

CICESE

LOS PRIMEROS 40 AÑOS



Ciencia y tecnología al servicio de la sociedad

CICESE

LOS PRIMEROS 40 AÑOS



Ciencia y tecnología al servicio de la sociedad

Dr. Federico Graef Ziehl
Director General

Dr. Alexei F. Licea Navarro
Director de Biología Experimental y Aplicada

Dr. Edgardo Cañón Tapia
Director de Ciencias de la Tierra

Dr. Raúl Rangel Rojo
Director de Física Aplicada

Dr. Guido Marinone Moschetto
Director de Oceanología

Dr. David Covarrubias Rosales
Director de Estudios de Posgrado

MBA Eduardo Valtierra Patrón
Director de Impulso a la Innovación y el Desarrollo

Dr. Raúl Rivera Rodríguez
Director de Telemática

Mtra. Leonor Falcón Omaña
Directora Administrativa

Mtra. Norma Herrera Hernández
Jefe del Departamento de Comunicación

EDICIÓN Y PRODUCCIÓN
Departamento de Comunicación

EDICIÓN
Norma Herrera Hernández
Roberto Ulises Cruz Aguirre

PRODUCCIÓN EDITORIAL
Jennyfer de la Cerda Nuño, Adriana Castillo Blancarte, Efraín Carpio Cambranis, Padma Beamonte Romero, Erick Falcón Flores, Stephannie Lozano Murillo y Gustavo Peinemann Le Duc.

CORRECCIÓN DE ESTILO
Mtra. María Isabel Echevarría Román

DISEÑO
Iken – Estudio de Diseño Gráfico

IMPRESIÓN
Imprecolor del Noroeste, Ensenada, B.C.



Contenido

PRESENTACIÓN

Los primeros 40 años, reflexiones y el futuro <i>Federico Graef Ziehl</i>	7
--	---

1. REFLEXIONES

Exdirectores

¿Por qué se fundó el CICESE?	12
<i>Nicolás Grijalva y Ortiz</i>	
Algunos recuerdos y reflexiones	16
<i>Saúl Álvarez Borrego</i>	
CICESE, una institución consolidada	18
<i>Mario Martínez García</i>	
Ensenada y CICESE: una visión optimista del futuro	22
<i>Francisco Javier Mendieta Jiménez</i>	

Externos

Una hazaña digna de elogio y admiración	26
<i>René Asomoza Palacio</i>	
Una alianza en pos de las comunicaciones unificadas a nivel mundial	27
<i>Alejandro Bustamante Gutiérrez</i>	
El CICESE, una institución de excelencia	29
<i>Enrique Cabrero Mendoza</i>	
¿Qué representan 40 años?	31
<i>Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM</i>	
CICESE presente en mi vida académica	32
<i>Elva Escobar Briones</i>	
Cuarenta años tejiendo sueños	33
<i>Exequiel Ezcurra</i>	
CICESE cerca de la problemática social y productiva de la región y de México	34
<i>Sergio Guevara Escamilla</i>	
El CICESE en su 40 aniversario	35
<i>Alba Alicia Mora Castellanos</i>	
Evocando al CICESE	36
<i>Norma Patricia Muñoz Sevilla</i>	

Visión del gobierno de Baja California al cumplir el CICESE 40 años de existencia	37
<i>José Guadalupe Osuna Millán</i>	
40 años: el preludio de descubrimientos y desarrollos próximos	38
<i>Francisco Reyes Baños</i>	
CICESE: 40 años	39
<i>Juan Carlos Romero Hicks</i>	

2. GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO

Ciencias del mar

Contribuciones del Departamento de Oceanografía Física: 1973-2013	43
<i>José Gómez Valdés, Manuel López, Miguel Lavín, Julio Candela, Julio Sheinbaum, José Luis Ochoa</i>	
Producción fitoplanctónica en el mar	53
<i>Saúl Álvarez Borrego</i>	
Biodiversidad marina de Baja California	57
<i>Luis Calderón, Horacio de la Cueva, Rubén Lara Lara, Leonardo Lizárraga Partida, Héctor Reyes Bonilla, Citlali Sánchez Robles</i>	
Conocer para alcanzar una pesca sustentable	62
<i>Oscar Sosa Nishizaki</i>	
Desarrollo de los estudios de acuicultura	72
<i>Miguel Ángel del Río Portilla</i>	
Clima y cambio climático	77
<i>Adriana Castillo Blancarte, Tereza Cavazos, Juan Carlos Herguera, Edgar Pavía</i>	

