no lejano, mucho de este capital conducirá al desarrollo de una industria biotecnológica endógena que vendrá a contribuir al desarrollo económico y social del país. Por lo tanto, se concluye que los aportes de la UNA a Costa Rica en el campo biotecnológico son invaluables y de gran importancia para un país como el nuestro en vías de desarrollo.

Bibliografía

Alvarado, J., Álvarez, Y., Pedrera, L., Ros, U., Lanio, M.E., Valle, A. & Álvarez, C. (2014). Isolation and partial purification of a hemolytic sphingomyelin-inhibitable fraction from the sea anemone *Anthopleura nigrescens*. *Biotecnología Aplicada, 31*(1), 53-56.

Alvarado-Mesén, J., Solano-Campos, F., Canet, L., Pedrera, L., Hervis, Y. P., Soto, C., Borbón, H., Lanio, M. E., Lomonte, B., Valle, A. & Álvarez, C. (2019). Cloning, purification and characterization of nigrelysin, a novel actinoporin from the sea anemone *Anthopleura nigrescens*. *Biochimie*, 156, 206-223. https://doi.org/10.1016/j.biochi.2018.07.013

Calvo-Araya, J. A. & Orozco-Rodríguez, R. (Sep 2019) Trichoderma antagonism against gray mold (Botrytis cinerea) in blackberry crop in Costa Rica. *Phytopathology.*

Castro-Vásquez, R. M., Hernández-Villalobos, S., Montero-Astúa, M., Martínez, A. V., González-Herrera, A. & Molina-Bravo, R. (2020). Identification and molecular characterisation of fifteen tropical isolates of the entomopathogenic fungus Metarhizium. *Biocontrol Science and Technology*, *30*(5), 490–498. https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1732296

Castro-Vásquez, R. M., Molina-Bravo, R., Hernández-Villalobos, S., Vargas-Martínez, A., González-Herrera, A. & Montero-Astúa, M. (2021). Identification and phylogenetic analysis of a collection of Beauveria spp. isolates from Central America and Puerto Rico. *Journal of Invertebrate Pathology*, 107642. https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107642

Delgado, Y., Umaña Castro, R., Solano González, S., Iglesias Rodríguez, M. V., Ortiz Guilarte, E., Álvarez, C. & Lugioyo, G. M. (2017). Phenotypic characterization and molecular identification of a luminescent marine bacteria isolated from the NW shelf of Cuba with biotechnological potential. *Biotecnia Journal*, *19*(3), 3-10.

Flores D., Barboza S y Orozco R. (2002). *Guía para la producción de semilla prebásica y básica de papa en Costa Rica*. Editorial EUNED.

García-García, J.A., Azofeifa-Bolaños, J.B., Solano-Campos, F. & Orozco-Rodríguez, R. (2019). Effect of two cytokinins and a growth inhibitor on the in vitro tuberization of two genotypes of Solanum tuberosum L. cvs. Atlantic and Alpha. *Uniciencia, 33*(2).https://doi.org/10.15359/RU.33-2.1

Hilje-Rodríguez, I., Albertazzi, F. J., Rivera-Coto, G. & Molina-Bravo, R. (2020). A multiplex qPCR TaqMan-assay to detect fungal antagonism between *Trichoderma atroviride* (Hypocreaceae) and *Botrytis cinerea* (Sclerotiniaceae) in blackberry fruits using a de novo tef1-α- and an IGS-sequence based probes. *Biotechnology Reports*, *27*(4), e00447. https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00447

Holst-Sanjuán, K., Rivera-Coto, G., Villalobos-Moya, K., Orozco-Rodríguez, R. y Orozco-Cayasso, S. (2017). Pruebas in vitro de hongos Antagonistas para combatir La Roya de Mora en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, *41*(1), 19-32.

Laborde, R.J., Sánchez-Ferras, O., Luzardo, M .C., Cruz-Leal, Y., Fernández, A., Mesa, C., Oliver, L., Canet, L., Abreu-Butin, L., Nogueira, C.V., *et al.(2017).* Novel Adjuvant Based on the Pore-Forming Protein Sticholysin II Encapsulated into Liposomes Effectively Enhances the Antigen-Specific CTL-Mediated Immune Response. *J. Immunol*, 198, 2772-2784.

Lanio, M. E., Fernández, L. E., Laborde, R. J., Cruz, Y., Luzardo, M., Mesa, C., Álvarez, C. M., Pazos, I. F., Tejuca, M.; Valle, A.; Canet. L. (2014). *Vaccine Composition Based on Sticholysin Encapsulated into Liposomes*. U.S. Patent US8, 697, 093, B2.

León, M. C. C. (2021). Escoger el camino de la ciencia. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, *12*(1), 16-18.

Marín-Chacón, M. A., Rivera-Coto, G., Villalobos-Moya, K., Orozco-Rodríguez, R. y Orozco-Cayasso, S. (2017). Evaluación de hongos antagonistas de Botrytis cinerea Pers., en plantaciones de mora, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, *41*(1), 7-18.

Oviedo-Bolaños, K., Rodríguez-Rodríguez, J.A., Sancho-Blanco, C., Barquero-Chanto, J. E., Peña Navarro, N., Escobedo-Bonilla, CM. & Umaña-Castro, R. (2021). Molecular identification of *Streptococcus* sp. and antibiotic resistance genes present in Tilapia farms (*Oreochromis niloticus*) from the Northern Pacific region, Costa Rica. *Aquacult Int*., *29*(7) https://doi.org/10.1007/s10499-021-00751-0

Sancho-Blanco, C., Umaña-Castro, R., and Alfaro-Montoya, J. (2018). Isolation and characterization of partial insulin-like androgenic gland hormone gene from distal terminal ampoules of the three marine shrimp Litopenaeus species from the Eastern Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research.* 46(2). http://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue2-fulltext-21

Syedd-León, R., Orozco, R., Álvarez, V., Carvajal, Y., & Rodríguez, G. (2020). Chemical and antioxidant charaterization of native corn germplasm from two regions of Costa Rica: A conservation approach. *International journal of food science*.

Pentón, D., Pérez-Barzaga, V., Díaz, I., Reytor, M. L., Campos, J., Fando, R. & Tejuca, M. (2011). Validation of a mutant of the pore-forming toxin sticholysin-I for the construction of proteinase-activated immunotoxins. *Protein Engineering, Design and Selection*, *24*(6), 485-493. https://doi.org/10.1093/protein/gzr002

Logros y perspectivas del Instituto de Estudios de la Mujer en el marco del cincuenta aniversario de fundación de la UNA

Doris Fernández Carvajal[1]

Los inicios de los estudios de la mujer en la Universidad Nacional

Desde una perspectiva histórica, la ubicación del inicio de los estudios de la mujer requiere remontarse al surgimiento de la categoría de *género.* Es a mediados de la década de los sesenta del siglo pasado cuando, en el campo de la psicología clínica en Estados Unidos, comienza a utilizarse la categoría *género,* para referirse a las diferencias que se establecían entre el sexo biológico y la identidad

1 Académica. Correo electrónico: doris.fernandez.carvajal@una.cr

de las personas. Una explicación a esas diferencias daba un importante papel a la influencia sociocultural en la conformación de la identidad. A partir de esta se establece una diferencia entre *sexo,* para hacer referencia a las características fisiológicas y biológicas de la hembra y el macho, mientras que el *género* aludía a los aspectos sociales y culturales que dan lugar a la construcción de la feminidad y la masculinidad. Lo anterior constituye un hecho muy significativo, ya que ponía de manifiesto que la feminidad y la masculinidad no eran hechos *naturales o biológicos,* sino que, en su lugar, son *construcciones culturales,* de manera que, a lo largo de la historia cada sociedad construye a partir de esas diferencias anatómicas entre los sexos, la especificidad de lo que considera masculino y femenino.

Es así como la teoría *sexo-género* es acogida por mujeres del ámbito académico y feminista para explicar que las diferencias entre ambos sexos se traducen en desigualdades sociales, económicas y políticas en detrimento de la *mujer.* A partir de aquí surgen los llamados *estudios de la mujer*, como un nuevo campo de estudios que comienza a gestarse a mediados de la década de los años setenta en Estados Unidos, para evidenciar la existencia de sociedades patriarcales en las cuales hay una preeminencia de los hombres y lo masculino en detrimento de las mujeres y lo femenino. Algunas aportaciones fueron dadas por las académicas Gayle Rubin y Kate Millet.

Posteriormente, la Organización de Naciones Unidas (ONU) declara la Década de las Naciones Unidas para la Mujer (1975-1985) y la Tercera Conferencia Mundial sobre la Mujer en Nairobi (1985), ambas promovían la aplicación de los principios de igualdad, desarrollo y paz. Ambos eventos se pueden considerar hitos que dieron un impulso a estudios que permitieran generar conocimiento sobre la *mujer*. Esto condujo a crear una conciencia crítica hacia la realización de espacios de reflexión e investigación sobre las causas por las cuales la *mujer*[2] vivía en condiciones de discriminación y desigualdad.

Estas iniciativas son acogidas por las universidades públicas. En el caso de la Universidad Nacional, es en la Facultad de Filosofía y Letras en la década de los ochenta cuando comienzan a desarrollarse este tipo de estudios. De la Escuela Ecuménica de

2 Más adelante se introduce la categoría *mujeres* para hacer alusión a la diversidad de estas en cuanto a clase social, castas, raza, etnia, ubicación geográfica, edades, creencias religiosas, orientación del deseo sexual y otras más. Posteriormente estos estudios llegan a denominarse *estudios de género*.

Ciencias de la Religión, las teólogas Cora Ferro Calabrese, Ana Ligia Rovira Ulate y Ana María Quirós Rojas, se consideran pioneras en el impulso de este tipo de estudios. Estas académicas se vieron permeadas por estos discursos de cambio y mostraron especial preocupación por la pobreza y la violencia que vivían muchas mujeres en el ámbito latinoamericano y de nuestro país. Para ello llevaron a cabo varios trabajos de investigación con mujeres lideresas comunales, utilizando metodologías participativas inspiradas en las prácticas de Paulo Freire y los postulados de la Teología de la Liberación (Figura 1).

Figura 1
Primeras reuniones antes de crearse el Centro Interdisciplinario de Estudios de la Mujer

Fuente: archivo del Instituto de Estudios de la Mujer.

Producto de estos trabajos se concientizaron de la justificación que hacían las mujeres de sus sufrimientos en la voluntad de Dios, por lo cual comenzaron a estudiar estas representaciones sociales, a cuestionar ese destino femenino y la supuesta inferioridad de las mujeres y su obligación de conformarse a vivir en violencia, para alentarlas a liberarse de este sufrimiento y de este estigma social. Estas académicas establecieron alianzas con instituciones y organizaciones que financiaron y apoyaron la articulación de sus actividades en las comunidades a través de la Asociación Cristiana de Educación y Desarrollo para la Alfabetización y la Literatura (Alfalit) y del llamado Centro Nacional para el Desarrollo de la Mujer y la Familia (CMF), hoy Instituto Nacional de las Mujeres (Inamu). Durante la década de los ochenta se ejecutaron algunos proyectos: La mujer en las iglesias cristianas de Costa Rica (1985-1992),

Participación de la mujer en las universidades centroamericanas (1987-1993), Significado de la participación de la mujer cristiana en la vida y en la acción organizada de la comunidad (1988) y Asesoramiento religioso a comunidades populares organizadas o en vías de organización (1986-1993).

También, desde el Instituto de Estudios Latinoamericanos (Idela), en colaboración con otras unidades académicas de la universidad, estudiaron los aportes de las mujeres a la literatura y su imagen en los medios de comunicación a través del proyecto interdisciplinario Problemática de la Mujer Centroamericana. Desde esta instancia, también se organizaron otras actividades siempre en el ámbito de la literatura, como el Simposio Internacional de Literatura Femenina en 1985 y el Primer Congreso de Mujeres de Biblia con Perspectiva de Género, apoyado por Alfalit.

En el año 1985, la Licda. Zoraida Ugarte Núñez, decana de la Facultad de Filosofía y Letras, creó la Comisión de Estudios Avanzados, dirigida a estudiar el papel de la mujer en la filosofía y las letras en América Latina. El coordinador de esa Comisión, Jacobo Schifter, logra visualizar que el trabajo con mujeres y desde la perspectiva feminista era muy incipiente en las universidades de nuestro país.

Producto de lo anterior, la Comisión recomendó crear cursos en estudios de la mujer, buscando para ello apoyo internacional. Ese año se presentó a la Agencia de Información de los Estados Unidos una solicitud de beca Fulbright para contar con una profesora que impartiera dos cursos con enfoque teórico feminista, uno dirigido a terapeutas y otro a profesionales que supervisaran o ejecutaran proyectos vinculados con mujeres. Así se logró que la Dra. Sara Sharratt[3], psicóloga y activista feminista que residía en Estados Unidos, visitara el país para impartir estos cursos con validación de posgrado en los que participaron mujeres de instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, académicas universitarias, todas ellas interesadas en la problemática de la mujer. Asimismo, los cursos permitieron la erradicación de mitos sobre los cuales se fundamentaba la discriminación, la desigualdad y la violencia hacia las mujeres. Por este motivo, se identificó la necesidad de ampliar, profundizar e institucionalizar los estudios de la mujer en el país y en otros ámbitos como las universidades.

50 años UNA
Siempre necesaria

3 Sara Sharratt es hermana de Jacobo Schifter, quien la convenció de aceptar el desafío de venir a Costa Rica ya que cumplía con todos los requisitos para una pasantía de este tipo.

Creación del Centro Interdisciplinario de Estudios de la Mujer (CIEM)

> *La justificación del CIEM reside, fundamentalmente, en el aporte académico a los objetivos de promoción de la mujer, propuestos en los programas de desarrollo nacional; y en la participación en los procesos de incorporación de la mujer, con todo su potencial de inteligencia y energía, en la construcción de una nueva unidad de cultura y de una sociedad más justa y democrática.*
>
> Cora Ferro Calabrese

En 1987, la Comisión de Estudios Avanzados de la Facultad de Filosofía y Letras elaboró una propuesta de proyecto para la creación de un centro permanente de estudios de la mujer, adscrito a la Decanatura, cuyo objetivo era promover y coordinar programas y proyectos universitarios acerca de la mujer y la problemática que enfrentaba en una sociedad patriarcal. En ese momento, la teóloga Cora Ferro Calabrese ocupaba el cargo de decana de la Facultad y una vez aprobada la creación de este centro, fue designada coordinadora. Es importante señalar que la Licda. Cora Ferro Calabrese fue una persona inspiradora a quien se le atribuye ser la principal gestora de estas primeras transformaciones para posicionar las problemáticas de la mujer en el ámbito universitario –así se le denominaba en este tiempo–. Por esta razón, resulta significativo que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional haya denominado el Auditorio del Campus El Higuerón como "Auditorio Cora Ferro Calabrese" en julio del 2021 (Acuerdo UNA-SCU-ACUE-184-2021).

La creación del Instituto de Estudios de la Mujer

Durante el período de existencia del CIEM (1987-1990), los *estudios de la mujer* y otras acciones como cursos y charlas, si bien habían logrado posicionarse en la universidad, existía el temor de que, si la Decanatura cambiaba de mando y el CIEM

dejaba de tener el respaldo de la Licda. Cora Ferro Calabrese, los avances alcanzados hasta el momento podrían experimentar algún retroceso. Importante mencionar que estos avances no estaban desprovistos de resistencias ideológicas que planteaban que las *problemáticas de la mujer* no eran temas académicos o de verdadera importancia, existían comentarios y posiciones descalificadoras a lo considerado "feminista". Ante este riesgo, se pensó en la posibilidad de constituirse en una unidad académica con rango de instituto. De esta manera, se fue avanzando en un trabajo de cabildeo a escala institucional; por un lado, con actividades de sensibilización, por otro, tratando de convencer a las autoridades sobre la importancia de cumplir como país con los principios de igualdad, desarrollo y paz en el ámbito universitario.

Después de diversas gestiones, el 25 de abril del año 1991, finalmente, el Consejo Universitario aprueba la creación del Instituto de Estudios de la Mujer. Una vez aprobada la creación del Instituto, la Licda. Cora Ferro Calabrese (Figura 2) pasa a ser su primera directora. Posteriormente, se obtienen algunas jornadas académicas y administrativas para lograr llevar adelante los objetivos planteados. El 25 de abril del año 2021, se conmemoraron los treinta años de la creación del Instituto de Estudios de la Mujer (IEM). Durante este tiempo, su quehacer ha continuado abarcando las áreas sustantivas de la Universidad: investigación, docencia y extensión, además de la implementación de dos políticas institucionales, la prevención del hostigamiento sexual y de manera más reciente, la promoción de la igualdad y equidad de género en el ámbito universitario.

50 años UNA
Siempre necesaria

Figura 2
Cora Ferro Calabrese y Zaira Carvajal Orlich, impulsoras de los estudios de la mujer en la UNA

Fuente: archivo del Instituto de Estudios de la Mujer.

Una vez constituido el IEM, continúa desarrollando dos programas que habían iniciado anteriormente (tiempos del CIEM), uno de ellos fue el Programa de Información para la Mujer (PIM) y el Programa Casa de la Mujer. El programa PIM se crea en el año 1988 y tuvo como propósito la difusión de información sobre estudios de la mujer. Para ello, logró crear un acervo documental nacional e internacional muy valioso que contenía: revistas, artículos, libros, videos y otros materiales sobre violencia intrafamiliar, derechos humanos, salud, legislación, datos estadísticos, todo ello relacionado con la mujer. Llegó a funcionar como un centro de documentación especializado que mantenía intercambio de información a escala nacional con bibliotecas y otros centros similares de países de América Latina. En sus primeros años, estuvo coordinado por la Licda. Mafalda Sibille y, posteriormente, por la Licda. Rosa Victoria Jiménez González. Este Programa estuvo vigente durante dieciocho años y concluyó en el año 2006, cuando el Instituto se trasladó al actual edificio de la Facultad de Filosofía y Letras, todo este acervo documental se integró como parte de la biblioteca de la Facultad.

Programa Casa de la Mujer

Este fue otro programa pionero en la historia del IEM: se crea en el año 1989, y se considera un programa de extensión universitaria; sin embargo, también se realizaron actividades de investigación y docencia. Se utilizó la denominación "Casa de la Mujer" para aludir a aquel espacio en el cual se les podía dar albergue y apoyo a mujeres afectadas por la violencia y otras problemáticas sociales. Desde este Programa se realizaron actividades muy diversas, tales como talleres con mujeres de comunidades rurales con utilización del teatro, la promoción cultural y el psicodrama, dirigidas a la concientización de su condición de mujer, el fortalecimiento de su autoestima y su identidad cultural. También, la promoción de proyectos productivos orientados al mejoramiento de sus condiciones de vida en comunidades rurales.

Como una acción más dentro de este Programa, está la revista *Casa de la Mujer*, cuyo primer número llegó a publicarse en mayo del año 1990 y objetivo fue abrir un espacio para que las mujeres pudieran difundir su producción artística y académica,

en momentos cuando esas posibilidades eran muy escasas. Para la publicación de la revista, durante esos primeros años se contó con el apoyo del Centro Mujer y Familia, donaciones de la Embajada de Holanda, y posteriormente, de la Editorial de la Universidad Nacional (EUNA). Durante sus veinticinco años de existencia, llegó a experimentar cambios de tamaño, formato, contenido, adscripción a índices internacionales, hasta el año 2016 que se discontinuó.

Por otro lado, la ejecución de otros programas, como Construyamos una Vida sin Violencia, inició en el 1996 y finalizó en el 2010, desde el cual se desarrollaron actividades para informar, prevenir y asesorar en materia de violencia. También, el Programa Educación para la Igualdad de Oportunidades desde la Perspectiva de Género, desde el cual se llevaron a cabo actividades en educación para la sexualidad, diversidades sexuales, derechos humanos, e igualdad y equidad de género.

Aportes del Instituto de Estudios de la Mujer a la Universidad Nacional y a la comunidad nacional

Ejecución de proyectos de investigación

Durante la década de los noventa, uno de los primeros trabajos de investigación fue el proyecto Las mujeres que escribieron en el *Repertorio Americano*. Dentro de sus aportes se puede mencionar el "sacar a la luz" o visibilizar a una cantidad de mujeres latinoamericanas y costarricenses que escribieron en ese medio y que eran desconocidas. Este proyecto sirvió de base para la elaboración de otra propuesta investigativa: *Recuperación de la historia de las mujeres.* Este proyecto contó con un valioso material prestado por la familia de Ángela Acuña Braun que contenía una colección de recortes de periódico que había coleccionado Ángela Acuña y recogía el debate sobre el voto femenino que impulsaba la Liga Feminista, de la cual Acuña era su principal promotora. Este material se editó en siete volúmenes conocidos como "Los álbumes de Ángela" y se encuentra en la biblioteca de la Facultad de Filosofía y Letras.

Para las dos primeras décadas del presente siglo, la investigación realizada presenta dos tendencias: una que ha aportado conocimiento a la Universidad Nacional donde se pueden encontrar las realizadas en materia de violencia contra las mujeres, en hostigamiento sexual, los dos diagnósticos institucionales para detectar brechas entre los sexos por motivos de género, sobre percepciones de discriminación en población estudiantil y otras. De igual manera, se han realizado otras cuyo ámbito está fuera de la universidad, como las investigaciones sobre las temáticas de educación, sexualidad, pobreza con perspectiva de género, discriminaciones y otras. A continuación, se presenta una breve descripción de algunas de estas.

Investigaciones en el tema de violencia

Las violencias hacia las mujeres siempre han ocupado gran importancia dentro del quehacer del IEM. Prueba de ello es la realización de investigaciones en problemática, tanto dentro como fuera del ámbito universitario. Dentro de estas se puede mencionar el especial interés hacia el estudio del hostigamiento sexual, para ello llevó a cabo varias investigaciones; la primera tuvo lugar en el año 1999, a cargo de Zaira Carvajal Orlich y se denominó *Prevalencia, manifestaciones y efectos del hostigamiento sexual en la Universidad Nacional*. Luego continuaron otras realizadas en los años 2008 y 2018, estas han aportado una metodología de estudio que ha sido utilizada en investigaciones en otros países y han servido de base para la elaboración de campañas de información y prevención de esta problemática en la UNA.

Realización de diagnósticos institucionales

La realización de diagnósticos institucionales ha sido una iniciativa que surgió en el IEM con la finalidad de determinar posibles brechas que, por motivos de género, pudiesen estar afectando la vida laboral y profesional de la población trabajadora de la Universidad Nacional. Es así como se han realizado dos investigaciones diagnósticas. La primera, con información del

año 2005; la segunda, con datos del año 2015; mientras que la tercera, con información del año 2020, se encuentra en proceso.

Estos trabajos han mostrado que, si bien la universidad tiene una población trabajadora con un número muy similar entre mujeres y hombres, las diferencias o brechas se presentan al analizar la ubicación del personal académico y administrativo en su espacio laboral, la categoría del puesto, la jornada contratada y otras. Toda esta información ha sido presentada a las autoridades universitarias con la finalidad de que, a partir de la realidad, pueda conducir a la toma de acciones para la disminución o corrección de las brechas detectadas. A partir de la información del primer *Diagnóstico institucional: relaciones de equidad entre mujeres y hombres en la Universidad Nacional,* surgió la idea de una política de igualdad, la cual fue avalada por el rector Olman Segura Bonilla. Esto dio lugar a la elaboración de la actual Política de igualdad y equidad de género en la Universidad Nacional (PIEG-UNA), cuyas primeras acciones fueron apoyadas por el rector Alberto Salom Echeverría. La realización de estos trabajos constituye una evidencia más de la importancia de la investigación con perspectiva de género, que permite evidenciar o visibilizar las desigualdades existentes en este caso dentro la población trabajadora de la UNA.

Programas y proyectos de extensión universitaria

Las primeras acciones que podrían considerarse como extensión universitaria datan de la década de los ochenta: charlas, cursos y otras actividades de capacitación que se impartieron a otras unidades académicas de la universidad, a instituciones públicas del cantón central de Heredia y otras comunidades del país. Uno de los primeros proyectos en esta línea fueron los talleres Mujer y Salud Comunitaria**,** en coordinación con el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA). Posteriormente, se ejecutó un proyecto mediante un convenio, en 1999, con el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) para la ejecución del Proyecto Construyendo Oportunidades, para capacitar a mujeres de bajos recursos económicos de diferentes lugares del país**.** El Instituto ha tenido una función muy destacada en el trabajo con mujeres de diversas

comunidades rurales del país, este ha sido a través de donaciones y colaboraciones de diversas organizaciones públicas y privadas. En esta línea, se pueden mencionar los proyectos ejecutados a través del Programa Desarrollo Integral de la Zona Rural del Golfo de Nicoya. Esta fue una experiencia académica interdisciplinaria entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y la Facultad de Filosofía y Letras. Este proyecto tenía dos componentes, uno técnico, que era atendido por personal académico de la Escuela de Biología y otro organizativo, bajo la responsabilidad del Instituto.

El Instituto logra ejecutar varios proyectos derivados del primero que se denominó Desarrollo Integral de las Mujeres de la Zona Rural del Golfo de Nicoya desde la Perspectiva de Género, este tenía como objetivo mejorar la calidad de vida de las mujeres de comunidades aledañas al golfo a través del desarrollo de proyectos productivos y de forma paralela crear las condiciones para la adecuada gestión. También incluyó la promoción del crecimiento personal, a través de la alfabetización, la educación, la salud, los derechos humanos, la gestión organizacional, todo ello aplicando la perspectiva de género de manera transversal. Se atendieron asociaciones de mujeres de las comunidades de Costa de Pájaros, Morales e Isla de Chira, más adelante se incorporaron otras comunidades.

Esta primera iniciativa fue apoyada por el Programa de Pequeñas Donaciones para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) y, posteriormente, de Funde-Cooperación para el Desarrollo Sostenible y de ella derivaron otros proyectos más que hicieron que esta experiencia de trabajo se extendiera por el período entre el año 2000-2008. Esta experiencia de trabajo con mujeres rurales de zonas costeras quedó plasmada en la publicación del libro *Mujeres del Golfo de Nicoya. Forjando un sueño y recopilando historias.*

La ejecución del Convenio Universidad Nacional-Patronato Nacional de la Infancia y Fundación UNA (Convenio UNA-PANI-FUNA), durante el año 2001. A través de este se capacitó a madres adolescentes y embarazadas en condición de riesgo social, para brindarles herramientas que les abrieran posibilidades laborales. Esta capacitación fue brindada principalmente en inglés y computación por las respectivas escuelas de la universidad (Figura 3).

Figura 3
Mujeres jóvenes participando de los cursos de capacitación del Programa del Patronato Nacional de la Infancia y el IEM

Fuente: archivo del Instituto de Estudios de la Mujer.

Entre los años 2007-2014, el Instituto –por mediación de la académica May Brenes Marín– formó parte del equipo de trabajo del Programa de Desarrollo Integral de Isla Venado; posteriormente, se llamó Programa de Desarrollo Integral Comunitario Costero (PDICC), coordinado por la Licda. Rose Marie Ruiz Bravo y el aporte más significativo a este programa fue la inclusión de la perspectiva de género en las diversas actividades que realizaba. Con el apoyo económico de la Comisión Nacional de Rectores (Conare), entre los años 2008-2011, se pudo trabajar en capacitaciones con mujeres rurales, especialmente en comunidades indígenas y fronterizas. Posteriormente, se ejecutaron otros proyectos en una línea similar, financiados con recursos denominados Fondos del Sistema del Consejo Nacional de Rectores (Conare). En estos se contó con la coparticipación del Instituto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Estatal a Distancia y la Universidad de Costa Rica. Estos proyectos fueron ejecutados entre el 2013-2021: "Fortalecimiento de la Organización de las Mujeres Campesinas para la Soberanía Alimentaria y la Nutrición en las Zonas Atlántica y Pacífico Sur", "Mujeres del Campo: Tierra, Derechos y Expresión, Economía Feminista como Propuesta Emancipatoria", "Mujeres del Campo: Derechos-Cuerpo-Territorio" y, el más reciente, "Economía Solidaria y Feminismo. Fortalecer a las Mujeres de Zonas Fronterizas". Todos ellos coordinados por la M.Sc. Alejandra Bonilla Leiva.

50 años UNA
Siempre necesaria

Otros proyectos de extensión fueron la organización de tres congresos; el primero de ellos, en el año 2011, I Congreso Internacional Universitario: Géneros, Feminismos y diversidades (GEFEDI), el cual contó con una amplia participación de personas académicas en calidad de conferencistas de universidades prestigiosas de América Latina y otros países. Le siguieron la segunda versión en el año 2014 (Figura 4) y la tercera en el año 2021, en el marco del 30 aniversario del IEM.

Figura 4
Encuentro Internacional sobre Violencias de Género realizado en el 2014

Fuente: archivo del Instituto de Estudios de la Mujer.

Docencia de posgrado y grado

El inicio de los estudios en la problemática de la mujer en tiempos del CIEM y luego IEM, supuso el inicio de la docencia en esta unidad académica, lo cual condujo a la creación de un Programa de Estudios de Género en conjunto con la Universidad de Costa Rica. Finalmente, en el año 1993 inició la primera promoción de la Maestría Académica en Estudios de la Mujer (MAEM) y posteriormente la Maestría en Violencia Intrafamiliar y de Género (MAVIGE), a partir del año 2002. Ambas maestrías concluyen en el año 2020. En el año 2014, el Instituto abre un

nuevo programa de posgrado, Maestría Perspectiva de Género en los Derechos Humanos, y se encuentra gestionando una nueva propuesta en Estudios de Género.

La experiencia de la implementación del posgrado sirvió de base para la elaboración de una propuesta formativa a nivel de grado, se vio la necesidad de abrir un campo de estudio para formar profesionales para la promoción del desarrollo humano sostenible desde una perspectiva de género; oferta que no existía en el país. Es así como en el año 2004, el Conare aprueba el Bachillerato Gestión del Desarrollo Sostenible con Equidad de Género, que inicia su primera promoción en el año 2005. Después de un proceso de autoevaluación, cambia de nombre a Bachillerato en Género y Desarrollo, y se identifica la necesidad de ofrecer un grado mayor, por lo que se abre la Licenciatura en el 2015.

Otra modalidad de docencia universitaria que ha desarrollado el Instituto es la venta de servicios. La primera experiencia en este sentido se da en la década de los noventa con el Convenio con el Instituto Monteverde donde se ofrecieron cursos cortos como: "Mujer y Desarrollo, Desarrollo Comunal y Cambio Social en Costa Rica", "Aproximándose a la Mujer como Sujeto, Teoría Sexo-Género Conceptos Fundamentales" y "Mujer y Poder". Más recientemente, el Instituto ha participado en otras experiencias con el Tribunal Supremo de Elecciones, el Infocoop y la Municipalidad de Escazú.

Un aspecto adicional por mencionar es la proyección que ha tenido el IEM a partir de su oferta de cursos optativos, los cuales han contado con muy buena aceptación de la comunidad estudiantil. Todos ellos aportan a la deconstrucción de los papeles de género, de la construcción de las identidades, diversidades sexuales y violencias por motivos de género.

50 años UNA
Siempre necesaria

Ejecución de políticas institucionales

El Instituto de Estudios de la Mujer también ha ejecutado las acciones de dos políticas institucionales; la primera de ellas tiene que ver con la sensibilización e información para la prevención del hostigamiento sexual en la comunidad universitaria. La segunda, con la promoción de la igualdad y equidad de género también en la UNA. Desde el inicio de la creación, primero del CIEM y luego del IEM, las académicas de ese tiempo mostraron gran sensibilidad

e interés en la atención de la violencia hacia las mujeres. La aprobación en 1995 de la Ley contra Hostigamiento o Acoso Sexual en el Empleo y la Docencia (N.° 7476) obligaba a las entidades del Estado a establecer acciones de prevención del hostigamiento sexual. En 1996, se aprueba el Reglamento para Prevenir, Investigar y Sancionar el Hostigamiento Sexual en la UNA y con este se crea una estructura permanente para la investigación de las denuncias de hostigamiento; es decir, la Fiscalía contra el Hostigamiento Sexual y la Comisión de Resolución de Denuncias contra el Hostigamiento Sexual. Por varios años (1996-2018), académicas del Instituto han integrado estos órganos.

A partir del año 2009, el Consejo Universitario aprueba la Política Institucional contra el Hostigamiento Sexual en la Universidad Nacional. Desde entonces, el IEM ha asumido las acciones de información y prevención a través de la ejecución de tres proyectos integrados. También, el Instituto ha ejecutado la Política de Igualdad y Equidad de Género (PIEG-UNA), que fue aprobada en mayo del 2010, pero fue a partir del 2016 cuando se realizan las primeras acciones; una de ellas fue la aprobación del Plan de Acción de la Política, el cual se inserta en el Plan Estratégico y el Plan Operativo Anual (POA) de la Rectoría con el objetivo de *propiciar una cultura universitaria libre de discriminación y marginación de género, con el fin de contribuir con la justicia social y el desarrollo humano sostenible*. También se incluyó en el Plan de Mediano Plazo institucional 2017- 2021, en el Eje 5: "Convivencia universitaria sinérgica". Durante este tiempo se realizaron actividades de capacitación para dar a conocer los alcances de esta, se han apoyado la investigación, la extensión y la docencia para la transversalización de la perspectiva de género en cada área. Se ha promovido el uso del lenguaje inclusivo.

Perspectivas futuras del Instituto de Estudios de la Mujer

Las perspectivas del IEM apuntan a continuar aportando a la generación de nuevo conocimiento a partir de la investigación desde dos ámbitos: uno, cuyo objeto de estudio sean problemáticas que permitan evidenciar desigualdades o brechas que afecten a la población trabajadora y estudiantil de la

Universidad Nacional para retroalimentar con nueva información la ejecución de las políticas institucionales que el Instituto ha venido ejecutando. Por otro lado, a continuar realizando investigación, cuyo ámbito de divulgación sea externo, particularmente en temáticas poco investigadas que apliquen la perspectiva de género y la interseccionalidad. Esta se ubicará dentro de los ejes estratégicos definidos para el quehacer del Instituto: violencias contra las mujeres, violencia contra poblaciones discriminadas, género, tecnologías y sociedad, cultura, cuerpo e identidades, sexualidades diversas, desarrollo humano y equidad de género, educación y cambio social, y la transversalidad de género en las instituciones.

Con sus carreras de grado y posgrado, es del interés del Instituto continuar formando profesionales para que promuevan los cambios sociales y culturales que conduzcan a la construcción de una sociedad igualitaria e inclusiva. Esta oferta deberá ser pertinente y adecuarse a las necesidades de las instituciones para que, con ello, pueda garantizarse su empleabilidad. Se realizarán esfuerzos para mejorar la promoción de las carreras y utilizar los canales de comunicación adecuados. En relación con el posgrado, se realizarán esfuerzos para promover la investigación a través de la vinculación con otros posgrados similares, tanto nacionales como internacionales, así como con otras entidades públicas y privadas.

Al Instituto le interesa continuar ejecutando las acciones de las políticas institucionales contra el hostigamiento sexual y la de igualdad y equidad de género, busca mejorar y aumentar su impacto en el ámbito universitario. Para ello se requerirá un mayor apoyo de las autoridades de turno y asigna más recursos laborales para lograr realizar un trabajo sostenido en el corto y mediano plazo. La Política de Igualdad y Equidad de Género (PIEG-UNA) es una política que contiene un plan de acción amplio que incluye la realización de investigación, extensión y docencia universitaria con perspectiva de género. Por otro lado, es importante mencionar que la universidad tiene que rendir cuentas sobre el cumplimiento de metas contenidas en la Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer, conocida por sus siglas en inglés como CEDAW, la Política Nacional para la Igualdad Efectiva entre Mujeres y Hombres en Costa Rica, 2018-2030, y la Política Nacional para la Atención y Prevención de la Violencia contra las Mujeres de Todas las Edades,

50 años UNA
Siempre necesaria

2017-2032. En el ámbito de las políticas, el Instituto continuará sus esfuerzos con las autoridades universitarias para la concreción de una nueva política institucional para la prevención de las violencias contra las mujeres por motivos de género.

Desde el Instituto, también se considera estratégico realizar esfuerzos para vincular su accionar con otros institutos homólogos de las universidades públicas, lo cual permitiría compartir experiencias de trabajos pasados y futuros en problemáticas similares, brechas de género, violencias contra las mujeres, educación en sexualidad, hostigamiento sexual, políticas de igualdad de género de manera conjunta. El acceso a los recursos de Fondos del Sistema de Conare, auspiciará la realización conjunta de proyectos de investigación y extensión con un mayor alcance. En este mismo sentido, también se considera importante establecer vínculos con otros institutos de la Universidad Nacional, así como con otras universidades públicas, nacionales, internacionales e instituciones del país, con la finalidad de apoyar y fortalecer la realización de investigación, aplicando la perspectiva de género e interseccionalidad.

Al Instituto le interesa incursionar de forma más sistemática en la venta de servicios a entidades públicas y privadas, para lo que realiza actividades de capacitación y cursos cortos en las temáticas propias de su quehacer. Sus treinta años de experiencia ejecutando proyectos de investigación, extensión y docencia universitaria constituyen una buena carta de presentación. Con ese fin está pendiente la creación de una estrategia de promoción e implementación, así como la dotación de recursos laborales para la puesta en práctica.

Bibliografía

Instituto de Estudios de la Mujer (2021). *Memoria histórica Instituto de Estudios de la Mujer 1991-2021*. Universidad Nacional de Costa Rica.

Universidad Nacional (2001). *Capacitación en opciones técnicas no tradicionales y emprendedoras dirigido a madres adolescentes en riesgo social*. Convenio UNA-PANI-FUNA. Universidad Nacional de Costa Rica.

Aportes de la investigación en el CIDE: esfuerzos pioneros y desafíos por enfrentar

Sara León González[1]
Rolando Barrantes Pereira[2]

…pienso que la Escuela de Educación de la Universidad Nacional debe intensificar más la investigación de los problemas y necesidades de la sociedad costarricense para formar educadores que se conviertan en positivos agentes de cambio.

Oscar Benavides Montero, 1976
Primer decano del CIDE

1 Académica CIDE. Correo electrónico: sara.leon.gonzalez@una.ac.cr
2 Académico CIDE. Correo electrónico: rolando.barrantes.pereira@una.ac.cr

Breve reseña histórica del CIDE

El Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE) de la Universidad Nacional fue constituido por el Consejo Universitario en 1982, para impartir carreras de Enseñanza de Educación en I y II Ciclos y proyectos de investigación. Fue precedido por la Escuela de Educación, que en ese momento pertenecía a la Facultad de Filosofía de la Escuela Normal de Costa Rica –fundada en 1914–. Esta escuela se encargaba de la formación de maestros y maestras de primaria. Posteriormente, en 1968, se crea la Escuela Normal Superior que fue la institución formadora de docentes para la educación secundaria (Universidad Nacional, 2017).

El CIDE inició sus funciones el 17 de enero de 1983 y, a partir de ese momento, se fijó el siguiente objetivo general, que está contenido en el artículo 61 del Estatuto Orgánico de 1976.

El Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE) tendrá como función fundamental promover experiencias y evaluar metodologías educativas, que respondan en forma adecuada al logro de los objetivos de la Universidad Nacional. Atenderá también la capacitación docente de los educadores de la Universidad Nacional y la formación y capacitación de servidores docentes de otros niveles de la educación costarricense (Universidad Nacional, 1976) (Figura 1).

Figura 1
La Universidad Nacional, fundada en 1973, combina la herencia de la Escuela Normal, fundada en 1914, y la Escuela Normal Superior, en 1968

Fuente: página web Oficina de Relaciones Públicas de la Universidad Nacional.

Los primeros años del CIDE se caracterizaron por la tendencia de producir aportes educativos de calidad que propiciaran como prioridad el desarrollo educativo en la gestión universitaria y nacional. La Universidad Nacional fue, así, la heredera de la principal tradición pedagógica y Heredia, como ciudad universitaria naciente, se convirtió en el referente de formación y renovación de las y los educadores de la época (Benavides, 2008). A finales de los años ochenta y principios de los noventa, los procesos de investigación en el CIDE no fueron sencillos. La UNA, en los años 1987-1990, priorizaba la docencia sobre la investigación. Formalmente, no podía destinarse presupuesto a la investigación, pues la directriz universitaria era priorizar la docencia (Z. Pereira, comunicación personal, 8 de marzo de 2022). Debido a esto, las unidades académicas del CIDE, mediante el compromiso de su personal, desarrollaban proyectos de docencia con asignación presupuestaria y proyectos de investigación *ad honorem*, ya que era imperante fortalecer la investigación y la extensión desde las unidades académicas, porque el Centro de Investigación carecía de proyectos de esa naturaleza. Este escrito pretende mostrar a la persona lectora un recorrido histórico de las iniciativas de investigación desarrolladas desde los inicios del CIDE hasta los tiempos actuales, de manera que haga visibles las principales temáticas de investigación, aportes a la sociedad mediante procesos investigativos, así como los principales retos que enfrenta el CIDE para establecerse como un referente, a escala nacional e internacional, en materia educativa (Figura 2).

Figura 2
Exdecanos del Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE): Miguel Gutiérrez, Néstor Hernández, Oscar Benavides y Eddie Alberto Vargas Rodríguez

Fuente: revista *Educare* (2008).

Contribuciones de la investigación del CIDE y su impacto social

Mediante su acción sustantiva, el CIDE pretende contribuir de manera significativa a la sociedad costarricense mediante la integración de las comunidades en desventaja social en los procesos socioeducativos, el fortalecimiento de procesos de comunicación dialógica que fomenten el liderazgo pedagógico crítico y propositivo y la formación integral de seres humanos que se conviertan en agentes de cambio respetuosos de los valores y principios dignificadores de la vida en sus diferentes contextos (Centro de Investigación y Docencia en Educación, s.f.). Los primeros años de gestión del Centro se caracterizaron por una fuerte crisis presupuestaria que enfrentaron las universidades públicas en ese período, al punto que se tuvo que recurrir a una solución ofrecida por el MEP, que consistió en financiar a las universidades públicas mediante un préstamo de los Bancos Internacionales. Esta acción se ejecutó amparada en el Convenio Universidades-MEP-BID-BIRF, y que coordinó la Comisión de Decanos y Decanas del Conare y la viceministra de Educación del Gobierno de turno (Vargas, 2008).

A pesar de esto, ha habido grandes avances en investigación desde finales de los ochenta hasta la actualidad, en cuanto al desarrollo de líneas de investigación y métodos, combinando lo cualitativo con lo cuantitativo e incluso la incursión de métodos mixtos (Z. Pereira, comunicación personal, 8 de marzo de 2022). El CIDE, debido a sus conocimientos, experiencia y cobertura de los diferentes niveles de la educación pública costarricense, ha tenido la posibilidad de desarrollar diferentes acciones de investigación y extensión en diversas áreas temáticas relacionadas con el ámbito de la educación, así como con poblaciones específicas a escala nacional e internacional.

Uno de los aportes más significativos del CIDE es que, desde sus inicios, generó conocimiento, procesos de análisis y divulgación acerca de diversas temáticas relacionadas a las etapas de desarrollo de la niñez y la adolescencia, así como de las personas menores de edad. Esto le permitió constituirse como instancia pionera en la temática.

El CIDE divisó que la atención de la infancia en Costa Rica había sido producto de iniciativas aisladas, lo cual estuvo aunado

a la falta de recursos de información relacionados con la temática y este grupo etario particular. Adicionalmente, la ratificación, por parte del Estado costarricense de la Convención sobre los Derechos del Niño en 1990, propició que en el país se desarrollaran, desde diversos ámbitos, una serie de esfuerzos para garantizar los derechos de las personas menores de edad. Esto hizo que las decisiones políticas y sociales se gestionaran con una mejor coordinación, con posibilidades de retroalimentación entre la práctica y la teoría, con lo cual se adoptó una perspectiva más integral de las necesidades, condiciones y problemáticas de la niñez.

En esa coyuntura, el CIDE tuvo la sagacidad de incorporarse a este nuevo posicionamiento del país para crecer académicamente y generar conocimientos de vanguardia. Así también, se propuso crear un banco de datos, o centro de información sobre niñez y familia. Además, se realizaron investigaciones, material educativo y capacitaciones para el personal que atendía personas menores de edad (Ledezma, 2012).

El CIDE se ha caracterizado por tener una gran capacidad para visualizar a las personas como seres integrales, viéndolas, no solamente desde la óptica didáctica o pedagógica, sino como seres que están inmersos en contextos sociales diversos, que provienen de territorios con particularidades específicas y que tienen características muy propias. Dicha visión institucional ha contribuido a enriquecer la diversidad de los procesos de investigación, tomando los elementos singulares de cada persona, población o territorio como aspectos que contribuyen a fortalecer los procesos educativos del Centro. El interés inicial del CIDE por indagar acerca de estas poblaciones y contextos surge ante la necesidad de atender las situaciones físicas, cognitivas, de lenguaje, socioemocionales, contextuales, sociales, familiares, entre muchas otras, de todas aquellas personas que se consideraban en riesgo de vulnerabilización con el fin de que se les brindara una atención especial por parte del sector educativo, académico, social y de salud (Dobles-Trejos *et al.*, 2015).

A lo largo de los años, estas motivaciones iniciales se mantienen vigentes. Sin embargo, la generación de resultados de las investigaciones y la evidencia científica arrojada en los estudios y los aportes sustanciales que respaldan los hallazgos de las distintas acciones investigativas han permitido generar posiciones claras acerca de distintas temáticas y concepciones. Así como la necesidad de socializar, divulgar, difundir entre las poblaciones

objetivo las prácticas y las concepciones que mayoritariamente les benefician y les impactan positivamente en su calidad de vida.

El Estado costarricense se ha visto beneficiado por los resultados de las investigaciones del CIDE, ya que estas han evidenciado gran utilidad para mejorar los servicios brindados, han generado herramientas para la toma de decisiones y posibles lineamientos para mejorar el accionar de la administración pública, con el fin de que realmente se logre contribuir a la disminución de las condiciones de riesgo y vulnerabilidad de la población costarricense.

El CIDE, a través de la historia, ha generado esfuerzos de coordinación y articulación estratégica con instituciones externas, organismos internacionales, universidades extranjeras y personas expertas en diversidad de temáticas, con el fin de desarrollar actividades de capacitación para las unidades académicas del CIDE. Por ejemplo, se realizaron esfuerzos por traer investigadores españoles, ingleses y norteamericanos, con el objetivo de ir fortaleciendo las capacidades de las personas investigadores del Centro (Z. Pereira, comunicación personal, 8 de marzo de 2022).

Estas articulaciones han resultado preponderantes para el impulso, desarrollo e impacto de los trabajos de investigación del Centro. Adicional a la capacitación y acompañamiento que se ha recibido gracias a estos convenios internacionales, es importante destacar el aporte económico brindado que ha propiciado y fortalecido el avance de investigaciones con temas innovadores, pioneros, específicos y de trascendencia nacional e internacional. Estos trabajos han desembocado en una amplia variedad de producciones académicas de muy alto nivel, material didáctico y planes de capacitación para el estudiantado (J. Solano, comunicación personal, 6 de abril de 2022).

Uno de los primeros pasos en la investigación del CIDE se dio cuando se consolidó un trabajo pionero con tres poblaciones indígenas del país. En Talamanca, Buenos Aires y Guatuso, se implementó un Programa de Extensión, Investigación y Docencia con maestras y maestros indígenas que se desarrollaron profesionalmente en sus comunidades; lo que permitió formar licenciados en Ciencias de la Educación, cuyos trabajos de graduación han arrojado conocimiento acerca de sus culturas y de los procesos de educación que en ellas se desenvuelven, desde la visión de educadores indígenas (Zúñiga, 2008).

Impacto académico-investigativo de las revistas especializadas y posgrados

Dentro de los diferentes esfuerzos por fortalecer los trabajos investigativos del Centro, se deben reconocer las iniciativas de los trabajos finales de graduación de las maestrías que imparte el CIDE y la existencia de las dos revistas que, sin duda alguna, son un apoyo medular para la socialización de las investigaciones gestionadas desde el CIDE, así como desde otros espacios, sectores e instituciones que confían en la seriedad y rigurosidad académica que caracterizan a los procesos de estos medios de difusión.

Los posgrados que ofrece el Centro de Investigación y Docencia en Educación, desde la diversidad de sus áreas de estudio, coadyuvan a la consolidación del CIDE como un referente en el estudio y análisis de las temáticas de cada uno de ellos. Desde la Maestría en Pedagogía que imparte la División de Educación Básica, con sus dos énfasis (1- Desarrollo y Atención Integral de la Primera Infancia y 2- la Diversidad de los Procesos Educativos), se fomenta la reflexión ética y creativa de las experiencias pedagógicas para lograr un desarrollo práctico en contextos pluriculturales y escenarios pedagógicos contemporáneos. Desde sus modalidades de iniciativas de investigación, destacan la modalidad de seminarios interdisciplinarios y experiencias de investigación participativas (Universidad Nacional, 2019).

La División de Educología y su Maestría en Educación con Énfasis en Pedagogía Universitaria fomentan la investigación en temas desde sus cuatro énfasis (1- Docencia Universitaria; 2- Enseñanza del Español como Segunda Lengua; 3- Aprendizaje del Inglés, 4- Orientación para la Vida Estudiantil). Con estas carreras se hace énfasis en el desempeño docente en instituciones de educación superior y en la creación de nexos entre la teoría y la práctica que faciliten la enseñanza de idiomas y el ejercicio profesional de la orientación para la vida estudiantil. Además, se enfatiza en la importancia de direccionar sus programas de estudio desde una visión integral de los seres humanos, tomando en cuenta las distintas aristas de la complejidad humana mediante un abordaje interdisciplinario (Universidad Nacional, s.f.-a).

Por su parte, la División de Educación para el Trabajo y su Maestría en Gestión Educativa con Énfasis en Liderazgo tienen

como objetivo la formación de profesionales con actitud proactiva, con estilos de liderazgo desde una perspectiva multifactorial y una visión integral de su campo de estudio, que les permita un involucramiento significativo en los campos pedagógico, administrativo, curricular e investigativo. Es particularmente importante el fomento que se hace desde esta maestría, del desarrollo de procesos investigativos de carácter multiparadigmático, en respuesta a las demandas sociales y a los cambios generados por la dinámica evolutiva de los centros educativos (Universidad Nacional, s.f.-c).

La Maestría en Educación Rural Centroamericana de la División de Educación Rural tiene como objetivo profundizar en la comprensión de la vida y los procesos de educación formales y no formales en los contextos rurales de la región centroamericana. Este es un modelo *sui generis*, pionero en su modalidad, ya que no existe en ningún otro lugar de América Latina. El posgrado es de carácter itinerante, empieza en Costa Rica y desarrolla módulos en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Esta maestría tiene la particularidad de que los módulos son impartidos por especialistas de cada uno de los países donde desarrolla sus acciones, y está dotada de una gran riqueza académica, intelectual y pedagógica en la formación de estudiantes internacionales (J. Solano, comunicación personal, 6 de abril de 2022; Universidad Nacional, s.f.-b).

Todo proceso de investigación no se puede considerar en su etapa final, si no culmina con la generación de una vasta producción académica, caracterizada por labores rigurosas de sistematización, análisis y reflexión, con el fin de contribuir a la transformación social. En este sentido, las revistas del CIDE, cada una de ellas desde sus características y formatos específicos, contribuyen significativamente en la divulgación e internacionalización de esta producción intelectual construida, tanto desde las diversas instancias del CIDE, como fuera de él. Se convierte, así, en una herramienta primordial para generar productos que, por medio de publicaciones periódicas y con el debido respaldo académico, generen impacto social e incidencia política que les permitan a las personas investigadoras del Centro convertirse en agentes de cambio y miembros activos de la comunidad científica nacional e internacional. La revista *Educare* fue publicada por primera vez en julio del 2001 y, a partir del 2008, se transformó a un formato electrónico con una periodicidad cuatrimestral, su

eje temático central es la educación y sus principales usuarios son las personas profesionales que ejercen en el sistema educativo nacional e internacional (Universidad Nacional, s.f.-e).

Por su parte, la revista *Ensayos Pedagógicos* se publicó por primera vez en el año 2002. Su objetivo es ser un espacio dialógico de diversas experiencias de índole educativa, pedagógica y didáctica con el fin de brindar voz a personas, tanto en el ámbito institucional como nacional. Esta revista en particular logra la socialización y difusión de ensayos, artículos e investigaciones en temas de realidad y cultura educativa costarricense, latinoamericana y mundial (Universidad Nacional, s.f.-d).

Proyecto Perfiles, Dinámicas y Desafíos de la Educación Costarricense

El Proyecto Perfiles, Dinámicas y Desafíos de la Educación Costarricense es una iniciativa con inspiración en el modelo de un centro de investigación de alto nivel de talla internacional. Y es gracias a la visión de algunas personas académicas del centro, que se valora la posibilidad de que el CIDE lograra articular un equipo interdisciplinario de profesionales de todas las unidades académicas del Centro para desarrollar investigación del más alto nivel y del mayor impacto posible (J. Solano, comunicación personal, 6 de abril de 2022). De esta manera, a partir del año 2003 se crea un grupo de investigadores e investigadoras con la finalidad de convertir este proyecto en un "semillero de investigación" en el que se contara con la experiencia y pericia de personas investigadoras de nivel *senior,* junto con el trabajo de personas investigadoras *junior*, personal docente más joven y estudiantes de las distintas carreras, para que, desde los diferentes niveles de investigación existentes, se cumpliera con el compromiso institucional de realizar investigación sistemática de la realidad educativa costarricense. Este es un proyecto que, desde sus cimientos, busca fortalecer planes de investigación educativa, tanto en el ámbito institucional como nacional (J. Solano, comunicación personal, 6 de abril de 2022; Miranda-Calderón *et al.*, 2018).