Ciencias físicas

Telecomunicaciones: cuatro décadas de orgullo y liderazgo	85
<i>Horacio Soto Ortiz</i>	
La ciencia de la luz	92
<i>Héctor M. Escamilla, Eugenio R. Méndez</i>	
Computación ubicua y su aplicación en el cuidado de la salud	97
<i>Jesús Favela Vara</i>	
Biología y luz, un novedoso acercamiento	101
<i>Santiago Camacho López, Israel Rocha Mendoza</i>	
Evolución vertiginosa de las ciencias computacionales	106
<i>José Alberto Fernández Zepeda</i>	

Ciencias de la Tierra

Tras la huella de los sismos: un registro en el noroeste mexicano	111
<i>Víctor Wong Ortega, Luis Munguía Orozco</i>	

De lo local a lo internacional: una vocación en los estudios de las Ciencias de la Tierra	119
<i>Enrique Gómez Treviño</i>	
El estudio del agua, una aproximación multidisciplinaria	126
<i>Adriana Castillo Blancarte, Edgardo Cañón Tapia</i>	
Ciencias de la vida	
Baja California, una extraordinaria biodiversidad	131
<i>María Concepción Aguilar, William C. Clark, Horacio de la Cueva, Jaime Luévano, Eric Mellink</i>	
La medicina que viene del mar	135
<i>Alexei F. Licea Navarro</i>	
Cómo hacer ciencia y para qué	
Cómputo de frontera en apoyo a la investigación	139
<i>Roberto Ulises Cruz Aguirre, Raúl Rivera Rodríguez</i>	
Sin fronteras: La investigación interdisciplinaria y el derrame del Golfo de México	144
<i>Sharon Z. Herzka, Juan Carlos Herguera, Julio Sheinbaum, Alexei Licea</i>	
Retos y paradigmas: de la gestión tecnológica al impulso de la innovación	150
<i>Carlos Gerardo López Hernández</i>	
3. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO: EL POSGRADO EN EL CICESE	157
<i>Erick Falcón</i>	
4. LAS UNIDADES FORÁNEAS	
Unidad La Paz: inicio, evolución y estado actual	168
<i>Luis Manuel Farfán Molina</i>	
Unidad Monterrey: conocimiento para la innovación	174
<i>Arturo Serrano, Candelario Moyeda, Roberto Ulises Cruz Aguirre</i>	
Unidad de Transferencia Tecnológica Tepic	178
<i>José Alberto Fernández Zepeda</i>	
5. COMUNICAR A LA SOCIEDAD QUE NOS SUSTENTA	183
<i>Norma Herrera</i>	
6. CUARENTA AÑOS DE CRECIMIENTO	
Infraestructura científica	198
Premios otorgados al CICESE y su comunidad	210
Compendio estadístico	216
CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS	231





Los primeros 40 años, reflexiones y el futuro

DIRECTOR GENERAL: Dr. Federico Graef Ziehl

Me siento privilegiado de participar en la celebración de los primeros 40 años del CICESE y tener la oportunidad de escribir algunas reflexiones al respecto. Pienso en la evolución del CICESE con el sesgo de un oceanógrafo físico: como una corriente oceánica con remolinos, meandros, inestabilidades y que varía incesantemente en espacio y tiempo, como son todas las grandes corrientes. Efectivamente, el CICESE ha llevado un rumbo, una dirección preferente, pero en el camino ha habido obstáculos, desviaciones (como remolinos y meandros), etapas de poco y acelerado crecimiento (alta variabilidad temporal), así como situaciones difíciles.