En la primera etapa del Proyecto Perfiles, los esfuerzos estuvieron orientados a analizar la situación de la educación formal en Costa Rica. El desarrollo de esta primera etapa del proyecto permitió reconocer las principales dinámicas educativas de los niveles de Preescolar, I, II y III Ciclo de la Educación General Básica y Diversificada (Román, *et al.*, 2015). Posteriormente, se orientaron los esfuerzos investigativos en identificar cuáles factores de éxito contribuyeron en la transición entre sexto grado de la educación primaria y el primer año de la educación secundaria y en la permanencia en el tercer ciclo de la Educación General Básica (Román *et al.*, 2015).

En un tercer momento, la investigación se enfocó en la construcción del perfil de las personas docentes de sétimo año, de manera que se pudieran determinar sus características, cualidades, atributos, condicionantes de desempeño y los factores que propician una buena relación interpersonal entre docentes y estudiantes. En esta misma línea, se contribuyó al mejoramiento de la Educación Secundaria por medio de la construcción del perfil de la persona docente de III Ciclo, apoyándose en los criterios de personas docentes, administrativas y estudiantes (Román *et al.*, 2015).

En un período subsiguiente, el proyecto estuvo abocado a la investigación en el área de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su forma de integrarse en los planes educativos, que generó una importante iniciativa de intercambio con el Ministerio de Educación Pública. En esta línea y con el objetivo de desarrollar labores de investigación más longevos, el Proyecto Perfiles incursionó en dos áreas de investigación: innovación educativa y materiales didácticos-tecnológicos. En primera instancia, se desarrolló una tarea de exploración, experimentación práctica y acercamiento a las personas proyectistas del CIDE con el fin de desarrollar un protocolo de asesoramiento, diseño y producción de materiales didácticos, respetando las particularidades y características de cada proyecto, pero siempre con la intención de proponer una línea de productos con alto potencial didáctico y divulgativo para ser utilizados en actividades formativas (Román *et al.*, 2015). Adicionalmente, en lo referente a la innovación educativa, desde el Proyecto Perfiles se desarrollaron acercamientos con personas académicas y estudiantes del CIDE para conocer experiencias en el campo de la pedagogía y de la formación de formadores, con el fin de contribuir al logro de los objetivos de los proyectos que se desarrollaban hasta ese momento (Román *et al.*, 2015).

En las etapas más recientes del Programa Perfiles, las investigaciones realizadas generaron una serie de aportes e información, lo suficientemente robusta y confiable, para la toma de decisiones y la generación de cambios contundentes a nivel educativo. La indagación "Balance crítico de objetivos, modelo evaluativo, resultados y utilidad de la información de las Pruebas Nacionales de Bachillerato en Educación Media (PNB-EM) como instrumento de certificación del conocimiento del estudiantado" generó un análisis integral, novedoso y diferenciador, que consideró datos de carácter sociodemográfico, socioeducativo e índices sociales que permitieron visibilizar la incidencia directa que tienen estos elementos en el ámbito educativo en el ámbito nacional (González, *et al.*, 2020).

En el marco de esta investigación, se realizó un análisis del desempeño en las pruebas nacionales de bachillerato de los colegios de las ocho regiones educativas de Costa Rica, que estaban ubicados en zonas fronterizas, en el periodo comprendido entre los años 2013 y 2016.

Los principales resultados de esta investigación indicaron que las ocho regiones educativas analizadas tuvieron un rendimiento inferior al promedio nacional de las pruebas de bachillerato. Adicionalmente, fue posible determinar una estrecha relación entre el bajo desempeño en las pruebas de bachillerato de los colegios ubicados en estas regiones y el índice de desarrollo social cantonal (IDS) de 2013, ya que los cantones que conforman estas regiones educativas se ubican en las posiciones más bajas de dicho índice.

Lo anterior evidencia la importancia de tomar en cuenta las realidades vividas en dichos territorios en términos culturales, sociales, económicos, de salud y otros, para poder desarrollar políticas públicas focalizadas, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de aquellas personas que habitan en dichos territorios (Artavia *et al.*, 2019). Entre los años 2020 y 2021, el Proyecto Perfiles se enfocó en desarrollar un trabajo de análisis para determinar la influencia de los factores socioeducativos y las dinámicas de inclusión-exclusión en la oferta educativa de la Educación Media del Ministerio de Educación Pública y, así, ofrecer herramientas para la toma de decisiones en el medio de política pública. Esta actividad de investigación se caracterizó por partir desde una perspectiva metodológica diagnóstica con un enfoque crítico, que permitió profundizar en el análisis de las diferencias entre las modalidades

educativas e identificar las implicaciones que tiene cada una de ellas y la diversidad de realidades educativas en la población estudiantil en el medio costarricense (Dobles-Trejos *et al.*, 2022).

Entre algunos de los hallazgos más importantes de esta investigación, destaca que la interacción que existe entre las modalidades y las ofertas educativas pueden repercutir en las dinámicas de aumento y disminución de exclusión educativa. Adicionalmente, el estudio identificó un grupo de modalidades cuya interacción con ofertas educativas determinadas logró disminuir la exclusión educativa; este es el caso de los colegios ambientalistas con oferta de innovación, los colegios humanistas con oferta de valor agregado y los colegios bilingües con ofertas de innovación y Bachillerato Internacional.

De igual forma, en este proyecto de investigación se desarrolló un análisis que permitió determinar la relación entre las modalidades de colegio y el ingreso a la Universidad Nacional. En este sentido, los resultados indican que las personas estudiantes de colegios científicos, humanísticos, privados, subvencionados, experimentales bilingües y artísticos cuentan con mejores condiciones que aumentan las posibilidades de ingreso a las universidades públicas costarricenses. En un segundo escalón, se ubican los colegios públicos académicos, los colegios técnico-profesionales y los ambientalistas. Mientras que, en un tercer escalón, con posibilidades de ingreso más bajas, se encuentran colegios de telesecundaria, unidades pedagógicas, colegios nocturnos, liceos rurales, colegios indígenas, entre otros (Dobles-Trejos *et al.*, 2022).

Como ha quedado evidente, el Proyecto Perfiles, dinámicas y desafíos de la educación costarricense, a lo largo de su trayectoria ha podido realizar importantes contribuciones en una amplia diversidad de temáticas, entre las que destacan las relacionadas con los factores de éxito en la transición entre niveles del sistema educativo, la construcción de los perfiles docentes para contribuir al mejoramiento de la educación, la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los planes educativos, la innovación educativa, el rendimiento estudiantil y su relación con diferentes factores sociodemográficos y las dinámicas de inclusión-exclusión educativa en relación con diversos elementos de la educación.

Los resultados de estas investigaciones han ofrecido importantes lineamientos para mejorar diversos aspectos de la educación costarricense, así como herramientas para la toma de

decisiones en temas de política pública tendientes a mejorar la calidad de vida de la población del país.

Retos y desafíos: una nueva ruta nos espera

A lo largo de cuatro décadas de historia, el CIDE ha realizado numerosos y valiosos aportes a la sociedad costarricense, gracias a la evolución en sus procesos de gestión, investigación, docencia y extensión. Sin embargo, aún persiste una serie de retos que el Centro debe atender para convertirse en un referente y actor aún más relevante para la sociedad. En lo que a investigación se refiere, es deseable que el Centro genere mayores espacios para desarrollar líneas de investigación claras y diversas, que sirvan como punto de partida para generar iniciativas conjuntas interunidades que permitan aprovechar los diferentes saberes y las disciplinas de las personas funcionarias del CIDE para, así, evitar duplicidades en los esfuerzos de investigación y optimizar recursos, tanto económicos como humanos.

El fortalecimiento del trabajo colaborativo es fundamental, pues genera labores de investigación robustos e integrales, con un alto componente de interdisciplinariedad. Para esto, es primordial el desarrollo de una cultura de comunicación y de trabajo conjunto entre las unidades; de tal forma que se generen espacios de trabajo fluidos que fomenten el intercambio de saberes y experiencias. En relación con lo anterior, es importante seguir fortaleciendo la investigación disciplinaria, inter, multi y transdisciplinaria, con el objetivo de profundizar en el estudio de las áreas estratégicas del conocimiento que estudia el CIDE y, por ende, tener un impacto positivo en los planes educativos, tanto nacionales como internacionales. De igual forma, profundizar en los diversos tipos de investigación –mencionados anteriormente– permitirá ampliar el panorama del saber pedagógico costarricense y latinoamericano, con el objetivo de brindar herramientas para la toma de decisiones y, además, enriquecer la dinámica cotidiana de los espacios pedagógicos en todos los niveles del sistema educativo costarricense. En esta misma línea, es importante seguir fortaleciendo la vinculación entre los Trabajos Finales de Graduación (TFG) de las personas estudiantes con los proyectos

de investigación desarrollados desde el Centro, de manera que se logren enriquecer los esfuerzos de investigación de las personas académicas y el estudiantado.

En aspectos de capacitación, tanto de personas funcionarias como estudiantes, es fundamental desarrollar planes que incentiven el gusto por escribir y publicar los resultados de los trabajos de investigación. Adicionalmente, es relevante generar actividades de capacitación permanente, en diversos temas, para personas egresadas y académicas; de manera tal, que la formación sea continua y se logre enriquecer su práctica profesional cotidiana. Respecto de la relación con las personas estudiantes, es primordial generar gestiones de investigación que permitan comprender cómo aprenden las personas estudiantes del CIDE, para que se generen las estrategias necesarias para mejorar el mecanismo de enseñanza-aprendizaje en las carreras que imparte el Centro. La elaboración de procedimientos de innovación tecnológica es otro de los aspectos que deben fortalecerse, de forma tal que el CIDE pueda enriquecer sus labores de aprendizaje, docencia, investigación y extensión.

En lo que concierne a aspectos de gestión, es importante tener mayores tiempos para la investigación, establecer alianzas con universidades extranjeras, ampliar las redes de investigación a escala nacional e internacional, y fortalecer las revistas del CIDE para que continúen con su valiosa labor en la difusión del trabajo de personas académicas nacionales e internacionales. Se debe continuar con el fortalecimiento de la proyección del CIDE en el ámbito nacional e internacional, generar mayores esfuerzos en la difusión del trabajo desarrollado por personas académicas y estudiantes del Centro (Z. Pereira, comunicación personal, 8 de marzo de 2022; I. Cascante, comunicación personal, 1° de abril de 2022; A. Fallas, comunicación personal, 24 de marzo de 2022; J. García, comunicación personal, 24 de marzo de 2022).

También es importante incursionar en metodologías y técnicas de investigación novedosas y de vanguardia con las que el CIDE sea parte de la comunidad científica del más alto perfil. Por ejemplo, investigación con respaldo de las neurociencias en la educación o continuar con las iniciativas ya desarrolladas en el Centro acerca de investigación experimental, que aportan suficiente evidencia para respaldar estudios de primer nivel investigativo.

En síntesis, como se ha demostrado en este escrito, a lo largo de estas décadas, se han realizado múltiples esfuerzos para generar investigación responsable, pertinente y de calidad. Sin embargo, no se pueden obviar los retos y pendientes que, como comunidad CIDE, se deben enfrentar para lograr los propósitos que demanda la sociedad contemporánea.

Bibliografía

Benavides, O. (2008). Los comienzos del CIDE. *Revista Electrónica Educare*, *12*(1), 153-157. https://doi.org/10.15359/ree.12-1.11

Centro de Investigación y Docencia en Educación. (s/f). *Quiénes somos*. Recuperado el 27 de abril de 2022. https://www.cide.una.ac.cr/index.php/quienes-somos1

Dobles-Trejos, C., Conejo Bolaños, L. D., Gómez Barrantes, V., Guevara Álvarez, O., Quirós Sánchez, G., Rosabal Vitoria, S., Rodríguez Pineda, M. y Seravalli Monge, G. (2022). *Perfiles, dinámicas y desafíos de la educación costarricense: factores socioeducativos y dinámicas de inclusión-exclusión en la oferta de Educación Media del Ministerio de Educación Pública.*

Dobles-Trejos, C., Jiménez-Corrales, R. E., Ruiz-Guevara, L. S. y Vargas-Dengo, M. C. (2015). Trayectoria de las prácticas investigativas en la División de Educación Básica de la Universidad Nacional: Ruptura, innovación y cambio de paradigmas. *Revista Electrónica Educare*, *19*(2), 383-404. https://doi.org/10.15359/ree.19-2.21

Ledezma, R. Á. (2012). *La historia del instituto de estudios interdisciplinarios de la Niñez y la adolescencia (INEINA), 1988-2011: Informe final de investigación*. Universidad Nacional de Costa Rica.

Miranda-Calderón, L. A., Angulo-Hernández, L. M. y Román-López, G. (2018). El Programa Perfiles, Dinámicas y Desafíos de la Educación Costarricense: una propuesta para la innovación pedagógica y la producción de materiales y recursos didácticos tecnológicos en la Universidad Nacional de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, *22*(1), 1-24. https://doi.org/10.15359/ree.22-1.10

Universidad Nacional. (s.f.-a). *Maestría en Educación con énfasis en pedagogía universitaria.* Recuperado el 27 de abril de 2022.https://www.cide-educologia.una.ac.cr/index.php/maestria-en-educacion

Universidad Nacional. (s.f.-b). *Maestría en Educación Rural Centroamericana*. Recuperado el 27 de abril de 2022. https://www.cide-rural.una.ac.cr/index.php/es/maestria-en-educacion-rural

Universidad Nacional. (s.f.-c). *Maestría en Gestión Educativa con énfasis en Liderazgo.* Recuperado el 27 de abril de 2022. https://www.cide-trabajo.una.ac.cr/index.php/maestria

Universidad Nacional. (s.f.-d). *Revista Ensayos Pedagógicos*. Recuperado el 27 de abril de 2022. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos

Universidad Nacional. (s/f-e). *Sobre la revista | Revista Electrónica Educare*. Recuperado el 16 de abril de 2022. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/about

Universidad Nacional. (1976). *Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional*. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59196&nValor3=66012&strTipM=TC

Universidad Nacional. (2019, julio 2). *Maestría en Pedagogía con énfasis en desarrollo y atención integral de la primera infancia y diversidad de los procesos educativos*. Universidad Nacional. https://www.carreras.una.ac.cr/maestria-en-pedagogia/

Universidad Nacional, C. de I. y D. en E. (2017). *Plan Estratégico del CIDE 2017-2021*. https://www.cide.una.ac.cr/index.php/documentos-de-interes/category/1-documentos-del-plan-estrategico

Vargas, E. A. V. (2008). El reto de los años noventa: sus logros, dificultades y sueños en un contexto de crisis presupuestaria para quienes no éramos prioridad en la universidad. *Revista Electrónica Educare*, *12*(1), 159-165. https://doi.org/10.15359/ree.12-1.12

Zúñiga, I. (2008). XXV Aniversario del CIDE. *Revista Electrónica Educare*, *12*(1), 9-17.

Releer a Nuestra América: los derroteros de la investigación en el Instituto de Estudios Latinoamericanos (1974-2022)

Marcelo Valverde-Morales[1]
Marcela Ramírez-Hernández[2]

América Latina, pensada como unidad histórica, ha buscado exhaustivamente su identidad, lo cual ha contribuido, del siglo XIX hasta la actualidad, al surgimiento de epistemologías y propuestas filosóficas orientadas a pensar, explicar y cuestionar, desde la región, la complejidad de sus realidades. Herencia de tales preocupaciones y en la necesidad de comprender tales especificidades y diferencias, los estudios latinoamericanos son un campo de análisis inter y multidisciplinario que ha desarrollado paradigmas teóricos,

1 Académico investigador del Instituto de Estudios Latinoamericanos de la Universidad Nacional. Correo electrónico: marcelo.valverde.morales@una.ac.cr
2 Académica investigadora en el Instituto de Estudios Latinoamericanos de la Universidad Nacional. Correo electrónico: marcela.ramirez.hernandez@una.ac.cr

nutridos por la diversidad cultural, política y étnica latinoamericana, a partir de los cuales es posible acercarse al objeto de investigación. Partiendo de la premisa de establecer un pensar situado, política y epistemológicamente, desde el lugar de enunciación que corresponde a la región, la Universidad Nacional, en sus momentos genesíacos en 1973, abrazó el planteamiento de universidad latinoamericana, con visión regional y transformadora, comprometida con los destinos de la sociedad a la cual sirve y se debe, tal como lo expusiera el sociólogo Darcy Riveiro. Estos planteamientos latinoamericanos y latinoamericanistas encuentran concreción en el proyecto político-educativo de la naciente casa de estudios superiores que –en la ciudad de Heredia– hacía eco de ese afán transformador y comprometido. De acuerdo con los documentos fundamentales de creación y organización universitaria, se formuló la propuesta de crear un centro de investigación especializado en el estudio de la región latinoamericana, que daba origen al quehacer y la reflexión en la naciente universidad y, específicamente, en la Facultad de Filosofía, Artes y Letras, de una entidad pionera, no solo en Costa Rica, sino en el ámbito centroamericano: el Instituto de Estudios Latinoamericanos (Idela), dedicado a la investigación y formación de profesionales especialistas en el análisis de la coyuntura y del pensamiento de "Nuestra América".

La celebración de los 50 años de la fundación de la Universidad Nacional y del Idela es un momento propicio que invita pensar en los aportes generados en el conocimiento sobre América Latina, a partir de la investigación. Así, el propósito de este ensayo es brindar una aproximación y un balance de la trayectoria investigativa desarrollada en el Instituto de Estudios Latinoamericanos (Idela) como unidad académica de proyección internacional. Lejos de ser un ejercicio evaluativo, se expone sobre las líneas y campos de estudio impulsados en diferentes momentos de su itinerario, a la vez que se procura identificar las transformaciones en los enfoques e inquietudes académicas, las cuales han atravesado fases de lejanía y acercamiento con las necesidades y realidades de las sociedades latinoamericanas.

Los marcos de análisis han experimentado procesos de fortalecimiento, a partir de las diversas corrientes del pensamiento "nuestroamericano", lo cual genera, a su vez, desde el Idela, propuestas epistémicas, metodológicas y de compromiso en la investigación y transformación de la realidad de la región, sobre

50 años UNA Siempre necesaria

el fundamento de los dos ámbitos de conocimiento en que sustenta y desarrolla su labor el Instituto: los estudios latinoamericanos y los derechos humanos y la educación para la paz. En esa ruta de producir aportes, el puente comunicante de la investigación con la extensión y la docencia ha sido un factor imprescindible, a través del cual se acerca a la realidad de las cambiantes sociedades latinoamericanas.

La investigación en el Idela. La visión desde "Nuestra América"

El Instituto de Estudios Latinoamericanos (Idela) tiene sus orígenes durante el proceso mismo de creación de la Universidad Nacional, en 1973. El planteamiento de crear –dentro de la entonces denominada Facultad de Filosofía, Artes y Letras– un instituto dedicado a la investigación y la docencia sobre América Latina surgió desde el seno de la Comisión Organizadora *Ad Hoc.* Este instituto llevaría el nombre del maestro, ensayista, editor e intelectual costarricense, Joaquín García Monge (Universidad Nacional, 7 de junio 1973, p. 125), con el fin de honrar la memoria de aquel insigne hombre de letras a quien el ensayista Alfonso Reyes denominara como el "coordinador de América". Además, se consideraba el establecimiento de un instituto latinoamericano de derechos del hombre (Universidad Nacional, 14 de agosto, 1973, p. 203).

Si bien no se designó al Idela con el nombre sugerido de Instituto Joaquín García Monge, sí ha sido parte fundamental en su identidad el legado del Benemérito de la Patria; especialmente, en la inspiración por su labor continental en la difusión y circulación de las ideas, la historia y la cultura latinoamericanas. Esto se plasmó de manera concreta en la gestión para volver a poner en circulación la obra magna de García Monge, *Repertorio Americano*, como parte del quehacer del Instituto. No solo el uso del nombre de la revista, sino también el ser depositarios de la que durante mucho tiempo fue una de las únicas colecciones completas en el país del impreso –el cual, aún permanece en el Idela– permitieron el desarrollo de una vigorosa actividad investigativa a lo largo de los años sobre la fuente. El hecho de haber logrado estos hitos se debió a las gestiones y al compromiso del

entonces ministro de Trabajo y miembro de la Comisión *Ad Hoc*, Sr. Francisco Morales, quien tempranamente, ante la Comisión, informaría de las intenciones de que al seno del Idela, volviera a editarse la revista y de esta forma se "pagara, aunque sea tardíamente la deuda con don Joaquín y con América, reviviendo *Repertorio Americano*" (1998, p. 133).

En este ambiente, la Dra. Rose Marie Karpinsky Dodero (UNA, 28 de agosto 1973, p. 229), propuso al Dr. Chester Zelaya Goodman[3] como la persona responsable de organizar y presentar el primer plan de estudios del Idela para su discusión en la Comisión *Ad Hoc*. Uno de los programas modelo con el que se propuso el primer borrador del plan y sus objetivos fue el del centro homónimo de la Universidad de Pittsburg, lo cual permite intuir cuáles fueron las referencias académicas institucionales durante aquella fase constitutiva (UNA, 18 de setiembre de 1973, p. 273). El Dr. Zelaya Goodman sería el primer coordinador del instituto.

El análisis que llevó al Idela a formar parte de la Facultad de Filosofía, Artes y Letras, puede situarse en los debates en auge durante la segunda mitad del siglo XX en relación con el pensamiento y la filosofía latinoamericanas, que fueron fundamentales en la justificación epistemológica de un centro dedicado a los estudios latinoamericanos. En el marco de este debate, la Universalidad Nacional coincide con la propuesta de filósofos como Leopoldo Zea y Arturo Andrés Roig, quienes defendían la relevancia de los aportes filosóficos *desde* América Latina, profundizando en la importancia de un pensamiento situado geográfica, social, histórica y culturalmente.

El establecimiento del Idela con sus programas de investigación y docencia buscaba dar continuidad al sentido humanista y filosófico bajo el cual se organizaba la propia universidad; especialmente, a partir del concepto de una *Universidad Necesaria* planteada por latinoamericanistas como Darcy Ribeiro y asumidas por el primer rector, Pbro. Benjamín Núñez. Sobre esta inspiración, según declara el Prof. Francisco Morales Hernández[4], en 1974, la universidad recibió la visita del intelectual brasileño, quien compartió ideas en relación al concepto de la universidad

3 Licenciado en Historia y Derecho por la Universidad de Costa Rica (UCR) y doctor en Historia por la Universidad Complutense de Madrid. Fue decano de la Facultad de Ciencias y Letras de la UCR y secretario general del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, de la OEA (Zelaya, 2004).

4 Véase Olmedo España, *Universidad Nacional: Historia y Utopía*.

latinoamericana desde la perspectiva de su obra *El dilema de América Latina*.

En un artículo escrito por Dr. Arnoldo Mora en el primer número de la *Revista Praxis* de la Escuela de Filosofía, se menciona lo siguiente en relación a las tendencias político-culturales de la Universidad de Costa Rica y el reciente surgimiento de la Universidad Nacional:

> desde crisis incubadas en el periodo anterior en las calles de San José con los acontecimientos de abril del 70[5]. Surge así una universidad nueva: crítica, antimperialista y latinoamericanista, las ciencias sociales, el compromiso político de corte socialista y una tendencia a la participación estudiantil, tanto en el sistema de enseñanza como en la gestión organizativa, caracterizan esta nueva fase cuyo origen remonta a 1918 con el manifiesto de Córdoba. (1975, p. 61)

Este tipo de posicionamiento por parte de importantes sectores académicos enfatizó en la importancia de un instituto que enfocara su quehacer investigativo en el pensamiento latinoamericano. De esta manera, el Idela ha orientado su misión en la generación, articulación y difusión de conocimientos interdisciplinarios sobre América Latina, a partir de la investigación que realiza y cuyos resultados se articulan en el desarrollo de la docencia en los programas de formación en posgrado, con lo cual busca, además, proyectarse hacia la comunidad académica, tanto nacional como internacional (Idela, 30 de noviembre 1976, p. 3).

Estos esfuerzos por establecer vínculos a través del estudio de los problemas contemporáneos han marcado un compromiso académico con sus estudiantes, la universidad y la región latinoamericana a través de una de sus actividades, ejes fundamentales, como lo es la investigación. En relación con este aspecto, es importante señalar que el Plan Académico de Idela 1982-1986 menciona: "El Instituto de Estudios Latinoamericanos, se inscribe en la Facultad de Filosofía y Letras como una entidad especializada fundamentalmente en la investigación y en la divulgación de la cultura latinoamericana" (Idela, 1982, p. 2).

5 Mora se refiere al movimiento social liderado por los estudiantes universitarios y de secundaria, en oposición a la concesión hecha en el Gobierno de José Joaquín Trejos, a la Aluminium Company of America (ALCOA) en Costa Rica para la explotación de bauxita en Pérez Zeledón. Las protestas ocurrieron en abril de 1970.

La labor del Idela en sus áreas sustantivas y en la divulgación de los resultados de la investigación fue innovadora no solo en la Universidad Nacional, sino en el ámbito centroamericano. Al ubicar su surgimiento en el orden temporal se debe tomar en cuenta que su fundación ocurrió en un momento en el cual no había otros centros de investigación de esta naturaleza en universidades del istmo (Idela, 1979, p. 2)[6].

La investigación en el Instituto no se ha desarrollado únicamente en las áreas del pensamiento y del planteamiento histórico-filosófico, sino también en el análisis de coyuntura. Históricamente, la investigación, al igual que la acción sustantiva, parte del paradigma crítico y transformador. El posicionarse desde esta realidad latinoamericana, o desde "Nuestra América", en el decir martiano, brinda un sentido político y epistemológico situado por la preposición *desde* que antecede. Es un lugar de enunciación, aunque con ello no quiere decirse que se obliteren desarrollos de otros ámbitos geográficos, sino más bien que hay un enriquecimiento con la perspectiva latinoamericana.

Desde su fundación, el Idela cuenta con personal académico enfocado hacia una investigación proactiva, que permite abordar de manera interdisciplinaria diversos fenómenos que han marcado, tanto a Costa Rica, como a la región y que afectan directamente la vida de sus habitantes. Temas como la historia, la literatura, la cultura, el arte, los derechos humanos, los movimientos sociales, el medio ambiente y la intelectualidad son algunos de los que se han trabajado en las investigaciones desde 1974 y todos ellos con una característica en común: aportar a una comprensión integral de "Nuestra América". Sobre el alcance de la investigación realizada en el Instituto, la siguiente referencia en una publicación institucional de 1987 menciona:

> El instituto estaría encargado de llevar a cabo una labor global que difundiera el pensamiento y la concepción del mundo de los habitantes de Nuestra América –según denominación martiana– o, como lo señala uno de los documentos de creación del Idela: "investigar y dar a

6 Si bien en países del noratlántico diversos centros e institutos en estudios latinoamericanos se crearon en las décadas comprendidas entre 1950 a 1970, para 1973 existían en América Latina pocos espacios abocados a la investigación en este campo. Destacan entre estos el Centro de Estudios Latinoamericanos (CELA), con funciones desde 1960 y que fue adscrito a la Facultad de Ciencias Sociales y Políticas y el Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos (1979), adscrito a la Coordinación de Humanidades, ambos en la UNAM (Enciclopedia de la Literatura de México, 2018).