Hace 40 años un grupo de gente visionaria y entusiasta comenzó este gran proyecto, lideradas por el Dr. Nicolás Grijalva, quien fue el primer director general. En ese grupo estaban Gerardo Bueno, Eugenio Méndez Docurro, Raúl Ondarza, Arcadio Póveda y seguramente algunos más; una disculpa por los que haya omitido. Hoy podemos decir que el objetivo planteado por aquellas personas al fundar el CICESE ha sido cumplido con creces. No sólo eso, sino que, como lo dice el Dr. Javier Mendieta, director general de 1997 a 2005, las expectativas de aquellos fundadores “han sido rebasadas”.

El CICESE ha sostenido en su evolución los ejes principales de su quehacer: investigación científica, formación de recursos humanos a nivel posgrado y vinculación. También ha ido generando y creando los espacios necesarios en función de las demandas externas e internas. Ciertamente mucho ha tenido que ver en la evolución de las diferentes etapas de la institución, la visión y el liderazgo de los directores generales que me antecedieron: Nicolás Grijalva, Saúl Álvarez, Mario Martínez y Javier Mendieta.

¿Quién de aquellos pioneros fundadores del CICESE se hubiera podido imaginar lo que es hoy después de 40 años? Nadie, ni el más optimista. En un país de luces y sombras (como dijera Juan Carlos Romero Hicks) resulta difícil creer que un centro de investigación científica y educación a nivel posgrado que nació en 1973 con un puñado de personas instaladas en un par de cuartos, en la esquina de las calles Novena y Ruiz, en el corazón de nuestra querida Ensenada, se convertiría en el más grande de los centros CONACYT, tanto en número de investigadores como en presupuesto fiscal.

El CICESE de hoy es un referente en el contexto científico nacional, con presencia y reconocimiento internacional, que cuenta con aproximadamente 180 investigadores desarrollando alrededor de 270 proyectos con financiamiento externo; que ha producido más de 1,700 graduados de maestría y casi 400 de doctorado, y que durante 2012 tuvo ingresos externos equivalentes a 58 por ciento del presupuesto fiscal. Somos un centro de excelencia en investigación científica, en formación de recursos humanos y en vinculación, que atiende algunos de los grandes problemas nacionales como agua, medio ambiente y salud. También incidimos en los grandes desafíos de la humanidad como cambio climático, desarrollo sustentable y aún de manera incipiente en energías alternas y en temas de actualidad como el manejo de datos masivos (*big data*). Nuestros investigadores y estudiantes reciben premios y distinciones a nivel nacional e internacional.

En 40 años la evolución ha sido en todos sentidos: de aquellas modestas oficinas al maravilloso campus que hoy tenemos, además de las unidades foráneas en La Paz, Monterrey y Nayarit. Pasamos de cero a 157 laboratorios especializados; de 10 a más de 500 empleados; de un posgrado inicial con 11 estudiantes a contar con una matrícula estudiantil que actualmente rebasa los 450 alumnos inscritos en 19 programas de posgrado, todos registrados en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad CONACYT-SEP, de los cuales 6 son de competencia internacional.

En el ámbito nacional, estamos fuertemente vinculados con instituciones públicas de la talla de PEMEX, CFE, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA, INECC, gobierno de Baja California, entre otros. También con empresas privadas como Laboratorios Silanes, Minera Peñoles, Plamex, Telnor. Además colaboramos con el sector social, con productores acuícolas y agrícolas de Baja California. Destacan por su envergadura e impacto los proyectos desarrollados con PEMEX Exploración y Producción, hasta ahora los más grandes en la historia de nuestra institución.

Las modificaciones a la Ley de Ciencia y Tecnología en 2009 abrieron la posibilidad de crear Unidades de Vinculación y Transferencia del Conocimiento (UVTC) para fomentar ambas actividades. Así fue como constituimos la primera de estas unidades en el país: BajaInnova S.A.P.I. de C.V., empresa cuyos socios son Avanza Capital (privada), el CIBNOR y el CICESE, la cual permitirá llevar a cabo proyectos de vinculación de una manera muy expedita.

Actualmente en el CICESE tenemos cerca de 300 convenios generales y específicos de colaboración con instituciones académicas, gubernamentales, centros de investigación, empresas y ONG, de los cuales 59 son internacionales con países como Francia, Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Colombia, Perú, Venezuela, Brasil y España, entre otros. Durante 2012 firmamos 117 convenios, lo que equivale a más de dos por semana.