> conocer la cultura latinoamericana en todos los campos". (1987, p. 11)

A cincuenta años de su fundación, el Idela se ha consolidado como un espacio especializado dedicado al estudio de América Latina, aporta de manera permanente a los diversos debates contemporáneos en relación con los fenómenos políticos, culturales, sociales y los derechos humanos.

Transformarse haciendo: el binomio investigación y extensión

La investigación fue definida como la base fundacional del Idela, de manera que se establecieron objetivos hacia los cuales debían apuntar los proyectos allí gestados y se organizó a partir de ejes correlacionados con metas estratégicas de desarrollo.

De las metas anteriores, se desprenden al menos cuatro aspectos vitales que, a través de la historia del Instituto, se han tornado en elementos constitutivos de su identidad y que han definido la línea de sus pesquisas y posicionamientos académicos: en un primer término, la trascendencia del análisis diacrónico en la búsqueda de respuestas a los fenómenos de la región, haciendo hincapié en las especificidades del acontecer latinoamericano; segundo, el uso de escalas de análisis, que permiten partir de lo local hacia lo regional y viceversa, a la vez que se prioriza la comparación como método de investigación, lo cual conlleva al diálogo permanente con el acontecer global; tercero, el ligamen continuo entre investigación y docencia, manifiesto en el incentivo a las personas estudiantes de sumar sus tesis o trabajos finales de graduación a los proyectos académicos en ejecución y, cuarto, intrínsecamente ligado al punto previo, los objetivos señalan el estímulo de nutrir la práctica docente a partir de la adquisición y producción de conocimientos, como articulación con el quehacer investigativo. En ese sentido, históricamente, los proyectos de investigación o investigación-extensión, han marcado el perfil de los cursos de la licenciatura y actualmente, de los posgrados impartidos desde el instituto.

En una mirada retrospectiva a la trayectoria investigativa del Idela, se identifica que las metodologías de análisis, así como las inquietudes de investigación, han experimentado transformaciones

en las líneas temáticas trabajadas, las referencias para el análisis y los enfoques epistemológicos. Las variaciones en los tres factores responden al surgimiento de modelos teóricos novedosos para el estudio de América Latina y también, a la atención dada a los acontecimientos y procesos más apremiantes, según las necesidades y problemáticas del contexto histórico.

Las investigaciones del periodo 1977-1979 se caracterizaron por emplear la comparación y las escalas de análisis que partían de lo local hacia lo regional; es decir, empleando a Costa Rica como punto de referencia para comparar factores comunes y diferenciales con otros países latinoamericanos, tal como lo enuncian los objetivos de investigación.

Si bien durante los primeros años hubo un fuerte énfasis en lo histórico (Idela, 1979, p. 2), coincidiendo con el perfil disciplinario de varios de sus investigadores, rápidamente se integraron profesores de otros campos, quienes plantearon inquietudes relativas a la literatura costarricense y centroamericana, los movimientos estudiantiles, la economía regional, los estudios políticos y culturales; sobre la educación en perspectiva diacrónica, de los grupos étnicos (Actas, 1987) y la psicología social; áreas que paulatinamente se articularon en el quehacer institucional (Idela, 1979, p. 2; Idela, 1984, pp. 10-13)[7]. La diversidad disciplinaria fomentó no solo la producción investigativa (32 proyectos entre 1977 y 1979), sino, además, la incursión en temas pioneros, tanto dentro la UNA, como en Costa Rica. Entre ellos, se encuentra el interés por las entonces denominadas "minorías" étnicas en América Latina. Novedosas investigaciones en esta línea, cuya comunidad de partida fueron los judíos (Meléndez, 1979), pero que, además, se enfatizó en el análisis de la estratificación social a partir de aproximaciones al tema de las castas durante la Hispanoamérica colonial, fueron realizadas por el académico Lowell Gudmundson (1978).

Al iniciar la década de 1980, la investigación se inclinó hacia los estudios sobre Centroamérica a raíz de los conflictos militares, de forma que varios proyectos del primer quinquenio se abocaron a temas como la política internacional, los movimientos obreros o el estudio de los cambios estructurales

7 La obra del presbítero Sáenz y Llaria y su influencia en la educación en Nicaragua; *La minoría judía en Costa Rica*; Carlos Gagini: precursor de la novela sociopolítica; *Estudio de los partidos políticos en Costa Rica*; *La inflación y economía en América Latina con énfasis en Costa Rica; Literatura latinoamericana y Movimientos estudiantiles en Costa Rica* (IDELA, 12 de abril 1978; Vicerrectoría de Investigación, 11 de septiembre 1978).

centroamericanos, como urbanismo, poder, industria y comunicación (Idela, mayo, 1982, anexo 2, p. 5; Idela, 1984, pp.13-15) o en relación con los refugiados en Costa Rica, desde perspectivas culturales asociadas a la reconstrucción de identidades (Cuevas Molina, 1987). Ello ejemplifica el carácter multi e interdisciplinario de las propuestas investigativas, que además se va consolidando, no solo por la formación del equipo académico, sino también en la articulación entre la visión del Idela y la pertinencia del análisis de las problemáticas regionales.

En el repertorio temático, fueron fundamentales los trabajos del profesor Quince Duncan sobre los afrodescendientes en Costa Rica que despuntaron desde 1975, y se posicionó como precursor de esta área de investigación –a la que él mismo le dio continuidad hasta los primeros años del siglo XXI (González, 2014)– en los campos de la historia y los estudios latinoamericanos en el ámbito centroamericano. Algunos de esos primeros estudios se plasmaron en el libro *El negro en la literatura costarricense*, publicado en 1975 o en el proyecto Los Grupos Negros de la Costa Atlántica Costarricense (1983), conjuntamente con el Departamento Ecuménico de Investigaciones (DEI).

De manera relevante, también se iniciaron los estudios de la mujer, engarzados disciplinariamente con la literatura, la sociología y la historia, que adquirieron mayor protagonismo al cierre de la década. En palabras del Dr. Duncan (1984), la fase 1982-1986 se definió por "tres líneas de investigación: la política exterior centroamericana, las relaciones interétnicas de la región y la problemática de la mujer centroamericana" (p. 3).

Un precursor de los estudios en diversidad sexual en el ámbito nacional fue el profesor y exdirector del Idela, Jacobo Schifter Sikora. En un contexto de efervescencia social, debido la epidemia del VIH/SIDA y de criminalización de la comunidad gay, Schifter introdujo estas investigaciones con el proyecto "El SIDA en Costa Rica: su impacto sociopolítico y cultural y la eficacia de la campaña de prevención" (Idela, 24 de octubre 1988). En este, explora la vinculación discursiva de la enfermedad con la población sexualmente diversa y parte de abordajes de carácter histórico, con lo cual rompe así la tónica de las publicaciones científicas hechas hasta entonces, las cuales enfatizaban aspectos médicos y biologicistas (Jiménez Bolaños, 2014, p. 103).

En el Instituto también ha destacado la línea temática sobre políticas culturales en Costa Rica y Centroamérica, así como a

la construcción de identidades en América Latina. Ambas han sido fundamentales para fortalecer el trabajo en la perspectiva del pensamiento y la cultura regional, elementos que, como se mencionó, resultan fundamentales en la unidad académica. Sobre estos temas destaca el trabajo del Dr. Rafael Cuevas Molina. Algunas de sus obras publicadas han sido el resultado de esta línea temática, tales como *Traspatio florecido: tendencias de la dinámica de cultura en Centroamérica* (1993) y *El punto sobre la i: Políticas culturales en Costa Rica* (1995), entre otros libros y variedad de artículos académicos.

Debe señalarse que la transición entre las décadas de 1980 y 1990 ocurrió con un repunte en los estudios de la mujer, abordados desde la perspectiva histórica, los cuales trascendieron el ámbito de la investigación para trasladarse a la extensión. Talleres sobre autoestima dirigidos a mujeres privadas de libertad o capacitaciones con enfoques de género a funcionarias de organizaciones no gubernamentales, formaron parte del programa integrado de difusión y divulgación en 1992 (Idela, 1993). Este campo de estudios sobre las mujeres fue abordado en el transcurso de esa década examinado el rol y la condición de ellas, dentro las particularidades históricas y contextuales latinoamericanas. En el posicionamiento temático de la investigación sobre mujeres, una de las principales investigadoras ha sido la Dra. Grace Prada Ortiz, cuyos hallazgos fueron publicados, tanto en artículos como en libros relativos a los aportes y perspectivas filosóficas de mujeres intelectuales (Prada Ortiz, 2005a; Prada Ortiz, 2005b), la producción literaria y la historia del feminismo a través de sus protagonistas (Prada Ortiz, 1999), entre otros.

50 años UNA
Siempre necesaria

También, durante la década de los años 90, se gestionó y se llevó a cabo la actividad académica y cultural denominada Encuentro con Nuestra América, desde la cual se realizaron conversatorios sobre temas medulares relacionados con la región (González, comunicación personal, 29 junio 2022), dando espacio a la discusión y difusión de propuestas investigativas del Idela y otras universidades.

En ese mismo lapso, la investigación se centró en las comunidades indígenas latinoamericanas. Nuevamente articulada con la extensión favoreció la realización de talleres en Talamanca, la participación en la Asamblea Ordinaria de la Coordinadora Regional Indígena en 1989 y se dirigieron talleres relativos al Convenio 107 de la OIT. La investigación sobre el tema indígena favoreció

que "se visitaron comunidades indígenas en Costa Rica, Nicaragua, Belice, Honduras y Guatemala (Rojas Flores, 1990, pp. 111-112). En este marco, se realizó el IV Simposio Joaquín García Monge, un evento bienal organizado por el Idela que tuvo como eje temático la "Legislación Internacional Indígena". La temática indígena fue trabajada en este primer momento por el profesor Oscar Rojas Flores.

En la contemporaneidad, el Idela ha continuado con proyectos de investigación innovadores que aportan al quehacer histórico del instituto. En este contexto, ha resultado clave el establecimiento del Programa Integrado Repertorio Americano, desde el cual se han incorporado proyectos de investigación relacionados al acervo de la *Revista Repertorio Americano*, tanto para la investigación en fuente, como para propiciar encuentros de especialistas que permiten compartir investigaciones.

Otra de las iniciativas de investigación en los últimos años es el Proyecto Voces y Rostros del Exilio Chileno en Costa Rica. El cual ya se encuentra para el 2023 en su tercera etapa. Este proyecto se ha propuesto "descubrir y reescribir el fenómeno chileno del exilio y sus vertientes de impacto social-cultural multidisciplinario en el caso acaecido en Costa Rica como país de acogida de exiliados chilenos a partir de la década de los setenta hasta la actualidad" (Idela, 2016). La investigación ha llevado a la recuperación de testimonios, trabajos y fenómenos socioculturales que han marcado la historia de Costa Rica desde el golpe de Estado de 1973 en Chile. El resultado de este proyecto ha sido la publicación de varios libros y artículos académicos.

En 2020, la investigación denominada "Hacia el 200 aniversario de la independencia de Centroamérica" dio por resultado tres volúmenes denominados: *Visiones sobre Centroamérica en el 200 aniversario de su independencia*, los cuales forman parte de la "Colección Bicentenario", publicada por la Editorial de la Universidad Nacional. Estos volúmenes fueron coordinados por los profesores del Instituto con participación de personas académicas de diferentes partes del mundo.

Pero los más recientes proyectos del Idela, no solamente han versado sobre planteamientos propios de investigación, sino también desde un enfoque con un alto contenido de extensión desde el cual, a partir de procesos de sistematización, se han obtenido resultados que han llevado varios productos. Entre estos proyectos pueden mencionarse, por ejemplo, "Construyendo zonas de paz: programa integral de educación para la paz para la

transformación de los conflictos y la prevención de la violencia", "Aula Activa: sobre juegos cooperativos para la educación para la paz" y "Comunidades Educativas que Construyen Paz". Como resultado de algunos de estos proyectos se han desarrollado y publicado guías didácticas para la promoción de una cultura de paz en América Latina.

De igual forma, en relación con los fenómenos socioculturales contemporáneos, el instituto desarrolla investigaciones sobre expresiones urgentes que conllevan tanto a transformaciones políticas, como también a posibles reperfilamientos culturales en la región latinoamericana. Dentro de estos proyectos se encuentran: "Religión y derechos humanos: el papel del fundamentalismo neopentecostal y la violencia de género", "Pensamiento neoconservador en Centroamérica en el siglo XXI" y "Ni una menos: manifestaciones y representaciones de las mujeres en la constitución y (re)presentación del sujeto político".

Finalmente, debe destacarse el papel que ha ocupado el Proyecto Infolatino en la gestión de la comunicación, tanto del quehacer del Idela, como también de las actividades académicas desde las cuales se comparten los resultados de la investigación que se genera.

Estudios Latinoamericanos desde el estudiantado

50 años UNA Siempre necesaria

Si bien la investigación ha sido la característica primigenia del Idela, la docencia y la extensión necesariamente constituyen ejes fundamentales y espacios de mutua retroalimentación. En relación con la docencia, por ejemplo, el primer aporte que el instituto ofreció a la universidad fue a partir de la Licenciatura en Estudios Latinoamericanos. Esta se ofreció a los estudiantes como un primer acercamiento formativo al pensamiento latinoamericano y a los fenómenos socioculturales de la región. En documentos del instituto de 1976, el Consejo Académico menciona sobre su plan de estudios con fuerte clivaje en la investigación:

> El profesional egresado del Idela estará así capacitado para la docencia, tanto a nivel secundario como universitario y obviamente para laborar como investigador

> dentro y fuera de la educación superior porque el ejercicio activo de la investigación ha sido su quehacer cotidiano en el Idela. (1976)

Este criterio también ha sido permanente en la perspectiva pedagógica del instituto, para la cual resulta fundamental que sus egresados cuenten con capacidades que les permitan profundizar investigaciones desde sus propios intereses y formaciones, sobre temas particulares de las realidades de la región. De esta manera, el fortalecimiento de las habilidades en producción de conocimientos a partir de la investigación ha dado campo al desarrollo de tesis y trabajos finales que discurren disciplinariamente entre las humanidades, las ciencias sociales, las artes y los derechos humanos.

A modo de muestra del quehacer de los estudiantes, se observa que entre 1975 y 1983 se identifican variaciones en las tendencias. Por ejemplo, entre 1975 y 1977 predominó el análisis de obras y corrientes literarias latinoamericanas (Idela, 1984, p. 7). Posteriormente, entre finales de los años setenta e inicios de los ochenta, estudios en torno a otro tipo de fenómenos socioculturales, políticos y económicos fueron la tónica, específicamente, abordando asuntos como el militarismo (problemática plenamente vigente en ese periodo), el desarrollo agrícola, urbanístico e industrial y efectos sociales y el pensamiento revolucionario y los movimientos obreros y solidaristas (Idela, 1984).

La variedad de enfoques y fenómenos en estudio responde a la diversidad de disciplinas de formación base del estudiantado. Esta diversa incorporación, aún hoy vigente, demuestra dos características: la primera de ellas es que la oferta académica del instituto ha sido un espacio de interés para personas de distintos ámbitos académicos, lo cual visibiliza el interés nacional e internacional que se mantiene por estudiar a América Latina. La segunda característica es que la diversidad formativa de los estudiantes ha permitido un alcance de orden inter y transdisciplinar mayor en la investigación.

El otro espacio natural de peso en el quehacer investigativo y la docencia ha sido la Maestría en Derechos Humanos y Educación para La Paz. Propuesta surgida en la década de 1980 que logró concretarse en la década siguiente mediante un convenio entre el Idela y la Universidad para La Paz. Esta alianza permitió varios años de trabajo conjunto donde la maestría se posicionó

como un espacio de formación sobre los Derechos Humanos con una visión y perspectiva latinoamericana. Si bien el convenio suscrito con la Universidad para La Paz finalizó, el Idela ha continuado proyectando la maestría como un posgrado sustentado en la perspectiva crítica de derechos, y prioriza el análisis cultural, histórico y social sobre la región. El enfoque crítico en derechos humanos ha marcado una diferencia en la formación y perfil del estudiantado, se aleja de enfoques esencialmente jurídicos de otros posgrados similares (González, comunicación personal 29 junio de 2022).

Instrumentos de divulgación del quehacer investigativo: las revistas en el Idela

Paralelamente a la investigación y extensión universitaria, el Instituto se ha dedicado a la publicación de lo producido en sus revistas académicas, a saber, *Revista Repertorio Americano*, *Revista Temas de Nuestra América* y *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*. En relación a las revistas, se destaca el trabajo que las ha llevado a posicionarse como espacios de calidad para la difusión y divulgación del conocimiento científico, resultante de procesos de investigación.

La primera publicación periódica del Instituto fue *Repertorio Americano*, la cual surgió en el entorno ya no como la revista cultural del maestro García Monge, sino como un órgano de difusión universitario. Según rememoraciones del ministro de Trabajo, señor Francisco Morales (1974-1978) en entrevista realizada en 1974, la idea fundacional del Idela ocurrió juntamente con la necesidad por él expuesta, de recuperar y resguardar la herencia de la revista:

> De ministro de Trabajo, me tropecé con la creación de la Universidad Nacional, en Heredia. Desde el primer momento, les dije a los compañeros de Comisión *[Organizadora Ad Hoc]* y al señor Rector, que mis 'honorarios' se reducirían a que la Universidad Nacional asumiera la histórica misión de revivir el *Repertorio Americano*. La Comisión *Ad Hoc* enriqueció la idea, creando el Instituto de Estudios Latinoamericanos y la Cátedra Joaquín García Monge. (*Repertorio Americano*, 1974, p. 7)

De 1974 a la actualidad, han sido emitidos 31 números de la revista cuyos contenidos y acentos han variado: se desplazó de la reseña literaria, por ejemplo, hacia el abordaje de problemáticas sociales, geográficas y políticas, con lo cual abrió así su espectro de publicaciones y autores. De la fecha de su creación a la actualidad, este programa ha acogido multiplicidad de proyectos abocados exclusivamente al análisis de los contenidos de la revista cultural, y aprovecha la diversidad de temas, temporalidades, escritores y escritoras, géneros literarios y geografías convergentes en la publicación dirigida por García Monge. De esta manera, *Repertorio Americano* ha fungido como germen de actividades investigativas y de espacios para la divulgación.

Temas de Nuestra América fue la segunda publicación periódica del Instituto. Su publicación inició en 1984 como respuesta a la conveniencia del cuerpo académico de contar con un medio de difusión para los proyectos de investigación. Desde entonces, la revista se ha posicionado como una herramienta de comunicación con otros espacios académicos. Este ligamen es palpable en la presencia de artículos de personas académicas de otras facultades o centros de investigación nacionales e internacionales (Duncan, 1984, p. 4). En la actualidad, la revista cuenta con 71 números publicados.

La *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos* encuentra su origen en 1999 a partir de lo que en su momento se denominó como "módulos de sistematización de derechos humanos", que apuntaban a una publicación que compartiera las reflexiones de la investigación del instituto en relación a los derechos humanos en América Latina. El éxito y especialización de los productos resultantes llevaron a que, en 2009, se formulara como proyecto, con el nombre de *Dehuidela*. Hoy la *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos* es una de las más consultadas y referenciadas de la Universidad. Cuenta con 33 volúmenes a diciembre de 2022 (Proyecto *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, Sistema de Información Académica).

Reflexiones finales

A pesar de que el presente ensayo es solo una aproximación a vista de pájaro de una larga temporalidad cargada de trabajos

hechos, avances, innovaciones y dificultades en la formulación de la investigación en nuestro Instituto y nuestra Facultad, el repaso da cuenta del desarrollo en cuanto a la investigación sobre América Latina.

Un elemento importante en relación con las líneas de investigación y los enfoques que se han utilizado tradicionalmente en el Idela es que estos siguen siendo vigentes en un amplio sentido. Esto se debe, como se mencionó, a que las variables históricas, políticas, culturales e identitarias mantienen una constante transformación a partir del resurgimiento de viejos actores y el surgimiento de nuevos. En este sentido, la aceleración en las dinámicas de la información a partir de la globalización muestra una Latinoamérica más versátil y compleja, esta situación evidencia la importancia de su investigación siempre en favor de la dignidad de quienes habitan la región.

Juntamente, con los logros y aportes alcanzados durante la trayectoria del instituto, se vislumbran desafíos y tareas. Si bien la generación de espacios destinados al debate académico a escala nacional e internacional ha definido el quehacer del instituto desde el enfoque de la extensión y la divulgación, ampliar los linderos temáticos se torna necesario en atención a la multiplicidad de nuevos campos de análisis y las cambiantes realidades de las sociedades latinoamericanas.

La existencia de diálogos con otros agentes de la academia y la sociedad latinoamericana conlleva a echar una mirada hacia atrás con el fin de recuperar los aprendizajes y los pendientes heredados. Especialmente, el trazar genealogías investigativas con claridad y rigurosidad. Lo anterior, a razón de la escasez de bases de datos de acceso libre o producciones escritas que den cuenta de las temporalidades de los estudios latinoamericanos con sus corrientes, giros, innovaciones, tematizaciones y teorizaciones en periodos amplios. Dicha ausencia es perceptible, tanto en el Idela, como en otros centros homólogos de la región. Sin embargo, para el caso que nos compete, tal ejercicio se torna más apremiante dada la cantidad de años en que ha estado operante el instituto, la cantidad de investigaciones y la riqueza de enfoques y tópicos abordados en el transcurso del tiempo. No obstante, se reconoce la necesidad de realizar una reconstrucción comprensiva de las investigaciones realizadas en el Idela, desde su fundación a la actualidad.

Como se señaló, este pendiente atraviesa otros espacios y casas de estudio. Por ende, iniciar en ese ejercicio de historiar el Idela podría conllevar a que se movilice la generación de una línea temporal de los estudios latinoamericanos en Centroamérica, a fin de evaluar los avances, transmutaciones y retos de este campo de estudios. Ello contribuiría a precisar también el lugar que ocupa el Idela en el concierto de las redes académicas y de la pertinencia institucional en función de las respuestas dadas a la actualidad social, política, cultural o económica de la región.

Por lo pronto, este recorrido ha buscado correlacionar el desarrollo de la investigación del Instituto en el ámbito institucional de la Facultad de Filosofía y Letras y de la universidad en el marco de sus cincuenta años de existencia, en momentos de conmemoración y celebración por una importante fecha de aniversario. Esto interpela a preguntar por lo que se ha hecho, para justipreciar los aportes en el ámbito de la Universidad Necesaria, que nació y se organizó bajo el precepto que reza el lema en su escudo: "la verdad nos hace libres". El Idela ha aportado desde la investigación social, crítica y transformadora en estos primeros cincuenta años de acción en la educación superior pública del país, a partir de una invitación permanente a continuar señalando, con José Martí, que "pensar es servir".

Bibliografía

Cuevas, R. (1987). *Los refugiados centroamericanos en Costa Rica.* Informe de Investigación. Instituto de Estudios Latinoamericanos.

Duncan, Q. (1983). Los Grupos Negros de la Costa Atlántica Costarricense. Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad Nacional.

Duncan, Q. (1984). ¿Por qué un boletín de estudios latinoamericanos en el Idela? En *Temas de Nuestra Améric*a (1) 1, 3-4. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/tdna/article/view/10417

Enciclopedia de la Literatura de México. (2018). *Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe.* http://www.elem.mx/institucion/datos/100

España, O. (Ed.) (1998). *Universidad Nacional. Historia y utopía.* EFUNA.

González, J. (2014). Idela: Reflexiones sobre una trayectoria histórica. En *Repertorio Americano* (24): 13-28. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/7919

Gudmundson, L. (1978). *Estratificación socio racial y económica de Costa Rica: 1700-1850.* Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (2016). *Proyecto Voces y rostros del exilio chileno en Costa Rica: manifestaciones y transformaciones socio culturales 1973-2015.* http://www.idela.una.ac.cr/index.php/proyectos?id=128

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (1976). *Informe sobre la formulación de la Licenciatura en Estudios Latinoamericanos al Consejo Universitario*, carpeta 1988, caja 5, historia 1980.

Instituto de Estudios Latinoamericanos (30 de noviembre, 1976). Comunicado de Dirección. Actas, caja 1, historia.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (20 de junio, 1977). Acta de Asamblea Académica.

Instituto de Estudios Latinoamericanos (1979). Idela como proyecto de la Facultad de Filosofía y Letras. Seminario de directores, Plan Quinquenal. Carpeta 16. Plan académico 1979, caja 2, historia.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (1982). Plan Académico de Idela 1982-1986.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (Mayo, 1982). Plan de reapertura de la Maestría en Estudios Latinoamericanos, caja 1, historia, Documentos fundamentales.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (1984). *Informe sobre las investigaciones realizadas en el Idela, 1975-1984*. Asistencia de Investigación, caja 5, historia 1980.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (20 de junio 1985). Acta de sesión de Asamblea, caja 4, historia.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (1987). *Informe sobre la reformulación de la Licenciatura en Estudios Latinoamericanos al Consejo Universitario*. Carpeta 1988, caja 5, historia 1980.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (24 de octubre, 1988). Idela-148-88, carpeta 1988, caja 5, historia 1980.

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (1993). Carpeta Divulgación, caja 4, historia 1990. *Informe de proyectos de extensión 1992.*

Instituto de Estudios Latinoamericanos. (2016). Boletín Informativo. Programa Publicaciones, Universidad Nacional.

Jiménez Bolaños, J. D. (Julio-diciembre 2014). Temáticas en construcción de desarrollo de los estudios LGTB en Costa Rica, 1980-2013. *Cuadernos Intercambio sobre Centroamérica y el Caribe, 11*(2), 91-116. DOI 10.15517/c.a..v11i2.16311

Martí, J. (2005). *Nuestra América.* Fundación Biblioteca Ayacucho.

Meléndez, C. (1978). *El judío durante la colonia*. Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad Nacional.

Mora, A. (1975). La Universidad de Costa Rica y su desarrollo sociohistórico. *Revista PRAXIS*, 1, 57-61.

Morales, F. (1998) UNA: Una historia personal. En O, España. (Ed.), *Universidad Nacional: historia y utopía* (pp. 125-142). EUNA.

Prada, G. (1999). El feminismo como movimiento social alternativo. *Praxis* 53, 225-237. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/19794/elfeminismocomomovimiento_GPrada.pdf?sequence=1

Prada, G. (2005a). *El ensayo feminista en Costa Rica.* EUNA.

Prada, G. (2005b). *El pensamiento filosófico desde las mujeres: Matilde Carranza, Vera Yamuni y Ana Alfaro.* Departamento de Filosofía, Universidad Nacional.

Repertorio Americano. (1974). ¿Por qué Repertorio Americano en la Universidad Nacional? *Repertorio Americano* 1, 7-8. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/13750/19259

Rojas, O. (1990). IDELA-forjando nuevas opciones en extensión. *Temas de Nuestra América, 15*(6), 105-114. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/tdna/article/view/9862/11905

Universidad Nacional. (7 de junio 1973). Actas Comisión Organizadora Ad Hoc. Acta n. 26.

Universidad Nacional. (28 de agosto 1973). Actas Comisión Organizadora Ad Hoc. Acta n. 49.

Universidad Nacional. (18 de septiembre 1973). Actas Comisión Organizadora Ad Hoc. Acta n. 55.

Zelaya, C. (2004). *Nicaragua en la independencia*. Colección Cultural de Centroamérica.

Los estudios poblacionales en la Facultad de Ciencias Sociales de la UNA

Norman José Solórzano Alfaro[1]

En el 2023, la UNA llega a su 50 aniversario, lo cual será un momento de celebración, lo más relevante en tal efeméride será la conmemoración y la proyección de futuro que se haga, como formas de reconocimiento al trabajo, el esfuerzo, la energía y las ilusiones empeñadas en esta benemérita institución de la "educación, la tecnología, la ciencia y la cultura costarricense", por tantas gentes acogidas bajo su lema: "La verdad nos hace libres". A la vez, es una oportunidad de replanteamiento de su pertinencia (carácter de *necesaria*) y la búsqueda de estrategias que aseguren su pervivencia,

1 El presente es, *stricto sensu*, un producto colectivo, pues si bien esta versión ha sido preparada por este investigador, este es una compilación, refundida y reformulada de diversos trabajos, algunos de los cuales están inéditos, tales como: Ulloa Gómez, M. (2021). *Memoria 45 años de investigación, docencia y extensión social: un recorrido por la historia del Instituto de Estudios Sociales en Población* (inédito), que a la vez se alimentó, entre otros documentos valiosos, de las *Memorias Idespo* preparadas por María de los Ángeles Carrillo Delgado (1977; 1982). Además, se hacen presentes múltiples conversaciones y testimonios.

abierta y renovada, pero sin renegar de su pasado. Este aniversario se cumple en una coyuntura en que soplan vientos recios y poco propicios para el ideario UNA y la apuesta que otrora el pueblo costarricense hiciera por la educación; en particular, por la educación universitaria. Sin embargo, ello no es óbice para renovar la ilusión, reafirmar los compromisos fundamentales (valores, fines y principios) plasmados en el Estatuto Orgánico (en sus tres ediciones) y decir: "¡presente, por Costa Rica!".

Entre las diversas acciones que se preparan en torno a este evento está el proyecto editorial para la elaboración y publicación de una colección de libros conmemorativos, en uno de cuyos tomos, el presente sobre la investigación en la UNA. El presente volumen ofrece una mirada histórica de los temas tratados en la investigación y destaca la repercusión social de la institución en el desarrollo de las ciencias, la cultura y las artes, según corresponda, con una visión de conjunto, global e integradora. Esto implica, para cada campo del saber presente en la UNA, diversidad de experiencias, temas, etc., por lo cual, propiamente en el campo de las ciencias sociales, ello se expresaría en una pluralidad de líneas de investigación que requerirían un trabajo profundo, sistemático e intensivo para mostrar una "fotografía" de su quehacer y aportes durante estos cincuenta años.

Esta breve contribución está centrada en el desarrollo y presencia de los estudios poblacionales, como una de las grandes áreas de investigación en la Facultad de Ciencias Sociales (FCS), que ha sido desplegada, principalmente, desde el Instituto de Estudios Sociales en Población (Idespo). Debe considerarse esta breve reseña como una aproximación, por tanto, no es exhaustiva y presenta una selección de temas y énfasis cuya escogencia solo corresponde al autor. Por lo cual no se pretende hacer el registro completo de estos, sin ofrecer una mirada propositiva para la tarea histórica y sistematizadora que debería cumplirse.

A estos efectos, en primer lugar, se hará una breve reflexión sobre lo que entendemos por estudios poblacionales; luego se presenta una brevísima reseña de los inicios de esta rica historia de los estudios poblacionales, a la vez, que se resaltarán algunas líneas de trabajo exploradas en estos cincuenta años, con algunos de los principales aportes realizados en esos campos. Finalmente, se realiza una breve mención sobre algunos retos y campos de trabajo en los que se deberán enfocar los estudios poblacionales.

¿Qué entendemos por estudios poblacionales?[2]

Tradicionalmente, los estudios poblacionales han estado marcados por dos tendencias: por un lado, su identificación (y reducción) a los estudios demográficos, con lo cual se ha logrado la consolidación de esa disciplina, y, por otro, por su vinculación y funcionalización con las políticas estatales, toda vez que en el paradigma estatalista se confiaba en el Estado como el único responsable de garantizar las condiciones de vida digna a la población (derechos humanos) y se constituía en el principal prestatario de los servicios públicos.

Contemporáneamente, con la nueva configuración de los saberes, en virtud de la interdisciplina y la emergencia de nuevas subjetividades en el espacio público, la preocupación y el énfasis no está más –al menos, de forma tendencial–, en los estudios disciplinarios (*v.g.,* exclusivamente demográficos), sino que se pone la mirada en los estudios de complejidad respecto de "totalidades" específicas, y esto viene sucediendo, tanto en las ciencias naturales como en las sociales. En esa perspectiva, los estudios poblacionales, a partir de la articulación *población y desarrollo*, desde el paradigma del desarrollo humano sustentable y la crítica del desarrollo, adquieren un nuevo horizonte y significación, al punto de constituirse en una región epistemológica específica, en el sentido de Bachelard (1972, 1973). Así, en los estudios poblacionales:

> [h]a ido ganando conciencia la necesidad de acudir a enfoques totalizantes que incluyan junto a los factores demográficos y económicos, otros tales como los socioculturales, políticos, medioambientales, frecuentemente de carácter cualitativo y de difícil medición. El enfoque sistémico debe contribuir a interpretar las múltiples interrelaciones

2 Este apartado retoma, de forma libre y con modificaciones, las reflexiones plasmadas en Solórzano (2021), *Transformaciones en las ciencias sociales y futuros posibles para los estudios sociales de población*, documento inédito y material de trabajo interno para la *Memoria 45 aniversario* (Ulloa, 2021), y que tuvieran una primera presentación en el acto de apertura de las actividades del 45 aniversario del Idespo denominado, *Idespo una mirada hacia el pasado pensando en el futuro: desafíos y retos en un mundo post pandemia*, realizado el 18 de agosto de 2020.

> entre los fenómenos demográficos y los no demográficos. (Bueno, 2003, p. 36)

Esta ha sido la perspectiva principal que han tomado los estudios poblacionales en la FCS-UNA.

A partir de la reedición de la relación *población y desarrollo* en el horizonte cognoscitivo y práctico (ético-político) de los estudios poblacionales ha sido factible la constitución de estos como región epistemológica específica, a cuenta de introducir una profunda reformulación radical de ambas categorías, particularmente la de *desarrollo*, y centrar la atención en el orden de las relaciones de sociabilidad fundamental como entrada al análisis de la(s) realidad(es) social(es). De esta forma, los estudios poblacionales dan cuenta de una pluralidad de dimensiones, factores y sujetos, para aportar a una mayor e inédita comprensión de las características de las poblaciones, con lo cual se podría incidir políticamente en una recaracterización social de las políticas públicas y, en el orden académico, facilitar la mediación pedagógica de los procesos y resultados de investigación en y con las poblaciones específicas, para la docencia y la extensión.

En síntesis, los estudios poblacionales recogen y representan diversos momentos y manifestaciones, que deben ser tomados en cuenta, a partir de lo siguiente:

- Una comprensión de la población desde la pluralidad y diversidad de sus agregaciones relacionales (poblaciones), no centradas *exclusivamente* en la cuestión del crecimiento demográfico, sino que, al incluirlas, pone su énfasis en las condiciones de vida, posibles y sustentables de esas poblaciones.
- Una visión de desarrollo que centra su atención en la exigencia de satisfacción de las necesidades humanas, sentidas y expresadas por las poblaciones, sobre cuya base hace una crítica radical a la ideología desarrollista.
- La incorporación de las variables sociodemográficas (*v.g.,* fecundidad, mortalidad) y las "variables de sentido" (v.g., procesos de identificación; creación de sentido; afecciones políticas; adscripciones confesionales y religiosas, etc.), entre otras, en la planificación de las estrategias de desarrollo.
- El análisis de los efectos, demográficos y no demográficos (*v.g*., culturales; ambientales, etc.), de los proyectos de desarrollo.

50 años UNA Siempre necesaria

- El análisis de la diversidad de factores no demográficos (*v.g*., imaginarios sociales) que inciden en el comportamiento demográfico y que facilitan u obstaculizan los procesos de desarrollo.

El origen: reseña de los inicios de los estudios poblacionales en la FCS-UNA[3]

Los estudios poblacionales surgieron en la FCS de la mano del Idespo casi desde los inicios de la UNA, a mediados de los años setenta del siglo XX, en un contexto político, económico y social en el que imperaba el paradigma del Estado social de derecho, en particular con el modelo de Estado benefactor, que impulsaba diversas políticas sociales y la fundación de instituciones públicas orientadas a fomentar la inversión social para el desarrollo de la sociedad costarricense. En ese momento, Costa Rica contaba con instituciones de gran relevancia que tenían el mandato de llevar a cabo estudios sobre la población, entre las que cabe resaltar la Dirección General de Estadística y Censos, la Asociación Demográfica Costarricense (ADC), el Departamento de Estadística de la Escuela de Ciencias Económicas y Sociales y el Centro de Estudios de Población (Cespo), ambos de la Universidad de Costa Rica. Estas instituciones organizaban los Seminarios Nacionales de Demografía desde el año 1957 y para 1975, se dio el cierre del Cespo por parte del Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, lo cual provocó que la ADC buscara nuevas alianzas institucionales con las cuales llevar a cabo los distintos programas de población y desarrollo con enfoque en demografía que tenían planeados. Ese fue el momento en el cual se visualizó a la Universidad Nacional (UNA) como aliada estratégica para concretar tales objetivos.

Desde inicios de 1975, la Universidad Nacional inició un proceso de negociaciones con la ADC, a la cual le interesaba realizar algunos programas de investigación sobre demografía,

3 Este apartado retoma, de forma libre, con modificaciones y síntesis algunas de las consideraciones plasmadas en la *Memoria 45 aniversario* (Ulloa, 2021).

en términos generales, así como sobre evaluación y preparación de personal en aquellos campos relacionados con la población, específicamente. Es así como la UNA inicia los estudios poblacionales de la mano con la iniciativa de consolidación del Idespo, con el objetivo de cumplir con el convenio con la ADC. Como parte del convenio entre la UNA y la ADC, ambas instituciones debían llevar a cabo, cada una por su lado, un diagnóstico sobre las necesidades en investigación social, con el objetivo de definir los campos prioritarios en estudios de población que formarían parte del instituto de investigación creado para dicho fin. También se buscaba la generación de investigaciones que interrelacionaran las variables demográficas, socioeconómicas y políticas en el marco del proceso de desarrollo en Costa Rica. El convenio con la ADC fue ratificado en la sesión ordinaria n.° 33 del Consejo Universitario, el 2 de octubre de 1975, con lo cual se ratificaba la creación del Idespo con "el interés y preocupación de la UNA por establecer un Instituto que se dedicara a estudiar fenómenos sociales de manera científica" (Idespo, 1982), con el propósito de llenar el vacío que existía en Costa Rica en el campo de los estudios poblacionales y satisfacer así la demanda que el Estado costarricense formulaba respecto de la creación de políticas nacionales de población.

De esta forma, los estudios poblacionales se constituyeron con el Programa Población y Desarrollo, del Idespo, dada la profunda imbricación entre población y desarrollo socioeconómico. Además, esto implicaba mantener un equipo interdisciplinario que tuviera en cuenta ciencias como geografía, historia, biología y sociología; noción que sigue vigente en todos sus programas y proyectos. Con los objetivos institucionales establecidos y ratificado el convenio con la Asociación Demográfica Costarricense, el Idespo inició labores oficialmente en noviembre de 1975 con el objetivo de establecer un programa de investigaciones en el campo de población, el cual respondería a las necesidades nacionales de desarrollo socioeconómico de conformidad con las prioridades establecidas en Bucarest, en la Conferencia Mundial de Población en 1974.

50 años UNA
Siempre necesaria

Algunas líneas de trabajo exploradas en estos cincuenta años y los principales aportes realizados desde los estudios poblacionales[4]

Los estudios poblacionales, entendidos de la manera aquí expuesta, han sido ricos y diversos, además son múltiples las iniciativas en este campo, para cuyo registro y memoria se debería realizar una gestión amplia de recopilación y sistematización. Ahora solo se pretende mostrar, sin ánimo de exhaustividad, algunos de esos campos, con el señalamiento de investigaciones específicas que han dado aportes significativos. La categorización también es preliminar, casi exploratoria, con ella solo se pretende rendir homenaje a los equipos de trabajo que empeñaron sus esfuerzos en estos trabajos (Figura 1), a la vez, que sirva como sugerencia de iniciativas de investigación para una historiografía de los estudios poblacionales en la UNA.

Figura 1
Los primeros años, sesión de trabajo del equipo Idespo

Fuente: archivo fotográfico IDESPO.

4 Este apartado retoma de forma libre, con modificaciones, omisiones y adiciones, las recopilaciones contenidas en Ulloa (2021) y en Carrillo (1977, 1982).

Los estudios poblacionales iniciaron con una impronta *estrictamente* demográfica, pronto se decantaron por una visión amplia y diversa, de carácter interdisciplinario, en la cual siempre se incluye el aspecto demográfico, pero no se reduce *exclusivamente* a este, ya que, en este caso, ha primado la visión poblacional antes que la exclusivamente demográfica. Esta rica trayectoria comprende en varias líneas de trabajo y la mención de los proyectos y trabajos específicos que se reconoce es principalmente ilustrativa, pues, por el carácter multi e interdisciplinario de muchos de estos, bien podrían ser ubicados a la vez en diversas líneas. Además, esta categorización no responde a ninguna decisión institucional, sino que es un recurso específico para estos fines ilustrativos. Tampoco se establece una línea temporal sistemática, aunque sí se busca mostrar distintos momentos del desarrollo de nuestros estudios durante estos cincuenta años. A la vez, aunque se tiene en cuenta que el trabajo de investigación descansa en la labor de personas concretas y equipos de trabajo definidos, en esta ocasión se omitirán sus nombres, porque estos serían muchísimos y desbordarían los límites de espacio para la presente reseña.

Población y variables sociodemográficas

La andadura de los estudios poblacionales en la FCS-UNA, en el marco de constitución y consolidación del Idespo, tenía como uno de sus objetivos centrales conocer las interrelaciones entre las variables demográficas, socioeconómicas y políticas que se dan en el proceso de desarrollo en Costa Rica. En virtud de ello, en las primeras décadas de esta trayectoria, uno de los focos de acción fue la generación y recopilación de datos demográficos, útiles para la toma de decisión y la formulación de políticas públicas, a la vez que servía de insumo para procesos académicos en áreas como la estadística y la demografía, entre otras. Esta línea de trabajo se mantiene vigente mediante las colaboraciones continuas, entre otros, con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Entre los trabajos iniciales generados en este ámbito están:

- 1976. *La diferencia rural-urbana en el decenio de la fecundidad cantonal, Costa Rica 1964-1973*. En este informe se

abordan las dinámicas en las tasas de fecundidad, natalidad y mortalidad de Costa Rica durante el período 1964-1973. Este estudio abrió paso a una serie de trabajos relacionados con la planificación familiar.

- 1977. *Los niveles de crecimiento, densidad, mortalidad y fecundidad cantonal en Costa Rica, 1950, 1963 y 1973*. Se trató de un estudio descriptivo en el que se estudiaba la interrelación entre la estructura socioeconómica costarricense y su dinámica poblacional.
- 1982. *La validez de los datos en las encuestas de hogares*. Su objetivo era el estudio del problema de los errores en las encuestas y la validez y confiabilidad de la información que se recoge en estas.

Población y territorialidad

Los primeros estudios realizados en este campo se abocaron a analizar las dinámicas poblacionales en los espacios o territorios concretos. Entre esos estudios podemos mencionar:

- 1976. *La distribución de sueldos y salarios en Costa Rica*. Esta investigación surge a partir de las preguntas generadas por la curva de Lorenz para la distribución de los sueldos y salarios de los trabajadores remunerados de Costa Rica, según datos censales de 1963 y 1973.
- 1976. *Cambios en los límites de los cantones costarricenses 1950 a 1974*. Trabajo elaborado durante 1976, cuyo principal objetivo era realizar un esquema de comparación cantonal útil para los estudios longitudinales en esta materia.
- 1978. *Población económicamente activa (PEA) en cantones rurales de Costa Rica, 1963-1973*. Se adentra en las relaciones entre crecimiento y cambios ocupacionales en la población económicamente activa, especialmente dedicada a las actividades agrícolas.
- 1982. *Los asentamientos humanos en la región central de Costa Rica*. Estudio cuyo objetivo era indagar las posibles metas del país para el desarrollo de los asentamientos humanos.
- 2007-2008. *Fortalecimiento socioeconómico de las MiPymes en Regiones con Potencial de Desarrollo en Costa Rica*. Se estudiaron los casos de las comunidades de Carrillo de

Guanacaste, Coronado de San José y San Rafael de Heredia, cuya finalidad era contribuir con la educación de las poblaciones acerca de la dinámica social. Este proyecto se realizó en conjunto con la Escuela de Economía, el Iestra y la Sede Chorotega.

Población y mundo del trabajo

Si bien, desde 1974, en la FCS se había logrado instalar un Instituto de Estudios del Trabajo (Iestra), el cual perduró, formalmente, hasta abril de 2010 cuando dio lugar a la Escuela de Administración (EDA), los estudios sobre la cuestión del trabajo desde la perspectiva poblacional tienen una historia mayor. Así, por los mismos años, en el Idespo se empezaron a realizar estudios en esta perspectiva, que abrieron brecha en aspectos relevantes para comprender las formas en las cuales las dinámicas poblacionales inciden en las prácticas laborales y, en general, en el desarrollo del mundo del trabajo. Por otra parte, en esta línea de trabajo se hace evidente una dinámica de imbricación (interseccionalidad), pues al asumir las cuestiones laborales desde la perspectiva poblacional, aquellas quedan claramente teñidas de los aspectos sociodemográficos básicos, tales como sexo-género, edad o generación, entre otros. Al respecto, se identifican los siguientes trabajos:

- 1978. *La participación femenina en la actividad económica, 1963-1973*. Estudio de carácter exploratorio y descriptivo sobre aspectos relevantes de la participación de las mujeres costarricenses en la actividad económica en el periodo 1963-1973.
- 1982. *La prostitución en San José: estudio socioeconómico de un problema costarricense*. Trabajo en conjunto con el Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, en el cual se analizaron los datos de una encuesta realizada en 1979 por el Ministerio, con una muestra de 348 trabajadoras del sexo del Área Metropolitana de San José, cuyo fin era conocer sus necesidades y problemas. Las recomendaciones dadas en dicho trabajo fueron tomadas en cuenta para la creación de programas orientados a solventar las necesidades y problemáticas de este grupo de población.

- 1996-1997. *Empleo femenino: una propuesta para su medición*. Investigación cuyo objetivo era analizar los métodos tradicionales que se utilizaban en la medición del empleo en la población costarricense.
- 2005. *Uso del tiempo y espacio entre hombres y mujeres*. Investigación desarrollada para el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).
- 2006. *Contabilización de trabajo femenino*. Trabajo que incluyó la encuesta "Uso del Tiempo y Estadísticas con enfoque de género", como parte de una investigación para el Instituto Nacional de las Mujeres (INAMU).

Población, fecundidad y embarazo adolescente

En la segunda mitad del siglo XX, Costa Rica experimentó una explosión demográfica, con tasas cercanas al 4 % anual, entre 1950 y 1960. De esta forma, la población pasó de 800 000 personas en 1950 a 1 000 000 en 1956; a 2 000 000 en 1973; el tercer millón se alcanzó en 1990 y al cuarto millón recién se llegó en abril del 2001. Este fenómeno es resultado de tres componentes de la dinámica demográfica: mortalidad, natalidad y migración internacional. Sin embargo, el aumento poblacional experimentado en el siglo XX pareciera que quedó confinado a ese periodo, pues, a partir de 1961, "los costarricenses adoptaron rápidamente la planificación familiar y desactivaron la bomba poblacional" (Rosero, 2004).

Por este motivo, uno de los ejes de trabajo en los estudios poblacionales es el que tiene que ver con la dinámica de la fecundidad, el cual se fue enrumbando hacia la determinación de las condiciones y factores de la fecundidad en la población adolescente y joven. Así, entre muchos, podemos mencionar los siguientes trabajos:

- 1977. *La Fecundidad y los Factores Socioeconómicos que Impactan a Costa Rica*. Proyecto que contó con la colaboración de la Universidad de Cornell. Se proponía completar la información que no fue recogida en 1976 en la Encuesta Nacional de Fecundidad, realizada por la Dirección General de Estadística y Censos; para esto se contó con la primera encuesta ejecutada por el Idespo, denominada "Encuesta Nacional de Fecundidad".

- 1978-1985. En este periodo se desarrolló una serie de estudios en los que se abordaba el tema de la fecundidad y la familia, desde la perspectiva del papel de los varones en el ámbito familiar y social, sus actitudes hacia la fecundidad y la planificación familiar y la participación en el desarrollo social. Así, aparecen los trabajos, *El hombre costarricense: La fecundidad y la familia* (1978), *Encuesta sobre el desarrollo, la fecundidad y el hombre costarricense* (1981), *El Desarrollo, la fecundidad y el hombre costarricense* (1982), *El desarrollo costarricense y la fecundidad del hombre* (1985).
- 1986-1987. *El embarazo de las adolescentes en el Área Metropolitana de San José*. Trabajo pionero que orienta su atención a una situación explosiva, aún no superada en el país (Cordero, 2021).
- 1995. El tema de la fecundidad se reorientó hacia la determinación de las causas e implicaciones del embarazo en personas adolescentes desde la percepción de las madres adolescentes. De esta forma, aparecen diversos trabajos, entre los cuales se pueden mencionar: *El embarazo adolescente: sus implicaciones socio-familiares y educativas* (1995), *Relaciones de pareja de la madre adolescente*, *Marco categorial de análisis sobre las razones de un embarazo en la adolescencia*, *Desarrollo psico-social de los adolescentes*, en el cual se pretendía generar un modelo del proceso de desarrollo de la adolescencia, *Programa de prevención del SIDA entre adolescentes de áreas urbano-marginales* (1996), entre otros.

50 años UNA
Siempre necesaria

Población y migración

Uno de los factores más relevantes en la dinámica poblacional es la migración, entre cuyos efectos está la fuerte influencia que ejerció en el apalancamiento del crecimiento poblacional en Costa Rica, particularmente, a fines del siglo XX (Rosero, 2004), y en especial del sector productivo primario. Esta línea de trabajo ha sido permanente en el Idespo y actualmente se mantiene vigente con el programa, "Migraciones, cambio social e identidades". En este campo se ha aportado diversidad de trabajos como los siguientes:

- 1976. *Migraciones internas y su impacto en el desarrollo costarricense*. Tenía como objetivo establecer la causa del proceso migratorio en el período comprendido entre 1968 a 1973, para establecer una matriz de inmigración y emigración en los cantones de Costa Rica.
- 1980-1985. En este periodo se impulsaron varios estudios sobre el movimiento migratorio internacional, para lo que se toma como referencia en primer lugar a Costa Rica y luego se lo extiende a Centroamérica. Así, se generaron trabajos como: *La migración internacional en Costa Rica*, *La emigración laboral centroamericana hacia los Estados Unidos*, *Migración laboral internacional: empleo, desempleo y migración*, *El impacto económico-social del refugiado en Costa Rica 1985-1987*.
- 1994-1996. En este periodo se continúa con la cuestión de la emigración de costarricenses a otros destinos; de este modo, se desarrollan trabajos como: *La emigración ilegal de la región de Los Santos en Costa Rica* y *Emigración selectiva de costarricenses a los Estados Unidos*.
- 2000-2005. Se desarrollan trabajos como: el *Estudio integral de las migraciones internacionales en Costa Rica. Alternativas de solución para el desarrollo humano integral del trabajador migratorio y sus familias*, *Inmigración de nicaragüenses hacia Costa Rica y su impacto socioeconómico en la sociedad costarricense*.
- 2006. *La integración de los refugiados colombianos en la sociedad costarricense*. Este fue un estudio para el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR).

Población y transición demográfica: envejecimiento poblacional

La dinámica poblacional costarricense en los últimos 50 años ha pasado por diversas etapas, aunque no de forma secuencial, sino traslapadas entre sí. Por ejemplo, la explosión demográfica fuertemente incremental iniciada en 1950 fue producida por la disminución de la mortalidad, el control de enfermedades y el aumento de la fecundidad, pero resulta declinante hacia el 2000 y se traslapa con el proceso de envejecimiento poblacional, como nota preponderante en las primeras décadas del siglo XXI, el cual tenderá a asentarse en los siguientes decenios. Esta situación ha

sido vislumbrada desde el inicio de los estudios poblacionales, por lo que se ha puesto un énfasis particular en las cuestiones atinentes al envejecimiento y a las condiciones de vida de estos sectores poblacionales. Actualmente, esta línea de trabajo se ha fortalecido con el Programa Envejecimiento: Cambio Poblacional y Retos Sociales. En este campo, entre muchos, están los siguientes trabajos:

- 1978-1979. *Las necesidades de los ancianos*. Estudio que incursiona en el campo de la gerontología, con el objetivo de determinar el impacto del crecimiento progresivo en este sector poblacional, para lo cual se realizaron dos encuestas, una, para conocer las actitudes de las personas de 18 a 59 años hacia las personas de la tercera edad, y otra para observar las necesidades de las personas adultas mayores y la percepción de estas hacia los servicios a los que tenían acceso. Este trabajo fue coauspiciado por el Centro de Capacitación e Información sobre la Tercera Edad de la Caja Costarricense de Seguro Social y la Comisión *Ad-Hoc* sobre Política Gerontológica.
- 1981. *La administración de los hogares de ancianos en Costa Rica*. Trabajo en el que se desarrolló una encuesta a 22 personas encargadas de la administración de los hogares de ancianos existentes en el país para aquella fecha, con el afán de mostrar las perspectivas de estos en temas relacionados a salud, recreación, inquietudes personales y capacitación.
- 1998. *Atención integral del anciano urbano*. Proyecto de investigación. En este mismo campo se produjeron artículos de investigación como: *Tercera edad y salud en un contexto rural*, que analiza los datos sobre salud de la población de San Antonio de Nicoya, en los años 80 del siglo XX.
- 2005. *Diagnóstico sobre la población adulta mayor en Costa Rica*. Este trabajo incluía una encuesta telefónica a 200 personas de 60 años y más en todo el territorio nacional y se realizó para el Consejo Nacional de la Persona Adulta Mayor (Conapam).