Cumplir cuatro décadas de existencia ciertamente motiva la celebración, y hay que hacerlo en grande, pero también nos invita a reflexionar; hacer un alto en el camino y analizar qué y cómo hemos logrado

lo que tenemos, y sobre todo, en recapacitar sobre los retos y desafíos que nos depara el futuro. ¿Hacia dónde va el CICESE? Es una pregunta de gran pertinencia, más en el contexto actual en el que la ciencia, la tecnología e innovación son, según el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, factores que impulsan el desarrollo nacional para alcanzar el objetivo final de llevar a México a su máximo potencial. Así, los centros públicos de investigación como el CICESE serán instrumentos que jugarán un papel cada vez más relevante en la atención de los grandes problemas nacionales. Esto nos dará mayor visibilidad, lo que a su vez implica una mayor responsabilidad por lo que, obligadamente, tendremos que redoblar esfuerzos.

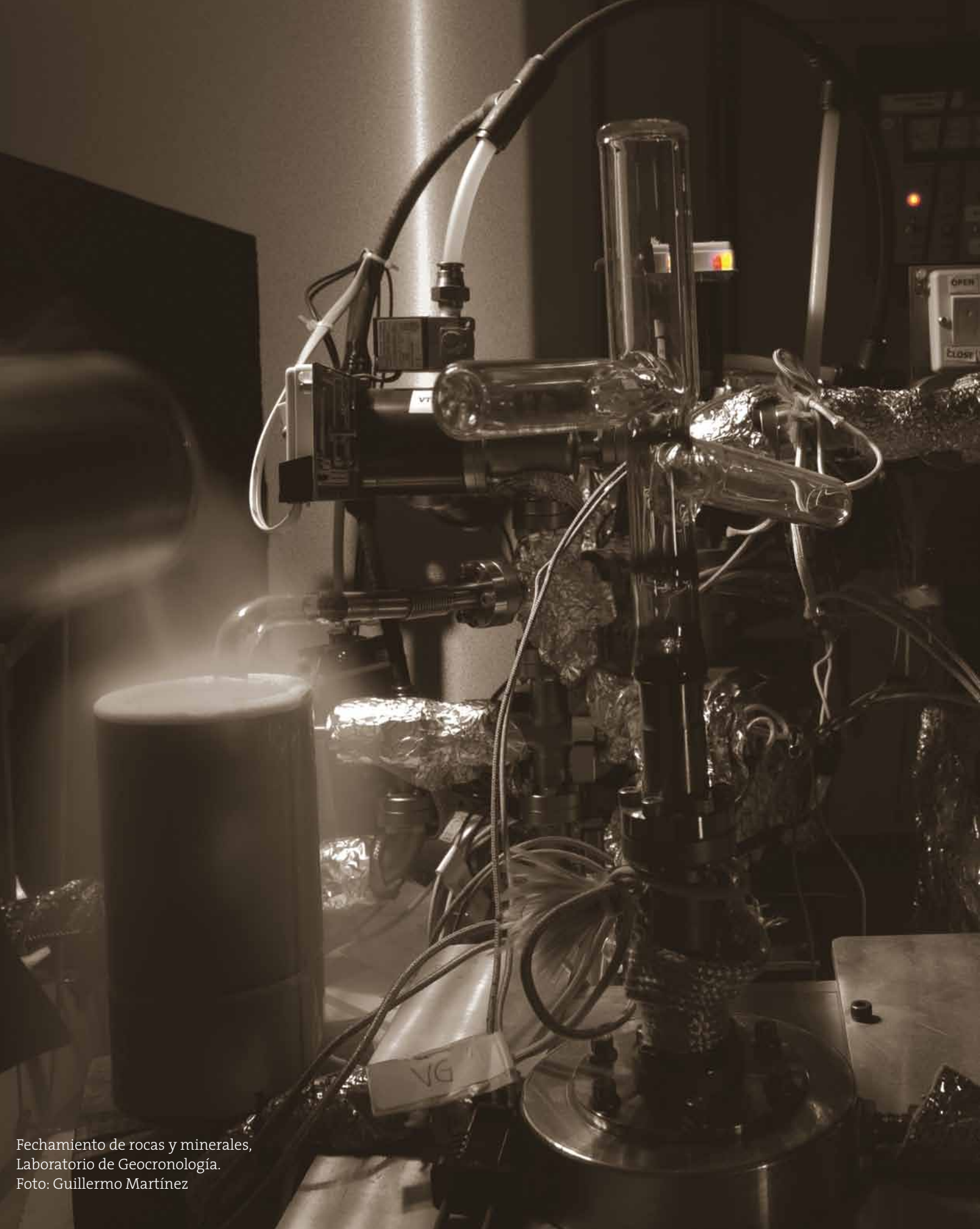
Parte de la celebración de los primeros 40 años de una institución se basa en evocaciones. Para muchos de los que hoy en día pertenecemos al CICESE, su historia está en el presente. Algunos, pocos, han estado en el centro desde su inicio. Lo cierto es que el CICESE de hoy es muy diferente al de 1973. Este año 2013 es emblemático para nosotros, pues encara una etapa institucional madura, consolidada, en la que estamos transfiriendo el conocimiento generado a través de los proyectos de investigación en las disciplinas que cultiva el CICESE para coadyuvar en la solución de problemas de nuestra sociedad, haciendo ciencia y tecnología consecuente y pertinente.