Población y familia

La Constitución Política de Costa Rica reza, en su artículo 51, "La familia, como elemento natural y fundamento de la sociedad, tiene derecho a la protección especial del Estado". Independientemente de la cuestión naturalista que recoge el texto constitucional,

lo cierto es que la familia es, en la diversidad de sus formas, un modo de organización social con incidencia en los ámbitos de la producción económica y la reproducción social. Por eso, la mirada poblacional la asume como un objeto relevante por ser investigado y acompañado en su desenvolvimiento y transformación. Desde esa perspectiva, los estudios poblacionales han gravitado en torno de la familia con trabajos como los siguientes:

- 1978. *La familia en Costa Rica*. Su propósito era el análisis de los datos censales referentes a la fecundidad y la organización familiar en Costa Rica, a la vez que se determinaba la influencia del medio socioeconómico en la adopción de normas, comportamientos, actitudes y expectativas de los miembros de la familia respecto de esta institución.
- 1983-1985. *Cambio en los patrones familiares costarricenses: el impacto de las variables psicológicas y demográficas*. Estudio cuyo objetivo principal era impulsar el análisis integral de la institución familiar en Costa Rica, con énfasis en las características psicológicas, económicas, sociales y culturales de los tipos de familia y el impacto del cambio socioeconómico y las relaciones entre la estructura familiar y el cambio demográfico.
- 2003-2005. *La familia costarricense a principios del siglo XXI: cotidianeidad y autopercepción*.

Población y cultura política: democracia y participación ciudadana

Las cuestiones de la cultura política, en general, tienen dimensiones poblacionales, tanto porque ella se forma, muta y es portada por las poblaciones concretas, como por el hecho de que es una de las amalgamas sociales que define las identificaciones asumidas por las poblaciones. Estos asuntos fueron abordados de manera asistemática desde los inicios del Idespo, aunque, a partir del 2005, se empezó articular una línea de trabajo específica y novedosa, de forma continua y sistemática, primero con la revista *Umbral Político*, en la que se presentaban resultados de encuestas de percepción ciudadana sobre aspectos de la política costarricense y, más tarde, con los trabajos del programa "Umbral Político". En esa trayectoria se encuentra:

- 1977-1985. *Las funciones de control político e institucional de la Asamblea Legislativa*. Su fin era determinar los criterios y opiniones expresados por diputados y diputadas que conformaban la comisión investigadora de la Asamblea Legislativa sobre los aspectos relevantes de los programas de población.
- 1998. *Perspectivas ciudadanas*. Es el inicio de una línea documental que va a tener larga duración, en la cual se exponían resultados de encuestas y otros trabajos sobre la percepción de la ciudadanía costarricense sobre diversos temas del ámbito político y socioeconómico costarricense.
- 2008: *Umbral Político*. Inicia como un proyecto y luego se amplifica en el formato de programa interdisciplinario, actualmente vigente, el cual se articula como un espacio de análisis y convergencia y un interlocutor académico para la discusión y elucidación de las culturas políticas, mediante sus proyectos y actividades, realizados desde una perspectiva poblacional y de derechos humanos.

Población, género, identidad y sexualidades

La perspectiva de género ha estado presente en los estudios poblacionales desde un inicio, aunque los trabajos específicos en este campo se irán presentando en toda la línea temporal durante estos cincuenta años. Así, se identifican los siguientes trabajos:

- 1985-1986. *La mujer estudiante universitaria: La elección de una carrera profesional y su papel en la sociedad costarricense*.
- 1994-1996. *Pobreza y medio ambiente desde la perspectiva de género*. Este trabajo se desarrolló en conjunto con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- 1995. *Integración de las variables género y medio ambiente para el análisis de la pobreza, turismo y desarrollo*.
- 1998. *Empleo femenino: una propuesta para su medición*. Proyecto cuyos principales resultados se vierten en el informe *La participación de mujeres y hombres en la actividad económica*.

- 1998. *Impacto de los cambios en el rol de los géneros sobre los valores de la sociedad costarricense*. Informe de investigación que aparece en la revista *Perspectivas Ciudadanas*, como resultado del proyecto, *De cara al Siglo XXI: percepción de cambios de actitudes y valores de la sociedad costarricense 1970-2001*.
- 2005-2006. Se abre paso a una línea de trabajo sobre salud sexual y salud reproductiva que incluyeron trabajos como: *La salud sexual y reproductiva de los y las estudiantes de la Universidad Nacional* y *Conocimientos sobre VIH/*SIDA, el segundo de los cuales fue realizado en conjunto con el Programa de Prevención y Control del VIH/SIDA de la Caja Costarricense de Seguro Social y el Departamento de Educación Integral de la Sexualidad Humana (DEISH) del Ministerio de Educación Pública; el financiamiento fue aportado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Costa Rica.
- 2017-2018. *Estudios de Población para la Equidad con Perspectiva de Género y Diversidad Cultural*. Programa que articuló la perspectiva de género con las cuestiones identitarias y de etnicidad. Incluyó los proyectos de investigación: *Análisis de la situación de mujeres y hombres en Costa Rica desde una perspectiva de género* y *Retornando la mirada. Una investigación sobre la población miskita residente en Costa Rica, sus historias, recuerdos y anhelos*.

Población y estudios de opinión

Los estudios de opinión tienen una fuerte gravitación en los estudios poblacionales en la medida en que con ellos se logra recabar y vincular las percepciones de las poblaciones sobre los diversos asuntos que les afectan en su cotidianidad. Más allá del uso de mercadotecnia y de constitución de hegemonías, desde la perspectiva poblacional, los estudios de opinión permiten reconocer las tramas de conversaciones que conforman las culturas en su cotidianidad, a la vez que aquilatan la recepción que tienen las poblaciones de las diversas intervenciones, ya sea desde el Estado o desde el mercado y otras instancias (*v.g.*, iglesias), las cuales se realizan para tratar de conformarla en un sentido u otro. Por esa relevancia, los

estudios de opinión han tenido un lugar destacado como elemento auxiliar de los estudios poblacionales.

En esa perspectiva, por ejemplo, desde el año 1992 se han realizado estudios de opinión vinculados a una agenda de desarrollo y cuyos resultados han alimentado, entre otras, las series documentales: *Pulso Nacional*, *Perspectivas Ciudadanas* y *Aportes a la Discusión*. Actualmente, los diversos programas y proyectos acuden al auxilio de los estudios de opinión como componente auxiliar, en muchas ocasiones indispensable, de sus procesos investigativos y de extensión.

Población, ambiente y cultura ambiental[5]

La preocupación por las cuestiones ambientales también ha estado presente desde el inicio de los estudios poblacionales en la UNA, lo cual ha conformado un bagaje de conocimiento y la formación de una sensibilidad ecológica que aparece en las distintas propuestas de trabajo. Sin embargo, dada su relevancia, de forma específica se ha constituido en una línea de trabajo sistemática y permanente, entre cuyos hitos están:

- 1986-1988. La andadura en temas ambientales se inicia con un proyecto pionero que relacionaba los temas de población y ambiente, el cual se desarrolló en alianza con el Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE).
- 1992. Con el aliciente de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), conocida como la "Cumbre para la Tierra", celebrada en Río de Janeiro, Brasil, se acogieron diversas iniciativas, las cuales se concretaron en alianzas para la atención de temas de ordenamiento territorial y ambiente con instancias internas, como la Escuela de Ciencias Geográficas, y contando con el financiamiento del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, adscrito a la OEA.
- 1994-1996. *Pobreza y medio ambiente desde la perspectiva de género*. Trabajo realizado en alianza con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

5 La información de este subapartado es tomada, de forma libre y con modificaciones, de la formulación del Programa Horizontes Ambientales 2023-2027, código SIA: 0048-22.

- 1999-2004. *Saber Ambiental en la Educación Formal Costarricense*. Programa ejecutado en alianza con el OVSICORI. Estos trabajos permitieron la consolidación de otras alianzas de trabajo con el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) para ejecutar actividades de educación ambiental en el Proyecto Hidroeléctrico Peñas Blancas.
- 2008. *Horizontes Ambientales: innovadores para el mejoramiento de la calidad de vida*. El programa actualmente vigente incluye trabajos en los que se aborda en profundidad la problemática ambiental desde un enfoque socioambiental y afianza el compromiso del Instituto de contar con un abordaje integral y holístico de la situación ambiental en el país. A partir de este programa, se ha propiciado la participación en procesos trascendentales en materia de política pública, como la elaboración de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley N.° 8839), así como el impulso a procesos de capacitación en temas de manejo y aprovechamiento de residuos (Figura 2), desarrollo y apropiación de tecnologías ecológicamente amigables, manejo, restauración y cuido de cuencas, entre otros.

Para concluir este recuento, se identifican otras líneas de trabajo que han sido abordadas desde el Idespo, tales como las de población y vivienda, población y cambio cultural, población, infancia y adolescencia, población y etnicidad, entre otros.

Figura 2
Taller de separación de residuos sólidos en la comunidad de Amubri, Talamanca, con el Grupo "Se ami pasto Iyuk Wablook" (Mujeres Labrando la Tierra), en el marco de un proyecto Funder, 2013

Fuente: archivos IDESPO.

Algunos retos para los estudios poblacionales[6]

Los estudios poblacionales adquieren un nuevo significado y una relevancia renovada en la coyuntura actual, en la realidad que emerge en modo "postpandemia" y, en lo que corresponde, en el tiempo pos-50 aniversario de la UNA. Sin embargo, ellos están tensionados por amenazas y retos que colorearán las nuevas coyunturas en las cuales se deberá, a la vez, impulsar sus transformaciones.

Amenazas y retos

Al respecto, se pueden mencionar, sin pretensión de desarrollarlos, los siguientes:

- *Retos en la sociedad postpandemia*. El mundo cambió completamente por la pandemia y se está ante una "nueva normalidad", como se ha dado en llamar, pues lo cierto es que se mantienen las estructuras y modos sociales, económicos y políticos sin mayor variación. Para algunos sectores, sí hubo un cambio, en unos casos negativo, como para los sectores populares que han precarizado sus condiciones de vida por efecto de las medidas económicas asumidas por la cuestión pandémica, y, en otros casos positivo, como la ampliación de la consciencia de nuestra mutua interdependencia, del respeto y cuidado, debido, tanto de unos a otros, como de nuestra parte hacia el planeta, como un todo. Esto es relevante porque, si nos atenemos a los pronósticos, situaciones de riesgo y vulnerabilidad como la pandemia amenazan presentarse con mayor recurrencia, lo cual afecta directamente a la población y puede alterar las variables sociodemográficas, desde la cuestión de la constricción de la fecundidad, con su impacto en el sistema productivo, hasta el tema del aumento de la mortalidad en sectores económicamente activos, lo que supondría una sobredemanda al sistema de

6 Este apartado retoma y modifica ideas expuestas en Solórzano, 2021.

soporte y seguridad social de las poblaciones adultas mayores, entre otros.

- *Retos por la perpetuación de los modelos de desarrollo*. Si algo parece que no ha cambiado es la persistencia, desde las instituciones y los sectores político-económicos hegemónicos, de los modelos de desarrollo imperantes (aunque ya no se tenga siquiera la pretensión de desarrollo, como ha claudicado el neoliberalismo). Desde los estudios poblacionales debemos renovar el compromiso por el mejoramiento de las condiciones de vida y el despliegue de capacidades de las poblaciones, en particular de aquellas en riesgo de exclusión (económica, educativa, cultural tecnológica, etc.), de modo que deben articularse fuertemente en línea con la proposición, impulso, auditoría y evaluación de las políticas públicas más allá de los manuales y catecismos economicistas al uso.
- *Retos por el contexto sociopolítico*. Ya Amartya Sen (1999) ha demostrado el peso mayor que tiene la falta de democracia y de instituciones democráticas en la generación de situaciones que afectan a las poblaciones de forma directa, como las hambrunas, las cuales tienen un efecto de disminución poblacional y de reducción de capacidades para las sobrevivientes. De forma similar, las políticas poblacionales pueden ser un instrumento perverso en manos de sectores autoritarios, despóticos y antidemocráticos. Así, en contextos donde formas de autoritarismo y conservadurismo se han ido expresando de manera más abierta, con fuertes resonancias en espacios de poder, resultan una amenaza para la indemnidad de las poblaciones y el disfrute de sus derechos (*v.g*., los derechos reproductivos y derechos sexuales), lo que directamente incide en la dinámica y estructura poblacional.
- *Retos epistémicos y metodológicos*. La predominancia de las formas de la tecnociencia y de los grupos de poder económico y político ligados a esta exige una vigilancia, incluso una directa resistencia, frente a los proyectos de ingeniería social con recursos biotecnológicos. Los estudios poblacionales deben tener una mirada lúcida respecto de estos movimientos y de las propuestas e iniciativas que emergen con la claridad de sus compromisos fundamentales que, en el decir de nuestro *Estatuto Orgánico,* están en:

crear y transmitir conocimiento en favor del bienestar humano, mediante acciones que propicien la transformación de la sociedad para llevarla a estadios superiores de convivencia. Honra la libertad, la diversidad, la búsqueda de la verdad y la sustentabilidad natural y cultural, en beneficio del conocimiento, la equidad, la justicia y la dignificación de la condición humana.

Transformaciones de los estudios sociales de población y de las ciencias sociales

Las cuestiones anteriormente planteadas implican transformaciones en los estudios sociales de población en particular y de las ciencias sociales en general, las cuales alcanzan aspectos como la constitución de la subjetividad, la apertura del método y la ética de los estudios sociales de población, entre muchos otros. Ahora solo se reseñan brevemente.

- Del sujeto o la pluralidad de subjetividades emergentes.

En cuanto a la categoría de sujeto (o de los sujetos) de la investigación, en la realidad postpandemia y más allá de nuestro cincuenta aniversario, se debe profundizar la consideración intercultural de los estudios poblacionales, para resistir socioculturalmente el proceso homogeneizador de las acciones "medicalistas" que se han implementado en la "lucha contra la pandemia", el cual, en alguna medida, resulta expresivo de la unilateralidad y simplificación con que se tienden a ver las realidades humanas a partir de los paradigmas positivistas y mecanicistas de la ciencia moderna hegemónica. Una de las vertientes por donde deberá discurrir esta transformación es la del cuidado y autocuidado, que emerge en y desde la sensibilidad del "yo soy si tú eres" (Desmond Tutu), de la sociabilidad fundamental, que es la trama socioecológica en la que se constituyen las subjetividades y que demanda un refortalecimiento de la comunicación intercorporal y la trama de conversaciones creadoras de cultura. Se está ante la oportunidad para el despliegue y manifestación de las mejores disposiciones humanas que lleven a nuevos arreglos de convivencia, pues este panorama pandémico con el que se cierran los primeros cincuenta años de la UNA refuerza nuestra convicción

de que se necesita una nueva forma ordenada de vivir y convivir, basada en el reconocimiento, la cooperación y la conversación respetuosa de todos y todas, en sus múltiples expresiones y formas de asumir una vida con dignidad.

- De la reinvención del método.

En relación con las transformaciones metodológicas en las ciencias sociales, el panorama postpandemia hace más exigente algo que se ha venido gestando desde hace tiempo y que pasa por la reinvención del llamado "método científico", sobre la base de los estudios de complejidad y el fin de las certidumbres. Esto supone el cuestionamiento del predominio exclusivista de las 9933 racionalidades lineales, logicistas y mecanicistas que convergen en las ciencias, como una forma moderna y canónica de conocer. Tanto en el nivel de la discusión teórica, como en las disposiciones prácticas, el redimensionamiento de la racionalidad instrumental, para someterla a una *racionalidad de la vida* o reproductiva (Hinkelammert y Mora, 2008), se constituye en una exigencia inminente, como posibilidad de enfrentar las tendencias destructivas de una modernidad *in extremis*, que impulsa un suicidio colectivo. En este punto, las ciencias sociales tienen un espacio y una oportunidad de rehacerse y demostrar su innegable pertinencia y necesidad, sobre todo si se asume el reto de dar respuesta a la exigencia de una pluralidad y versatilidad metodológica, pero sin abdicar del rigor necesario y la exigencia de fundamentación (teórica y empírica), así como la apertura a un "diálogo de saberes", que reconozca la validez de las experiencias y conocimientos gestados allende las fronteras institucionales y los cánones culturales. En fin, las cuestiones metodológicas deberán pasar por la criba de la diversidad, la contingencia, la incertidumbre y la complejidad.

- Del ethos de la investigación poblacional.

La realidad postpandemia también demanda a la investigación poblacional nuevas miradas y análisis, que permitan gestar acuerdos sobre el papel social y los límites ecológicos de la tecnociencia, sobre todo de aquella volcada en experimentos de "ingeniería poblacional y social", con todos los espacios cognoscitivos y sociales que esta ha generado y que ha venido preformando el mundo de la vida; en particular, nuestro punto de

partida, que es la vida cotidiana. Por otra parte, la investigación social deberá replantearse los criterios o cánones de valoración de la pertinencia de sus iniciativas y resultados de cara a la contingencia de las realidades producidas, toda vez que, como ha advertido Bauman: "Vivimos permanentemente en una situación de precariedad; corremos riesgos en cualquier caso, hagamos lo que hagamos y aunque en algunos aspectos nuestras decisiones pueden ser mejores o peores, nunca serán impecables o mejores en todos los aspectos" (200, p. 156).

Esta profunda revisión de la ética investigativa no podrá ni postergarse ni negociarse, so pena de incurrir en graves violaciones a la intimidad de las personas y la integridad de los colectivos con quienes se trabaja, y constituye uno de los mayores retos, pero también, de los campos más fructíferos para una renovada actividad académica.

Escenarios de futuro para los estudios poblacionales

En estos cincuenta años de trabajo en la UNA, se han impulsado investigaciones e iniciativas de extensión que abrieron el campo de los estudios poblacionales en el ámbito nacional. Así, desde los pioneros estudios poblacionales de los años 70 del siglo XX y hasta la actualidad, con trabajos sobre la ruralidad costarricense, la composición demográfica de nuestras poblaciones, la participación femenina en la actividad productiva, los desplazamientos humanos, nacionales e internacionales, los fenómenos del mundo del trabajo, pasando por los estudios sobre poblaciones específicas, como adolescentes, mujeres y migrantes, hasta los estudios de opinión en una agenda vinculada a los temas del desarrollo y los componentes de la seguridad social en Costa Rica (*v.g.*, trabajo, educación, salud, vivienda, salubridad, transporte), los estudios ambientales, de género y sobre la cultura política, con el seguimiento de algunas políticas públicas, desde una perspectiva de derechos humanos, intercultural y holística, son algunos de esos campos labrados, que han dado gratificación y reconocimiento a la UNA y a sus equipos de trabajo, como es el caso del Idespo.

Todo ello ha aglutinado una amplia experiencia y conocimiento sólido, que se continúa y transmite mediante sus programas, proyectos y actividades de investigación y extensión, así

como en los cursos que se ofrecen a la comunidad universitaria y los procesos de educación no formal, con las comunidades y organizaciones que los solicitan.

De cara a los próximos años, se deberá ajustar y adaptar la agenda investigativa y extensionista en el ámbito poblacional, teniendo en cuenta los acelerados cambios que se presentan en la composición y dinámica poblacional, en las estructuras sociales y políticas, en las prácticas culturales, en el ambiente y en la dinámica productiva. Frente a esto, el eje *población y desarrollo* mantiene una vigencia y pertinencia como vertebrador de los estudios poblacionales, aunque con nuevas miradas, deberemos ir explorando y evidenciando otras de sus aristas. A la vez, el enfoque poblacional, con el que se despliega ese eje para orientar la actividad académica en investigación, extensión y difusión cultural, producción y docencia, deberá ser reafirmado y profundizado, lo que implica, también, innovarlo.

El enfoque poblacional se alimenta y despliega holísticamente mediante la articulación de las dimensiones y sensibilidades de derechos humanos, género, generación, diversidades, interculturalidad, etnicidad y sustentabilidad ecológica, entre otras. Todas estas dimensiones juntas, y cada una de ellas en particular, son una forma y un recurso para enfrentar, elucidar y potenciar la superación de las discriminaciones y desigualdades, en toda su multiplicidad y complejidad, que concurren de forma interseccional y marcan la vida cotidiana de las personas y colectividades. Asimismo, desde esas dimensiones se han de diseñar, evaluar e implementar las acciones que impulsen el desarrollo humano integral de las gentes y los pueblos. Es decir, este enfoque tiene el cometido de hacer realidad y plasmar un acompañamiento efectivo y emancipador, orientado a empoderar a las poblaciones desde la investigación social.

Bibliografía

Bachelard, G. (1972). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.

Bachelard, G. (1973). *Epistemología*. Anagrama.

Bauman, Z. (2001). *En busca de la política*. FCE.

Bueno, E. (2003). *Población y desarrollo. Temas vigentes en la era de la globalización*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo.

Carrillo, M. A. (1977). *Memoria Idespo 1977.* Idespo-UNA.

Carrillo, M. A. *Memoria Idespo 1981-1982.* Idespo-UNA.

Cordero, F. (2021, setiembre 27). Adolescentes madres y embarazadas deben continuar estudiando. https:// pani.go.cr/adolescentes-madres-y-embarazadas-deben-continuar-estudiando/

Hinkelammert, F. y Mora, H. (2008). *Hacia una economía para la vida*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Instituto de Estudios Sociales en Población. (1982). *Respuesta del Instituto de Estudios Sociales en Población –Idespo– a cargos, mociones, dictámenes y cartas de la UCID en cuanto a las labores del Instituto*. Idespo.

República de Costa Rica. (1949). *Constitución Política*. Disponible enwww.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871

Rosero, L. (2004). *Situación demográfica general de Costa Rica*. Biblioteca virtual CCP. www.biblioteca.ccp.ucr.ac.cr/bitstream/handle/123456789/1254/Situación %20demográfica%20general%20en%20Costa%20Rica.%20Rosero.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sen, A. (1999). *Ningún país democrático permite el hambre*. En *El País*. www.elpais.com/diario/1999/12/05/sociedad/944348409_850215.html

Solórzano-Alfaro, N. J. (2021). *Transformaciones en las ciencias sociales y futuros posibles para los estudios sociales de población*. Idespo-UNA (documento inédito).

Ulloa, M. (2021). *Memoria 45 años de investigación, docencia y extensión social: un recorrido por la historia del Instituto de Estudios Sociales en Población*. Idespo-UNA (documento inédito).

Universidad Nacional. (2015). *Estatuto Orgánico*. UNA.

50 años UNA Siempre necesaria

La investigación de la danza escénica desde la Universidad Nacional

Marta Ávila Aguilar[1]

Ante el temor del olvido en un país de corta memoria, me surgió la urgencia de investigar, escribir y sistematizar las experiencias escénicas y creativas, iniciando desde mi trayectoria como bailarina y considerando toda la riqueza que ha tenido el desarrollo de la danza escénica en Costa Rica; especialmente, a partir de la segunda mitad del siglo XX. Actividad artística que acumula más de seis décadas de actividad profesional continua. Además, al asumir la docencia en la Universidad Nacional, en 1989, y no contar con documentos sobre la danza, especialmente, de la historia de la danza escénica nacional, se propuso a unos estudiantes iniciar un camino de recuperación de la memoria de lo que nuestros cuerpos y otros habían danzado.

Desde 1993, la Escuela de Danza identificó la necesidad de contar con espacios académicos para realizar investigación en

1 Catedrática, Escuela de Danza. Correo electrónico: marta.avila.aguilar@una.cr

su campo disciplinar y, por esta razón, se conceptualizó el área de investigación al ratificar que en Costa Rica ninguna instancia académica ni cultural estaba realizando esta labor. En esos años, se inició con la publicación de los primeros documentos denominados *Cuadernos de Historia de la Danza Costarricense*, desde el curso de Investigación de la Danza Nacional, textos fundacionales, con enfoque arqueológico, que luego ha permitido caminar hacia una epistemología.

El primer texto que se publicó en 1993 fue el dedicado a destacar la trayectoria de la bailarina, maestra y coreógrafa Elena Gutiérrez George-Nascimento, quien cumplía dos décadas de su regreso de Chile. Mi persona, junto a los estudiantes Teresita Campos, Nandayure Harley y Florivette Richmond realizamos la investigación denominada *La obra coreográfica de Elena Gutiérrez*, que recogió la trayectoria artística y que se visibilizaron datos importantes de su gran producción dancística, así como todas las direcciones que realizó en la Escuela de Danza, Ballet Moderno de Cámara, Compañía Nacional de Danza y Compañía de Cámara Danza UNA, donde dirigió y creó coreografías (Figura 1).

Figura 1
Carátulas de Cuadernos de Historia de la Danza Costarricense, 1993-2000

Fuente: Escuela de Danza.

En 1996, le correspondió a otra figura destacada y pionera de la danza costarricense: Mireya Barboza, a quien –en conjunto

con las alumnas Ileana Alvarado, Shirlene Azofeifa, Shirley Barquero y Javiera Durán– se le dedicó el segundo cuaderno titulado *La obra coreográfica de Mireya Barboza.* En este texto se recogió su trayectoria de artista de vanguardia en los años setenta y se sintetizaron las áreas en las que Mireya dejó huella, como fueron las áreas de promoción del trabajo de proyección folclórica, así como la creación del Taller Nacional de Danza en Costa Rica.

Para 1997, como tercer cuaderno, con las estudiantes Zoila Alvarado, Anabelle Freer, Elsa Fournier y Ana M. Rivera, se abordó el Festival de Jóvenes Coreógrafos. En este texto se recogió información de las primeras trece ediciones de este festival que pronto cumplirá cuatro décadas y actualmente, lleva el nombre de Graciela Moreno Ulloa. Este espacio es el principal laboratorio coreográfico del país y, tal vez, el más longevo en América Latina que sigue vigente.

Consolidar el área de la investigación de la danza

Al constatar la necesidad y buen recibimiento de estos textos, se formuló el Proyecto de Investigación de la Danza Escénica en 1998. A partir de ese momento, se generó la producción y publicación de una gran cantidad de documentos académicos de carácter histórico, necesarios para el ejercicio de la docencia, tales como artículos, ensayos, *CD-ROM*, libros y otros productos que han logrado llenar un gran vacío existente en la documentación de la disciplina, sobre todo de documentación generada desde el sentir y el pensar de la danza (Figura 2).

En 1999, se publicó el cuarto cuaderno que tiene como título *Cristina Gigirey obra coreográfica*, que recogió más de veinticinco años de labor creativa de la maestra uruguaya, Cristina Gigirey (1940-2006), radicada en nuestro país desde 1974, debido a que su esposo Esteban Dorries fue contratado para gestionar y crear la Escuela de Topografía en la UNA. Los anteriores documentos han sido fundamentales para dimensionar el aporte de estas maestras pioneras en la danza escénica costarricense. En 2000 salió un nuevo producto de investigación en formato *CD-ROM*, con el que se innovó e incursionó, al acercarnos a la tecnología digital desde el ICAT.

Este *CD-ROM* denominado *La producción coreográfica en Costa Rica: los años 90* recogió el trabajo de más de cuarenta creadores activos en Costa Rica durante esta década, enfatizó en el trabajo compositivo de los estilos artísticos de siete creadores: Nandayure Harley, Elsa Flores, Luis Piedra, Francisco Ramírez, Jimmy Ortiz, así como el dúo constituido por Alejandro Tosatti y Sandra Trejos. Para esta oportunidad, el trabajo interdisciplinario se logró mediante el aporte del estudiante de la Universidad de Utrech, Krijn Okkerse, quien asumió la programación para PC. Alejandro Cardona fue el responsable del diseño sonoro, la edición de video, el concepto plástico y la programación para MAC.

Figura 2
Portada del CD-ROM *La producción coreográfica en Costa Rica los años 90.* Diseño Alejandro Cardona, 2001

Fuente: Escuela de Danza.

Para celebrar los 25 años de creación de la Compañía Nacional de Danza, se solicitó realizar la investigación que titulamos *Cuerpos dúctiles ante diversidad coreográfica* y fue publicada en 2004 con el patrocinio del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes. Con esta publicación se pasó de cuadernillos a libros

de historia de la Danza en Costa Rica, ya que se abarcaba el trabajo de instituciones emblemáticas y pilares del arte nacional, así como el aporte que hace el elenco y sus artistas invitados (Figura 3).

Figura 3
Portada del Cuaderno 5 de Historia de la Danza Costarricense.
Dedicado a la trayectoria de 25 años de trabajo
de la Compañía Nacional de Danza, 2005

Fuente: Escuela de Danza.

De igual manera, en 2005, el Centro Cultural de España solicitó hacer un texto que visibilizara el trabajo realizado desde la danza escénica en el contexto de la celebración de diez años de trabajo de la Cooperación Española en Costa Rica. Así se publicó el libro *Imágenes efímeras, 10 años bailados en Costa Rica*, este formó parte de la colección Miradas Subjetivas que abordó la poesía, la plástica, la música, el arte escénico, la filmografía, la literatura, entre otros, y contó con las diversas voces de las personas protagonistas como bailarines, coreógrafos, escenógrafos compositores, vestuaristas, maestros, entre otros.

Para 2008, la Universidad de Costa Rica se preparaba para celebrar los 30 años de trabajo ininterrumpido de la Compañía Danza Universitaria, institución decana de la danza

costarricense, pues es la primera agrupación que profesionaliza a los bailarines desde 1978. En el libro *Danza Universitaria: Trazos vitales 1978-2008*, se recogió tres décadas de labor coreográfica, con el cual se visibilizó la consolidación de un estilo interpretativo y compositivo, como lo ostentaba esta agrupación hasta ese momento, donde se destacaba una figura inédita de un director que trabajó 28 años con la compañía, como es el caso de Rogelio López. También se destacó la gran experiencia de la agrupación en el ámbito internacional y su gran repertorio coreográfico.

En 2010, con el apoyo del Centro Cultural de España y la EUNED, se publicó el libro diseñado en dos tomos denominado *Desde la otra orilla. Crítica de Danza en Costa Rica 1998-2006*. En este texto se recogieron y organizaron 250 críticas de danza de diferentes agrupaciones nacionales que debutaron en los principales escenarios de Costa Rica, escenificadas en sus temporadas oficiales y los festivales nacionales, así como las participaciones de grupos independientes e internacionales (Figura 4).

Figura 4
Portadas de los volúmenes del texto *Desde la otra orilla*, el cual resume 250 críticas de danza de espectáculos realizados en Costa Rica desde 1998-2006

Fuente: Escuela de Danza.

En el contexto de la celebración de los 40 años de la fundación de la Universidad Nacional, la Vicerrectoría de Extensión,

dirigida por Mario Oliva Medina, propuso a varios compañeros de las escuelas de CIDEA hacer una colección que se denominó *UNA Extensión con arte* y cada académico creó un texto que recogió lo más destacado de su Unidad Académica. Así fue como, en 2014, la EUNA publicó la primera edición del libro, que incorpora la investigación denominada *Escuela de Danza: UNA Extensión con arte.* Esta colección de cuatro tomos se realizó junto a los compañeros del CIDEA: Nuria Zúñiga, quien construyó un escrito sobre la trayectoria de los académicos de la Escuela de Música, Dora Cerdas Boham, que sistematizó a sus colegas de la Escuela de Arte Escénico, así como Efraín Hernández y Tatiana Rodríguez Mejía, quienes crearon un texto que recogió las experiencias de los artistas plásticos más destacados de la Escuela de Arte y Comunicación Visual.

Paralelo a esta producción de libros, se han realizado varios artículos académicos publicados en diversas revistas especializadas como *Dance Chronicale*, *Revista Chile Danza*, *Conjunto*, *Cuba, Arte y Cultura* de la UNAH de Honduras. También se ha publicado en los espacios nacionales como *Escena. Revista de las Artes*, *El Candil*, *Revista de las Artes Escénicas*, *Propuesta: Revista de Memoria Escénica*, así como *Ístmica*, *Imágenes* y *Ensayos Pedagógicos*, donde se abordan otros temas de la danza escénica.

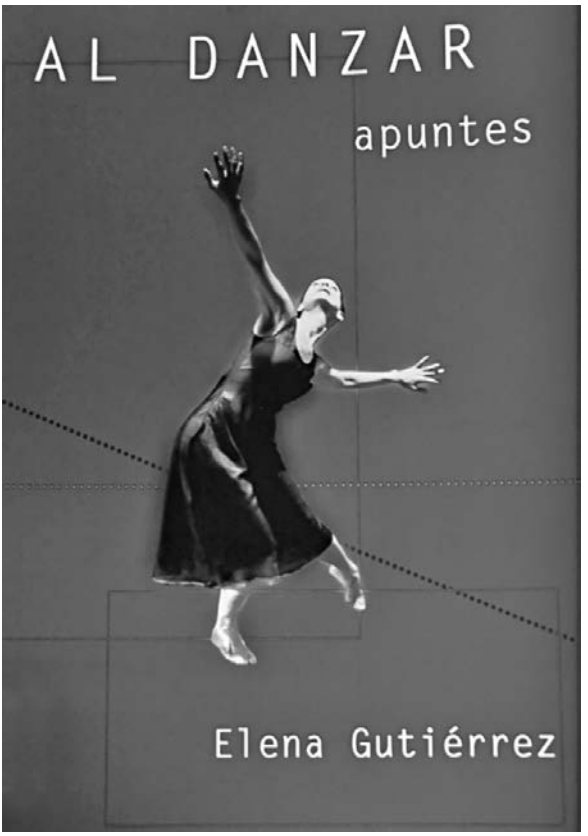
De igual manera, se ha contribuido con otros colegas latinoamericanos en la construcción de textos como *Panorama de las artes escénicas ibérico y latinoamericanas: Homenaje al Festival Iberoamericano de Cádiz* (*FIT*). Con los compañeros de la Universidad de las Ciencias y las Artes de Chiapas se participó en el libro *Arte y Epistemología* (2015), así como en la *Memoria del Festival de Teatro Hispánico de Miami*, donde se reconoce la participación de maestros, bailarines y coreógrafos costarricenses.

En el *Suplemento Cultural* de la UNA, mediante la columna Tripudium, desde 2007 se han planteado temas atinentes al acontecer de la danza nacional e internacional, dejando esbozos con el propósito de que los estudiantes y público interesado en la disciplina puedan actualizarse o conocer de estas situaciones.

Entre 2004 y 2007, la maestra Elena Gutiérrez George-Nascimento realizó el proyecto de investigación que tuvo como producto un texto muy importante sobre la composición coreográfica y su trayectoria como bailarina y creadora, titulado *Al danzar, apuntes*, publicado en 2008 (Figura 5). En este libro, Gutiérrez hace una síntesis de sus conocimientos de la disciplina

dancística y les deja a las futuras generaciones su legado que recoge lo esencial sobre su metodología de la composición coreográfica. Mediante cinco capítulos aborda los apuntes sobre la motivación, el proceso creador y las características generales de la composición coreográfica. En esa misma línea, apunta sobre los elementos del lenguaje coreográfico en el tiempo y en el espacio. También profundiza sobre el cuerpo, el deseo, la energía y el movimiento. Finalmente, Gutiérrez reflexiona en el proceso creador coreográfico desde una dimensión personal, dejando muy claro sus postulados intelectuales, estéticos y políticos.

Figura 5
Portada del libro de Elena Gutiérrez *Al Danzar apuntes*, en el que realiza una reflexión del proceso coreográfico e interpretativo, 2008



Fuente: Escuela de Danza.

50 años UNA
Siempre necesaria

Posteriormente, el área de la Cátedra de Ballet planteó en dos momentos una investigación sobre esta disciplina; primero se trabajó en el proyecto titulado Técnica de ballet clásico enfocada al desarrollo del bailarín contemporáneo: aproximación biomecánica y kinesiológica, a cargo de las maestras Marianela Zeledón y Liliana Cerna, realizado entre 2010 y 2014. Este proyecto se desarrolló en dos fases, con la colaboración de dos docentes de Técnica de Ballet Clásico y una fisioterapeuta. Esta investigación generó los insumos necesarios para realizar cambios metodológicos en la manera en la que se abordan los procesos de enseñanza aprendizaje de los cursos de Técnica de Ballet Clásico, impartidos en el Bachillerato en Danza, y señaló algunas modificaciones al Plan de Estudios.

Entre 2019-2021 esta área académica ejecutó otra fase de investigación denominada *Procesos de Aprendizaje desde la Técnica del Ballet Clásico.* Esta última propuesta observó y analizó el quehacer docente de la Cátedra de Ballet Clásico en un contexto de formación de bailarines de danza contemporánea. El proceso de investigación generó los insumos necesarios para fundamentar el rol que cumple esta técnica en el desarrollo corporal de los estudiantes de la carrera de Bachillerato en Danza, a su vez, este culminó con la creación de una guía didáctica, en contexto de pandemia, que contempla las experiencias de enseñanza aprendizaje en la virtualidad, diseñados entre el 2020 y 2021 desde el lenguaje de la Técnica del Ballet Clásico para nivel principiante, con el propósito de innovar y crear nuevas estrategias de mediación pedagógica a través de la tecnología, que apoyen el desarrollo metodológico de la danza, con lo cual se expone a la Técnica de Ballet Clásico como una herramienta educacional vigente para la formación danza contemporánea.

En esos años se planteó el Proyecto *Rescate del Patrimonio coreográfico* y *Danza y su contexto*, realizado por mi persona y Andreína Gómez, el cual ha rescatado más de 300 obras coreográficas que se encuentran respaldadas en formatos obsoletos y fueron transferidas a soportes tecnológicos actualizados. En el contexto de la pandemia del covid-19, el resultado de este proyecto permitió visibilizar la riqueza de esta gran producción coreográfica y por medio de esta acción los estudiantes y el público interesado en la danza pueden acceder a la información desde las plataformas virtuales.

En 2015, la académica Virginia Cortés Ramos ejecutó el proyecto Cartografía de la improvisación artística contemporánea, en el cual dialogó con varios artistas internacionales. Sobre el tema ella comenta:

> Esta investigación explora la improvisación en la danza como un componente fundamental en la creación contemporánea, así como en los procesos de formación en el campo, dentro y fuera del contexto académico. No se partió de un referente teórico, sino que se trabajó la temática a partir de una interacción con una amplia selección de personas creadoras e investigadoras mediante entrevistas extendidas. Esto permitió evidenciar una pluralidad de perspectivas a través de una yuxtaposición de distintos puntos de vista y formas de enfocar la problemática de la improvisación, tanto a nivel docente como a nivel creador. A su vez, este abordaje permitió desarrollar una reflexión más dirigida en torno a esta problemática. En estas entrevistas se presentan figuras del nacimiento de la danza moderna, como Jean Cébron, hasta personas de varias generaciones contemporáneas posteriores, procedentes de América Latina, Europa y Estados Unidos. Asimismo, se incluyeron entrevistas a artistas/académicos de Costa Rica provenientes de otras disciplinas (música, artes visuales y teatro), que aportaron con una visión multidisciplinaria.

50 años UNA
Siempre necesaria

Lo anterior implicó proponer un abordaje metodológico alternativo que, si bien se aporta una bibliografía importante en torno a la temática, la investigación no tiene como finalidad una construcción teórica a partir del estudio de libros o documentos, ni el desarrollo de un método cerrado en torno a la improvisación. Se procuró regresar a la fuente primordial de la danza: las experiencias y las vivencias creadoras, y la manera en que estas se cristalizan en visiones particulares. La finalidad es permitir que los lectores puedan crear sus propias interacciones con el contenido, y que articulen con su propia experiencia un conocimiento/aprendizaje más allá de las reflexiones de cada entrevistado/a o de la autora.

A partir de 2015, desde el proyecto Rescate del Patrimonio Coreográfico, se ha realizado una investigación con un grupo de académicos de las universidades públicas sobre el aporte del Teatro Nacional en el campo artístico costarricense. Para 2017, se publicó en conjunto un libro titulado *Alegoría, símbolo y libertad cultural* en el contexto de la celebración de los 120 años de dicha institución. El grupo de investigadores estuvo constituido por Gladyz Alzate, Lucía Arce, Marta Ávila, Zamira Barquero, Patricia Fumero, Adela Marín, Leonardo Santamaría, Juan A. Gutiérrez y María Clara Vargas, donde cada uno abordó un tema atinente a su especialidad como el arte escénico, arquitectura, la ópera, la música instrumental, así como la historia, las gestiones administrativas, la fotografía y la danza.

Posteriormente, se continuó trabajando en su temática de investigación y profundizando en lo bailado en el Teatro Nacional de Costa Rica durante estos 120 años, identificando qué compañía y artistas de la danza, ballet, folclor y otras manifestaciones coreográficas se habían presentado en este escenario entre 1897 y 2017. El libro *Danza en el Teatro Nacional de Costa Rica*, *120 años*, fue acogido por la Editorial de la Universidad de Costa Rica para su catálogo de 2022.

En el marco del proyecto La Danza y su Contexto, Análisis y Difusión, se realizó la investigación que tuvo como resultado un texto creado por muchas voces. Según Andreína Gómez, responsable del proyecto, se invitaron 82 personas a participar en la entrevista. En el momento de la investigación se enfrentó la emergencia sanitaria, por la pandemia generada por el covid-19, por lo tanto, se prolongó el tiempo de realización y recopilación de las entrevistas y muchas personas no pudieron colaborar. Pero aun en esta situación, afortunadamente se cuenta con la participación de 25 artistas que apoyaron el proyecto. Las entrevistas reunieron, principalmente, información de las vivencias de los y las artistas, lo cual construye una estructura de relatos históricos desde las experiencias de estas 25 personas que han dedicado, en la mayoría de los casos, toda su vida a la danza escénica. Esto aporta aspectos sentipensantes[2] al relato de la danza costarricense, reflexión de los eventos históricos y desafío a la estructura tradicional de la historia, para proponer, desde la película documental, caminos de historias que se cruzan y cuentan desde cinco perspectivas este proceso histórico.

2 Concepto acuñado por Orlando Fals Borda.

Las entrevistas arrojaron información vivencial, cargada de relatos de las experiencias y criterios del artista escénico, una historia sentipensante, tomando como base de este término la propuesta de Orlando Fals Borda (2015), que se refiere de la vinculación del conocimiento con el sentimiento, de la razón y la pasión para expresarnos como seres integrales que se balancean en el cambio constante para la mejora de nuestras comunidades. Desde el enfoque de la Educación de Movimiento Somático Bonnie Bainbridge Cohen[3], cuando menciona tres centros neuronales del cuerpo humano: el cerebro, el corazón (llamado cerebro cardiaco) y los intestinos (llamado cerebro entérico), los cuales funcionan para recibir, procesar y compartir toda la información diaria que nos enlaza con nuestro ambiente. Lo cual afirma que nos comunicamos con todo nuestro cuerpo y expresamos nuestros relatos de la misma forma. Cada relato brindó la oportunidad de observar un contexto dentro de una mirada que lo cuenta, somos seres que se transforman de adentro hacia afuera y de afuera hacia adentro. Nuestros relatos no solo están permeados de los recuerdos sino también del contexto actual.

Durante el año 2021, de acuerdo con Andreína Gómez, se creó una película documental que se desarrolla a la luz de las experiencias de cinco artistas de la danza escénica en Costa Rica. Este producto audiovisual lleva el título de *Relato de 5 cuerpos* y tiene como propósito mostrar diferentes contextos de la Danza en Costa Rica a través de las vivencias de los y las artistas, resume aspectos históricos que se repetían en muchas de las veinticinco entrevistas que se realizaron y de las cuales se eligieron a cinco personas para representar este tejido que desemboca en la propuesta del guion de la película documental.

Compromiso con una actividad sustantiva

Una vez que la Escuela de Danza logró la acreditación de la carrera de Bachillerato en Danza, en 2018, se propuso incrementar la acción investigativa para mantener los estándares solicitados y aprovechando los deseos y madurez de los académicos

3 Fundadora de Body-Mind Centering.

interesados en esta parte de la acción sustantiva del quehacer universitario. Para el 2019, se contaba con nuevos espacios de investigación como es el Centro de Prevención y Preparación para la Danza y las Artes (CEPREDA), a cargo de Immanuel Cruz, que se ejecutó hasta el 2021 y que, según sus palabras, fue una propuesta de encuentro interdisciplinario entre la danza y las ciencias del movimiento humano para el desarrollo de acciones investigativas, de docencia y extensión relacionadas con la preparación física y la prevención de las lesiones en los trabajadores de las artes. La investigación realizada, desde un enfoque cuantitativo y sistemático, evidenció los efectos del confinamiento en la aparición de nuevas dinámicas de lesión en las personas estudiantes de la Escuela de Danza durante la pandemia de la covid-19, así como también conllevó la elaboración de un material didáctico para la prevención de lesiones en la formación dancística para funcionarios.

Así como el proyecto 0480-18, Sistematización de experiencias: tres décadas de enseñanza aplicando el método Züllig en la carrera de Danza de la UNA, realizado por Rolando Brenes Calvo (1957-2021) y Natalia Herra Castro, durante 2019-2021. Este proyecto tuvo como objetivo general realizar una tarea de sistematización de la metodología de enseñanza del método de Danza Contemporánea Züllig, implementado por el maestro Rolando Brenes Calvo en la carrera de Bachillerato en Danza de la Escuela de Danza de la Universidad Nacional, en los últimos treinta años, para que este legado y conocimiento pudiera perdurar y cobrar fuerza en las experiencias de relevo generacional de la Unidad Académica y en Costa Rica. Además, identificar y describir los principios metodológicos que sustentaron el método impartido por el maestro Brenes. También, se intentó desglosar el proceso de enseñanza del método Züllig, impartido por el maestro Brenes, en todos los niveles de la carrera de Bachillerato en Danza en la Universidad Nacional, con el fin de establecer una plataforma digital por medio de la cual se pueda instaurar una comunicación continua y constante, tanto con la población docente y estudiantil de la Escuela de Danza de la Universidad Nacional, como con otros sectores de la danza a escala nacional e internacional. Lo anterior, según Natalia Herra, llevó a reflexionar específicamente, sobre la vivencia de Rolando Brenes y sus treinta años de labor docente en la Escuela de Danza. Esta sistematización permitió aprender sobre su vida, su visión y sus prácticas pedagógicas,

la construcción de una memoria para la documentación de los distintos métodos, técnicas y estilos de enseñanza-aprendizaje y muy importante, crear historia desde la Escuela de Danza de la Universidad Nacional, desde las y los principales actores de las investigaciones desde la sistematización de experiencia.

En este mismo periodo, se formularon otros proyectos como el denominado Trayectorias constructivas de conocimiento desde la Escuela de Danza de la Universidad Nacional: entre lo disciplinar y lo interdisciplinar (0479-18), ejecutado por Enid Zúñiga Murillo, cuyo objetivo fue configurar una metodología adaptativa de sistematización a través de las fases y procesos constructivos de conocimientos interdefinibles que emergen en la creación artístico-escénica, a partir de dos experiencias inter y multidisciplinares realizadas entre los años 2019 y 2021 en la Escuela de Danza de la Universidad Nacional, para evidenciar la solidez de los procesos de construcción de conocimiento en la creación escénica multi e interdisciplinar del CIDEA. Los logros alcanzados fueron los siguientes:

a) Sistematizar procesos sociocognoscitivos del proceso interdisciplinar denominado CICATRIZ, articulando los saberes artísticos con los constructivo-genéticos, desde los propios postulados de la epistemología genética de Jean Piaget, así como el uso de las técnicas de investigación desarrolladas por la propia investigadora para su tesis doctoral del Doctorado en Ciencias y Humanidades para el Desarrollo Interdisciplinar.
b) Sistematizar dos procesos multidisciplinares de la CCDUNA, en el año 2020, desde un posicionamiento hermenéutico y fenomenológico de las artes, a partir de la articulación y construcción artística de las personas intérpretes de la CCUNA, los coreógrafos invitados y las personas especialistas en diseño audiovisual y de vestuario involucradas.
c) Producir una ruta metodológica para la sistematización de procesos artísticos interdisciplinarios, que ha sido validada por un equipo de personas artistas y docentes en arte, de Costa Rica y México, en donde se analiza la sistematización desde una mirada decolonizadora de la producción de conocimiento y pensamiento en el campo de las artes en América Latina, en formato de artículo académico, para ser publicado en julio del presente año, en la *Revista Calle 14* de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia, con acceso abierto para toda persona artista interesada en el tema.

Otro proyecto de investigación interesante formulado en estos años es Espacio de investigación en educación somática para el mejoramiento de los procesos pedagógicos en Danza, a cargo de Valentina Marenco, Gerardo Chaves y Mariana Alfaro, participantes del Laboratorio Interdisciplinario de Prácticas Somáticas: LAPSO. Según las palabras de Marenco:

> Esta investigación ha traído a nuestra conciencia nuevas formas de hacer y pensar a través del cuerpo. Hemos descubierto que la educación somática desarrolla de manera sensible canales de comunicación a través del movimiento, como una propuesta novedosa e integral para educadores y artistas. El proceso de investigación nos ha llevado a un proceso personal de *reeducación de nuestro sistema nervioso* que evidencia la importancia de la percepción y la sensación durante nuestro comportamiento sensoriomotor.

Esto permitió profundizar en la percepción y conciencia de nuestros propios cuerpos desde nuestras vivencias y experiencias adquiridas durante las sesiones de Toma de Consciencia a través del Movimiento*,* propias del Método Feldenkrais. Este plantea que los cuatro componentes de toda acción humana son: movimiento, pensamiento, sensación y sentimiento. Desde este punto de vista, nos dimos cuenta de que, como docentes-artistas, necesitábamos darle movimiento a nuestro pensar sobre nuevas propuestas pedagógicas en danza, en el cómo estábamos aprendiendo. Porque, además, pudimos observar que, en la educación convencional, no siempre están presentes estos cuatro componentes. Es decir, que nos movemos sin sentir, o no le damos suficiente movimiento a nuestros pensamientos (produciendo con ello ideas fijas, dogmatismos, estancamientos o meras creencias heredadas inconscientemente), por lo que, con demasiada frecuencia, está ausente la sensación que resulta ser fundamental si se quiere consolidar una propiocepción apropiada y eficaz. Entendida esta última como la capacidad que tiene nuestro cerebro de saber la posición exacta de todas las partes de nuestro cuerpo en cada momento.

El proyecto tiene su corazón en el Laboratorio Interdisciplinario de Prácticas Somáticas (LAPSO) donde se ha llevado a cabo este proceso de reeducación, y las personas participantes han logrado identificar una serie de pautas transformadoras cuyas reverberaciones se han ido manifestando a través de nuestros

numerosos diálogos, los cuales hemos convenido en llamar "Diálogos Somáticos". Dichas pautas las hemos podido implementar en nuestras prácticas docentes e incrementar con ello nuestra comprensión de estas.

Conclusiones

Con la consolidación del área de investigación, la Escuela de Danza de la Universidad Nacional, después de cincuenta años de gestión, se encuentra madura, robusta, atenta a las necesidades del medio costarricense y en el concierto internacional, preparada para seguir creciendo en otras áreas emergentes y contribuyendo al desarrollo de la disciplina danzárea. Para el 2022, en la Escuela de Danza, los proyectos que concluyeron reformularon nuevas propuestas y abrieron otras etapas con diferentes temas por abordar, continuando así, en el camino de la investigación para, en y desde la danza que sigue generando nuevas fuentes de conocimiento.

También otros Proyectos de carácter integrados como UNA Danza Joven o la Compañía de Cámara Danza UNA aportan a la creación de conocimiento con sus experiencias escénicas y productos publicables que son textos históricos y reflexivos como *Navegando en la peste, Desbarajuste 2020*, texto en el que Florencia Chaves y Rodolfo Seas sistematizaron sus experiencias en el contexto pandémico con el elenco de Una Danza Joven. De igual manera, Fito Guevara y Rodolfo Seas editaron el libro que reúne una selección de fotografías del repertorio ejecutado entre 2003 a 2019 que lleva como título *Autoretrato UNA Danza Joven*, que fue publicado por la EUNA en 2022.

Esta sistematización, análisis y divulgación del conocimiento generado desde la Danza, le ha permitido a la Escuela de Danza y le permitirá seguir reconociendo los lenguajes, las influencias y las temáticas presentes en la danza costarricense durante el siglo pasado, los años recientes y venideros. Los resultados de estas investigaciones han sido puestos a disposición de otros académicos para que sean utilizados como insumo para su labor docente, retomados para otras investigaciones o bien para la publicación de libros, artículos especializados u otros productos académicos. Del mismo modo, lo recabado y analizado forma parte de los

materiales con que cuentan los estudiantes de danza y artes para apropiarse de su propia historia.

Desde la primera fase del proceso de investigación, los estudiantes de la Escuela de Danza se han integrado de forma activa en estas aventuras investigativas. Finalmente, en los productos obtenidos de estas iniciativas investigativas, la Escuela de Danza de la Universidad Nacional se destaca como pionera, al haber dado los primeros pasos para transitar de la arqueología hacia la epistemología, es decir, que la danza pierda su condición efímera y ágrafa y se transforme en un objeto de estudio que permita otras dimensiones hasta ahora no exploradas. También, se asume como responsable de estar atentos a las demandas de la sociedad para que los aportes artístico-académicos continúen siendo pertinentes.

Bibliografía

Ávila, M. (2014) *UNA Extensión universitaria con Arte. Escuela de Danza*. EUNA.

Fals, O. (2015) *Una sociología para América Latina.* Siglo XXI Editores.

Gutiérrez, E. (2008) *Al Danzar. Apuntes*. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Documentos creación del CIDEA, 1984, Universidad Nacional, Campus Omar Dengo, Heredia, Costa Rica.

III
PARTE

Las claves de la investigación en la UNA

La investigación en la Universidad Nacional: algunas claves para comprender el camino de 50 años

Carlos Morera Beita[1]
Viviana Salgado Silva

El modelo de universidad

Las universidades emergen como expresión del renacimiento iniciado en el siglo XI, en torno a la filosofía y teología, como un espacio para el intelecto que eran corporaciones de maestras, maestros, alumnas y alumnos, por lo que pasaron a llamarse universidades. A comienzos del siglo XIX, el formar profesionales y el hacer ciencia marcarían dos nuevos tipos de universidad, que nacieron. Cada uno de estos modelos fue adoptado separadamente por distintos países de Europa, Norteamérica y América Latina. Dentro de

1 Profesor. UNA. Correo electrónico: cmorera@una.cr

esas nuevas formas de universidad, se establece la alta calidad de los profesionales que formaron, y así lo hicieron sin haber estado organizadas para hacer investigación, por lo que la enseñanza estuvo informada de los avances de la ciencia, pero las y los docentes, salvo excepciones, no eran la misma persona investigadora. Posteriormente, se edifica la Universidad Humboliana basándola en la investigación científica y en la incorporación de los nuevos resultados en la enseñanza (Chuaqui, 2022). Esta evolución de enfoques de las universidades, como centros de educación superior, se relaciona con las características de la sociedad donde emergen.