Este no es un aniversario más. Son los cuarenta años que cumple el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Durante este tiempo hemos logrado cumplir con nuestros objetivos y alcanzar metas. Lograrlo ha requerido del trabajo, la entrega y la vocación de investigadores, técnicos, personal administrativo y de apoyo, muchos de ellos ya retirados de la institución; de la participación de los estudiantes de maestría y doctorado en los proyectos de investigación que cristalizan en sus tesis, y de la suma de entusiasmo, responsabilidad y lealtad del grupo directivo, jefes de departamento y mandos medios y superiores. A todos ellos, mi agradecimiento más profundo.

¿Qué sigue? Para una institución como el CICESE, el estancamiento es inadmisibles. Debemos continuar promoviendo en nuestro centro la cultura de la calidad y la excelencia a través de una planeación y autoevaluación constante. A nivel sistema de centros CONACYT se vuelve urgente la renovación del personal científico y tecnológico, así como buscar formas innovadoras que permitan un esquema complementario de jubilación. Seguiremos fomentando y fortaleciendo la vinculación y la transferencia de tecnología, la modernización, la internacionalización, el liderazgo y la participación en proyectos de gran envergadura; procuraremos mantener y desarrollar la infraestructura como soporte del trabajo sustantivo del centro. Pero sobre todo, debemos continuar impulsando el desarrollo de la investigación científica de frontera y la formación de recursos humanos de excelencia, que es nuestra razón de ser.

¡Felicidades, CICESE, por estos primeros 40 años!

Ensenada, Baja California, junio de 2013.



Fechamiento de rocas y minerales,
Laboratorio de Geocronología.
Foto: Guillermo Martínez

1



Reflexiones



¿Por qué se fundó el CICESE?

EXDIRECTOR: Nicolás Grijalva y Ortiz*

Sin entrar en detalles, escribo mi versión de por qué se fundó el CICESE. Este centro nació de una idea que se formó antes de que existiera el CONACYT y de que interviniera la UNAM. Lo realmente importante en esos momentos fueron la Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCM) de la UABC y el Scripps Institution of Oceanography (SIO) de la UCSD.

Fue durante el año de 1968 en que la inquietud empezó a formarse. Yo era director de la Escuela Superior de Ciencias Marinas y veía a los alumnos que entraban y salían de aquel lugar, una especie de bodega adaptada para tener salones, auditorio y administración. Los maestros, salvo unos cuantos, no eran científicos sino ingenieros y profesionistas.

Pensaba que era injusto lanzar a los egresados a un mundo que los esperaba con ansia, sin estar lo suficientemente preparados para las tareas de un oceanólogo. Necesitaban prepararse y estudiar un posgrado o una especialización. En parte de ahí brotó el proyecto; quería que existiera un lugar adecuado y que los estudiantes tuvieran mejor preparación.