En el caso de Costa Rica, aunque debieron existir centros de enseñanza especializada por los pueblos indígenas que habitaron o habitan el país, es hasta 1843, durante el gobierno del Sr. José María Alfaro Zamora, que se establece la primera universidad, y por iniciativa del entonces ministro general Dr. José María Castro Madriz, de orientación católica. La Universidad de Santo Tomás fue la primera universidad en el país, la cual contó con las Facultades en Tecnología, Derecho, Letras y Medicina, y su clausura en 1888. Posteriormente, en 1941, se establece la Universidad de Costa Rica. Después se funda el Instituto Tecnológico de Costa Rica y, en 1973, la Universidad Nacional, recogiendo la herencia de la Escuela Normal de Costa Rica y de la Escuela Normal Superior.

Las condiciones del país, durante la fundación de la Universidad Nacional en la década de los setenta a la actualidad, son fundamentales y determinan la oferta académica, así como en la agenda de investigación que inicia la UNA, las cuales se caracterizaban por:

a) *Crecimiento, población y especialmente en poblados urbanos:* Desde la década de los setenta se presentó un crecimiento en la población del país, pasando de 1 990 000 millones en 1973 a 5 139 000 en 2021, lo cual representó un crecimiento del 258 %. Asimismo, la población rural, que en 1970 representaba el 60 % del total, ha decrecido desde entonces hasta alcanzar el 20 % en la actualidad (https://datos.bancomundial.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=CR).
b) *Transformaciones de una economía fundamentada en el sector primario a economía de servicios:* Durante los últimos cincuenta años, el país ha modificado el eje de su economía,

de una fuente primaria a una economía de servicios, con efectos ambientales, territoriales, económicos y culturales para la nación.

Por esta razón, muchas condiciones socioeconómicas que determinaron la oferta docente, así como la agenda de investigación establecida por la UNA en su fundación, han cambiado, aunque algunas se mantienen. Los factores vigentes están determinados por objetivos de largo plazo como son: generación de conocimiento, mejora de la calidad de vida de la población, aportar a la sustentabilidad ambiental, incrementar la equidad social, entre otros. No obstante, la mayor determinante que emergió ha sido la denominada como la sociedad del conocimiento, caracterizada por la irrupción de las tecnologías de la información y las comunicaciones, con el consecuente aumento vertiginoso de las transferencias de la información y la transformación de las formas en que se desarrollan muchas actividades en la sociedad moderna. A diferencia de la sociedad de la información, la cual crea y difunde los datos en bruto, la sociedad del conocimiento es aquella capaz de transformar grandes flujos de información en medidas y soluciones efectivas (Castelfranchi, 2007). Es así como la Costa Rica donde emerge la UNA ha cambiado sustancialmente, igual que la sociedad global, lo cual han determinado nuevos desafíos para la investigación, que es el tema que convoca en esta obra donde se comparten algunas experiencias de investigación durante los cincuenta años de nuestra institución.

Algunas claves para comprender las transformaciones del quehacer investigativo en la UNA

Durante estos cincuenta años de quehacer investigativos se presentan algunos aspectos claves que permiten comprender su comportamiento.

a) *La investigación como una actividad sustantiva en la institución y sus dicotomías:*

La investigación es una actividad sustantiva dentro de las universidades, especialmente desde la perspectiva de la sociedad del conocimiento que impera en la actualidad, por lo cual la investigación toma mayor relevancia como un proceso imprescindible dentro de la enseñanza universitaria. Así, la generación de conocimiento por medio de la investigación, se valida durante los procesos de comunicación, socialización y el diálogo de saberes (extensión), lo cual genera la actualización y conjuga todos los ámbitos en que se organiza la práctica académica en la UNA, entre ellos, las ciencias exactas, las ciencias sociales y las artes; como lo evidencia la heterogeneidad de áreas de conocimiento donde se presenta una experiencia relevante de investigación de la universidad. Así mismo, la investigación no es actividad exclusiva de los institutos y diversas escuelas han tenido una tradición de larga data en esta línea, lo cual les ha permitido contar con un recurso humano asignado para este fin, mientras que la relativa reciente incorporación de quehacer investigativo dentro de sus actividades relevantes y visibilizadas ha limitado la asignación de personal en otras unidades académicas, y ha generado asimetrías a lo interno de la institución en cuanto a la asignación de recursos al quehacer investigativo.

Asimismo, a escala mundial se presenta una fuerte desigualdad debido a que la investigación se genera especialmente en países desarrollados. La periferia, desde una dimensión impuesta de *ciencia colonial*, presenta diversos obstáculos como plantea de Vos (2020) donde las investigadoras y los investigadores de estos países son mayoritariamente personas proveedoras de datos que, por otra parte, son imprescindibles, mantenedoras de infraestructuras científicas de seguimiento a largo plazo, facilitadoras de la logística necesaria para la investigación o intermediarias con las poblaciones locales. Lo anterior es un factor evidente y genera una agenda de temas relevantes, mientras otros son marginados, razón por la cual en la Universidad Nacional varias áreas de investigación han emergido, asociadas a esas tendencias de investigación que se implementan en los países desarrollados y que fortalecen estas temáticas.

A pesar de las anteriores limitaciones, la Universidad Nacional ha realizado un esfuerzo honesto para formar personas investigadoras capaces de dirigir y encabezar proyectos, de captar recursos económicos tanto a escala nacional como internacional, que evidencia una tendencia a romper con las asimetrías y

fortalecer investigación aun en aquellas áreas tradicionalmente ausentes. Asimismo, la existencia de fondos propios como son el FIDA (Fondo Institucional para el Desarrollo Académico), el FUNDER (Fondo Universitario para el Desarrollo Regional) y los Fondos del Sistema, así como los del MICIT, han fortalecido la agenda de investigación de la UNA, para que responda cada vez más a las dinámicas de la sociedad costarricense, y no a lógicas foráneas. Lo anterior ha sido un factor determinante en aportar en la descolonización de los currículos dentro de la oferta académica de la institución.

b) Gestión de la investigación:

La mejora tecnológica ha permeado en la gestión académica en general, muy especialmente en la investigación, por lo que las iniciativas académicas[2] con que la UNA inició en la década de los setenta, donde eran códigos en papel guardados en carpetas, difieren sustancialmente de lo que realiza en la actualidad, donde existe un sistema para los PPAA (Programas, Proyectos y Actividades Académicas), que articula desde la formulación, la ejecución, la conclusión, la evaluación y la rendición de cuentas.

En la gestión, la Universidad Nacional conjuga proyectos que procuran la atención de los principios y valores institucionales en la labor académica, especialmente la que se ejecuta desde los PPAA, de tal manera que la generación de conocimiento, la formación de personas y el diálogo de saberes con actores sociales, conduzcan al cumplimiento de objetivos y metas estratégicas, con lo cual se delimita así un marco general de acción. Al mismo tiempo, la gestión académica es sensible a los cambios que permanentemente se manifiestan en la institución y su adaptación se logra, con mayor o menor éxito, a las nuevas exigencias. El manejo no adecuado de las herramientas normativas y administrativas, sumado a malas prácticas de la comunidad universitaria, en algunos casos transforman la gestión en una barrera para la acción sustantiva. Son varios los ejemplos en la historia de la institución que ilustran situaciones como esta, aunque situaciones coyunturales también han impulsado mejoras importantes, entre ellas, el diseño e implementación de sistemas informáticos que facilitan los flujos de información entre personas e instancias

2 En la Universidad Nacional, el término *iniciativa académica* se relaciona a programas, proyectos y actividades académicas (PPAA), todas formas en que se ejecuta la acción sustantiva.

gestoras, la generación de datos e indicadores que favorecen la toma de decisiones, la transparencia, la rendición de cuentas y que presentan a la Universidad Nacional en el contexto nacional e internacional como una institución congruente con las nuevas formas de socializar el conocimiento bajo los principios de la Ciencia Abierta.

c) De una investigación individual y disciplinaria a una investigación en equipo transdisciplinaria:

En las últimas décadas, el paradigma de la investigación se ha transformado, perdiendo valor el modelo dual, positivista y vectorial del pasado, para fortalecer otro dialéctico, emergente, más incierto y completo, denominado por la transdisciplinariedad (De La Herrán, 2011). La identificación de la transversalidad en la mayoría de los temas agrega relevancia a su aplicación tanto en la investigación como en la docencia, lo cual ha permeado en el quehacer académico de nuestra institución durante las últimas décadas. Durante los cincuenta años de experiencia en investigación dentro de la UNA, se presenta una tendencia identificada a la aplicación, cada vez más frecuente, de abordajes multi, inter y transdisciplinarios (MIT), donde los límites de las disciplinas individuales se trascienden para enfocar temáticas emergentes desde perspectivas múltiples.

De esta forma, han surgido equipos de personas investigadoras agrupados alrededor de una temática que posteriormente se transmuta en un programa de investigación y que en algunos casos evolucionan a institutos, como es el caso del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Asimismo, se agrupan académicas y académicos alrededor de un tema, articulados en una red como es el caso del Programa Interdisciplinario de Investigación y Gestión del Agua (PRIGA). Esta tendencia ha sido favorecida por políticas de la institución, que desde el año 2010 cuenta con un fondo para fortalecer las redes alrededor de temas priorizados por el CONSACA, que hasta la fecha ha permitido el establecimiento de 23 redes.

Por otro lado, este abordaje emergente ha implicado también cambios metodológicos y en la aplicación de técnicas, como es el caso de los sistemas de información geográfica, que, aunque en principio fue exclusiva de la Escuela de Ciencias Geográficas, en actualidad esta tecnología es utilizada casi por todos los equipos de investigación que analizan información

espacial. Otro ejemplo es el uso de vehículo aéreo no tripulado (drones) por diversos programas.

El favorecimiento en el trabajo en equipo y el abordaje MIT han permeado en el quehacer de investigación y han permitido erosionar el enfoque individual para favorecer el diálogo y las alianzas como una política académica básica que determina el quehacer académico dentro de la UNA, con el fin de romper con los escasos feudos de abordajes individuales sin diálogo con otros equipos de investigadores. El incremento del trabajo en equipo y de la transversalidad ha sido una forma de aumentar la eficiencia por medio del uso compartido de equipo, así como fortalecer la profundidad en la generación de conocimiento, lo cual le permite a la institución aportar con más efectividad a resolver los problemas del país.

d) Mejoramiento de las capacidades de investigación:

Diversos factores han aportado al fortalecimiento de las capacidades investigativas en las académicas y los académicos de las universidades. En las primeras décadas de nuestra institución, en 1977, únicamente el 13 % de las personas académicas contaban con títulos de doctorado y de maestría (OPES, 1978), el cual ascendió a 17.6 % para 1982 (OPES, 1983). No obstante, en el 2018, de las 560 personas investigadoras registradas, el 92 % ostentaban posgrado (167 doctorado y postdoctorado, 349 maestría) (OPES, 2018). Durante el quinquenio 2015-2020 la cantidad de académicos y académicas aumentó un 40 %.

El incremento del nivel de formación se ha favorecido con el surgimiento de programas de maestría y doctorado, tanto en la UNA como en el país, lo que ha permitido a académicas y académicos acceder más fácilmente a estos como el Programa de Doctorado en Ciencias Sociales, el Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (Docinade), Doctorado en Política Económica y Doctorado en Ciencias del Movimiento Humano, entre otros, lo cual no es fácil en un país relativamente pequeño. Lo anterior no solo ha sido aprovechado por personas académicas de la institución, sino además de la región centroamericana, con lo cual se consolida el país como la principal opción de posgrado de la región centroamericana.

Asimismo, las facilidades para realizar estudios de doctorado en otros países han tenido el apoyo de la institución, como el caso del Proyecto BID y del Plan de Fortalecimiento y Estabilidad

del Sector Académico, que permitió que durante 2013 y 2019, la formación de 66 nuevos especialistas con doctorado. Por otro lado, destaca el apoyo de programas como Laspau (Embajada de Estados Unidos), DAAD (Embajada de Alemania) y la Cooperación Sueca, entre otros, con que ha contado la Universidad Nacional en la financiación de estudios doctorales. Además, estas mismas agencias de cooperación y otras han fortalecido la capacitación de corto periodo, con procesos de actualización, tanto en conocimiento como en técnicas que en la sociedad del conocimiento son elementos cruciales en la generación de conocimiento innovador. El incremento de nivel formal de las investigadoras e investigadores, así como la actualización permanente, han permeado decisivamente en el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

e) Transformaciones en la sociedad costarricense:

Como se analizó anteriormente, las características socioeconómicas en que emergió la Universidad Nacional, con una visión de la "Universidad Necesaria", difiere de las que imperan en la actualidad. De esta forma, las temáticas que aborda el quehacer de investigación se han transformado, de tal manera que algunas áreas han perdido relevancia, mientras que otras han tomado mayor importancia. Por ejemplo, la temática agrícola ha perdido posicionamiento, mientras el área de informática adquiere cada vez mayor preponderancia.

El incremento de la población urbana y el decrecimiento de la población rural han generado conflictos sociales emergentes, como la expansión de las ocupaciones ilegales y con ello la modificación de la agenda de temas que aborda la investigación. Asimismo, las tendencias mundiales transforman la agenda de investigación, pues agregan nuevos temas relevantes y requeridos por el país como puede ser el caso de la temática de género que inicia en la institución en la década de los ochenta. Con la amplitud del conocimiento sobre algunas áreas específicas, las temáticas emergentes alcanzan un nivel relevante en la dinámica de investigación de la institución, como puede ser el ejemplo de OVSICORI, que nació como un proyecto dentro de la Escuela de Ciencias Geográficas en los primeros años de la institución y, posteriormente, en 1985, se transforma en un instituto dedicado exclusivamente a la sismología y vulcanología y se acredita ser pionero en el país y en la región centroamericana.

Otro cambio disruptivo en el ámbito socioeconómico nacional que incide en la agenda universitaria de la investigación es la sustitución paulatina de los sistemas de producción agrícola, cada vez más dependientes del control. Por ejemplo, el cambio hacia una agricultura dependiente del control químico de plagas provocó un incremento de uso de sustancias químicas, lo cual determinó que, en 1985, surgiera un proyecto relacionado con la temática en la Escuela de Ciencias Ambientales, que posteriormente, en 1998, se transformaría en un instituto de investigación (IRET).

f) La cooperación internacional y las redes internacionales:

Una de las piedras angulares de la investigación ha sido históricamente el apoyo de la cooperación y las redes internacionales, lo cual se evidencia en iniciativas de investigación de mayor data como son el Programa de Investigación en Enfermedades Tropicales (PIET) y algunos institutos de investigación que, con la cooperación internacional, logran consolidarse como centro de generación de conocimiento de relevancia. Dos ejemplos de lo anterior son el OVISICORI y el IRET, los cuales, con apoyo de la cooperación internacional, logran adquirir equipo tecnológico de alto costo y establecer infraestructuras para sus análisis particulares. Además, por medio del aporte de esta cooperación se apoya la realización de estudios de doctorado, como es el caso del CINPE, donde laboran doctoras y doctores graduados en universidades suecas. Esta tendencia a ser objetivo de la cooperación internacional se reduce cuando el país es categorizado como país de renta media, por lo cual se elimina su prioridad para este fin. Por lo tanto, durante las últimas décadas este apoyo ha mermado.

De igual forma, la tendencia a favorecer los abordajes colectivos y los MIT ha generado condiciones para que las personas investigadoras de la universidad se incorporen a redes temáticas, tanto nacionales como internacionales, que fortalecen el diálogo científico, la actualización, así como el acceso a fondos, lo cual se evidencia en la multitud de redes temáticas que integran las personas investigadoras de la UNA. Lo anterior ha sido un elemento que ha favorecido el que la institución avance hacia un grado de internacionalización como un requisito primordial para consolidarse como una universidad de alta calidad en los estándares internacionales.

g) La socialización del conocimiento:

Las publicaciones como una etapa que permite la socialización y validación de conocimiento generado se presentan a varios niveles y han ocurrido transformaciones durante estas cinco décadas. Junto con las primeras actividades académicas de la universidad, surgen las primeras revistas, como un espacio donde se visibiliza la producción científica de la institución, la cual se ha consolidado hasta contar con veintisiete publicaciones en la actualidad. La mayoría de estas revistas presentan diferentes tipos de indexación como un indicador de la calidad y se han posicionado fuera de la institución con producción científica, no dirigida solamente a las necesidades institucionales o nacionales, sino de trascendencia regional.

Por otro lado, la política asumida por la institución a favor de la indexación de publicaciones, el cual es un elemento cada vez más relevante para la categorización internacional de universidades (*ranking*), no ha conseguido plenamente sus objetivos debido al predominio de las publicaciones en lengua inglesa y la desventaja relativa de las publicaciones en otras lenguas, como es el caso del castellano. De este modo, para mantener o mejorar el *ranking* internacional de la universidad se requiere una inversión en publicaciones multilingües de acceso abierto que permitan la socialización transversal del conocimiento. Con ese fundamento, la UNA ha centrado sus políticas actuales en la ciencia abierta. Asimismo, la UNA cuenta con diferentes medios que, durante estos cincuenta años, se han consolidado para difundir el conocimiento generado. Un ejemplo de lo anterior es la EUNA, donde se publica parte relevante de las investigaciones que se realizan dentro de la UNA, así como el programa de televisión UNA-Mirada y durante los últimos años han proliferado canales virtuales para este fin.

h) Fortalecer la relación investigación-extensión-docencia:

La investigación es un requisito para actualizar el proceso de enseñanza aprendizaje, lo cual toma mayor relevancia en la actualidad que se caracteriza por una producción acelerada de conocimiento muy asociado a la tecnología que se transforma rápidamente. Así, la enseñanza superior debe estar ligada a los cambios permanentes y a la apertura de uso de nuevos paradigmas, enfoques, técnicas, métodos y tecnológica, porque es la

única forma para mantener su vigencia, su diálogo con la realidad y aportar a la transformación de la sociedad. Por lo cual, la política universitaria ha centrado sus acciones en abordar el quehacer sustantivo, unificando y fortaleciendo el diálogo de estos tres pilares: investigación, extensión y docencia, como forma de actualizar y remozar el conocimiento. Por lo cual, diversos programas e institutos, así como escuelas han transformado su experiencia en la formulación de programas de maestría y doctorado como es el caso del IRET, ICONVIS, CINPE, entre otros. Finalmente, no se pueden abordar las actividades sustantivas de las universidades, sino como actividades que se retroalimentan y que permiten, en el ciclo del proceso de enseñanza-aprendizaje, su respuesta a las necesidades de la sociedad.

Las páginas de este escrito buscan hacer patente el recorrido que la Universidad Nacional trazó desde su fundación, para posicionarse como una institución de educación superior pública, especialmente relevante para personas, comunidades, sectores sociales y regiones con menos oportunidades en los modelos de desarrollo del país. Más allá de las limitaciones que la institución tiene para proyectar su quehacer académico fuera del contexto universitario, las cuales en la actualidad pasan factura incluso en las negociaciones de los presupuestos anuales, la investigación surgió y se fortaleció hasta convertirse en un área estratégica que, junto con la docencia, la extensión y la producción, transforman el accionar universitario en acción sustantiva. Mediante la investigación, la rigurosidad de los procesos que se ponen en marcha para ejecutarla y sus resultados que describen la realidad desde enfoques complejos, la UNA aporta el conocimiento que se comparte mediante diversas estrategias en la docencia universitaria; al mismo tiempo, las personas estudiantes desarrollan habilidades y ponen en práctica sus aprendizajes en investigación donde su participación es obligatoria e indispensable para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Algunos productos académicos que las personas estudiantes generan con su involucramiento en estas iniciativas académicas son los trabajos finales de graduación que están directamente relacionados con requisitos curriculares y con la completitud de requisitos de graduación. También se generan publicaciones científicas y participación en eventos nacionales e internacionales donde se divulga su experiencia y sus capacidades desarrolladas como nuevas y nuevos investigadores.

Desde la docencia y la investigación, y siempre mediante los PPAA, la UNA atiende las demandas sociales. Las fortalezas en algunas líneas de trabajo, como el recurso hídrico, nacen desde esas demandas y en la actualidad las capacidades académicas desarrolladas atienden la caracterización de la calidad del agua, la gestión integrada de unidades hidrográficas, el uso de sistemas alternativos para la purificación de aguas residuales, el diseño e implementación de modelos, la potenciación de la producción acuícola, entre otros. Por otro lado, la investigación que se ejecuta en el Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE), mantiene en permanente revisión y actualización las estrategias de enseñanza y de aprendizaje implementadas no solo en la UNA, sino en toda la institucionalidad de educación superior nacional, con impacto en otros contextos como el latinoamericano. Otras experiencias igualmente significativas son las que se presentan en las secciones de este capítulo, quedan en evidencia la indivisibilidad de todas las formas de acción sustantiva, así como de la relevancia de la gestión académica para su interrelación.

Algunos comentarios finales

A partir de las reflexiones de estos 23 grupos de investigaciones desde este camino andado por cincuenta años, diversos desafíos emergen, especialmente considerando los retos de la sociedad costarricense y en general. Uno de los más relevantes es la urgencia de implementar las políticas de investigación para establecer agendas con diversos actores a escala local, regional y nacional, poniendo en práctica los principios de investigación responsable y como una manera de fortalecer el anclaje de los objetivos de investigaciones a la realidad. Históricamente, el quehacer de investigación logra reconocimiento en las comunidades científicas, sin que sean evidentes para la población en general los alcances de las universidades públicas, ni las formas en que inciden sus productos. Esa incidencia se genera y se manifiesta en personas y comunidades que reconocen a la UNA como pilar fundamental en sus contextos, aunque es menos frecuente la identificación de la institución como promotora de los cambios significativos, determinantes en el bienestar humano y ambiental. La reflexión debe partir desde las fortalezas y las debilidades, siendo evidente

la necesidad de superar las barreras autoimpuestas por actitudes que, lejos de favorecer la colectividad, frenan la labor colectiva y el diálogo académico. Por lo cual se requiere establecer canales de comunicaciones diáfanos y transparentes con los sectores sociales locales, así como mecanismos ágiles de coordinación de iniciativas con enfoque regional y local, para favorecer la articulación y la complementariedad de los esfuerzos a esta escala.

Por otro lado, la sociedad del conocimiento, con su avance acelerado, obliga a que la gestión de la investigación se fortalezca en el uso de tecnologías de información y comunicación como inteligencia artificial, *machine learning*, *big data*, entre otras estrategias que incrementen el impacto de los resultados de investigación y potencien los criterios para la toma de decisiones. La información dispersa, así como no socializada, debe ser la razón fundamental para la creación de espacios académicos inter y transdisciplinarios, que potencien los resultados de las investigaciones; en este sentido, el reconocimiento autocrítico es fundamental y son las mismas herramientas investigativas las que nos permiten evaluarnos. Entre ellas, el análisis cienciométrico, para apoyar la toma de decisiones y de esta forma fortalecer la rendición de cuenta como eje primordial de la gestión universitaria. La información e indicadores que surgen de la revisión y reflexión autocrítica debe permitirnos construir nuevas formas de ser y hacer academia.

Asimismo, se requiere implementar un modelo de gestión que potencie los resultados de la investigación en función de su capacidad para generar incidencia e impacto, así como diálogo con otros ámbitos sustantivos del quehacer universitario. Lo anterior implica desarrollar capacidades para la planificación prospectiva de líneas de investigación en todos los ámbitos de la gestión, desde la Vicerrectoría de Investigación, los decanatos, las sedes, las secciones regionales, los centros y en las unidades académicas, que se materialicen en PPAA acordes con la visión prospectiva universitaria, lo cual aumenta la transparencia en los procesos. En este sentido, un modelo pendiente y al mismo tiempo, prioritario para la UNA es el de institutos de investigación; igualmente, la constitución de núcleos de servicios de laboratorios de ensayos articulados, que eviten la dispersión y posibiliten concentrar los servicios en una infraestructura que cuente con equipamiento de punta y condiciones adecuadas para su operación para la eficiencia en inversión.

El recorrido por estos cincuenta años en el quehacer investigativo también evidencia, a pesar de los esfuerzos, algunos rezagos etarios y de género, similares a otros centros de enseñanza superior, que deben ser atendidos, especialmente considerando principios de equidad. Asimismo, se requiere aumentar el impacto de la investigación por medio de acciones que favorezcan la consolidación de grupos de investigación que trasciendan los abordajes multidisciplinarios en procura de la inter y transdisciplinariedad, así como redes nacionales e internacionales.

En este recorrido de cincuenta años de la UNA, debemos regocijarnos por los senderos andados, algunas veces llanos, otros empinados, pero con la certeza de que llegamos a puerto. Ahora debemos enfrentar los retos de la actualidad como corresponde, para que así los días que se avecinan sean mejores.

Bibliografía

Castelfranchi, C. (2007). Six critical remarks on science and the construction of the knowledge society. *Journal of Science Communication*, *6*(4), C03.

Chuaqui, J. (2002). Acerca de la historia de las universidades. *Revista Chilena de Pediatría*, *73*(6), 583-585.

De La Herrán, A. (2011). Complejidad y transdisciplinariedad. *Revista Educação Skepsis*, *2*(1), 294-320.

De Vos A. (2020) The Problem of 'Colonial Science'. En: *American Science*. New York, United States.

Ferrari, C., y Contreras, N. (2008). Universidades en América Latina. *Nueva Sociedad*, *218*, 23-38.

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). (1978). Estadística de la Educación Superior. OPES/43-78. San José: OPES-Conare.

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). (1983). Estadística de la Educación Superior, 1982. OPES-04/83. San José: OPES-Conare.

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). (2018). Estadística de la Educación Superior, 1982. OPES-04/83. San José: OPES-Conare.

PUBLICACIONES
UNIVERSIDAD NACIONAL

Este libro fue impreso en 2024 en el Programa de Publicaciones e Impresiones de la Universidad Nacional, consta de un tiraje de 100 ejemplares en papel editorial y cartulina barnizable. Cuenta además, con una versión en PDF Interactivo para lectura en dispositivos electrónicos.

4348-23–P.UNA

La investigación en el ámbito universitario brinda a las personas académicas y al estudiantado la posibilidad de generar conocimiento que ayude a comprender o explicar diversos fenómenos naturales, sociales, artísticos y culturales que completan, de cierta forma, carencias o vacíos epistemológicos de un determinado problema, reto u oportunidad. Este potencial de la investigación como área de acción sustantiva la convierte en un pilar fundamental dentro de la dinámica universitaria, de forma tal que resulta imposible pensar en una institución de educación superior comprometida con la calidad que no desarrolle actividades de investigación que potencien la construcción de nuevo conocimiento y su movilización hacia el estudiantado y a los diversos sectores sociales, con lo cual se atienden sus principales desafíos.

El presente tomo introduce el devenir del desarrollo de la gestión de la investigación en la Universidad Nacional en estos cincuenta años, desde la creación de las primeras capacidades en cuanto a recurso humano e infraestructura hasta la adopción de nuevas corrientes y mecanismos de planificación con visión prospectiva, que permiten potenciar su capacidad para generar impacto e incidencia.

euna

ISBN: 978-9977-65-866-7

9 789977 658667