Además existía otro motivo: tenía una gran deuda con México. Había estudiado en el extranjero y todos los costos de mi educación los había pagado mi país a través de la UNAM. Conocí instituciones de mucho prestigio, como el Institut für Merreskunde en Hamburgo, Alemania, y el Institut for Oceanography en Bergen, Noruega, el Institut for Statistik en el Laereanstahl, en Copenhague, Dina-

marca, y deseaba una institución semejante en México. En esos momentos trabajaba en el Scripps Institution of Oceanography en La Jolla, California. Era investigador y daba clases de alto nivel.

Dos años antes, en 1966, conocí al Dr. Charles S. Cox en la Universidad Lomonosof en Moscú, Rusia. Él era profesor del SIO y me invitó a colaborar a la Escuela de Ciencias Marinas localizada en Ensenada, Baja California, donde me ofreció un puesto de investigación. Yo acepté. Los grandes promotores de la ciencia en Ensenada fueron los maestros que vinieron de Scripps a dar clases en Ciencias Marinas, como el Dr. Gordon Groves, el Dr. Hebert York, el Dr. Myrl Hendershott, el mismo Dr. Cox y otros muchos.

El propósito de formar un centro científico en Ensenada iba creciendo poco a poco. Entonces lo comenté con mis colegas y muchos de ellos me animaron con mi propósito. El Dr. Cox, principalmente, también el Dr. Hendershott. El Dr. William Nierenberg (QEPD), quien era director del SIO, me dijo que era una magnífica idea. Recuerdo a muchos de mis amigos que me alentaron, entre ellos el inolvidable Prof. Víctor Vacquier (QEPD). Todos vieron el comienzo de la institución desde su principio hasta que alcanzó su desarrollo.

En esos días, mis alumnos de Ensenada venían a visitarme a La Jolla y los recibía con cariño. Uno de los primeros fue Saúl Álvarez Borrego, luego siguieron otros más: Luis Gutiérrez Malagebich, Leonel López de los Ríos, y pasaban en mi casa unos días.

En noviembre de 1969, el candidato a la presidencia del país, Lic. Luis Echeverría Álvarez, vino a Ensenada a visitar la ESCM. El Lic. Rafael Soto Gil, rector de la UABC y yo lo esperamos en la entrada y después de los saludos le hablé de mi idea, del centro científico. Me oyó y dijo que, si lo favorecía el voto, se acordaría de mí. Lo que siguió fue bastante desagradable, pues unos muchachos de Tijuana subieron a la tribuna y lo insultaron. El candidato a la presidencia salió furioso.

En diciembre de 1970, terminó mi gestión como director de la ESCM y entregué la dirección al Oc. Carlos de Alba. Regresé a La Jolla y también a mi trabajo en la UNAM. Iba a La Jolla tres meses al año y el resto lo pasaba en el Instituto de Geofísica. Un día me encontré a un gran amigo, el Dr. Arcadio Poveda, director del Instituto de Astronomía, y me preguntó si seguía con mi idea del centro en Ensenada. Me dijo: "Te voy a ayudar."

En 1971, vine a Ensenada a visitar a mis amigos y me encontré con la noticia de que el Lic. Luis Echeverría estaba en la ciudad, pues apadrinó a la generación de oceanólogos que se recibió ese año. Hubo una gran ceremonia y, en ella, el Ing. Eugenio Méndez Docurro, director general del CONACYT, dijo que el centro que se propuso para Ensenada había sido aprobado y me nombró como autor de la idea.

Ya de regreso en México, el Dr. Poveda me ayudó en gran forma. Me presentó al Dr. Guillermo Soberrón, director del Consejo Técnico de la Investigación Científica (COTIC), a quien la idea le pareció muy bien. Nos indicó que era el CONACYT (que se había fundado en 1970) quien nos apoyaría, pero antes, debía formular un proyecto que, de ser aprobado por los directores que formaban el consejo, la UNAM pediría al CONACYT que lo subvencionara.

Se estaba construyendo el Observatorio Astronómico Nacional en la sierra de San Pedro Mártir y luego se fundó una sección del Instituto de Astronomía en Ensenada. Todo esto bajo la dirección del Dr. Poveda. En esto lo ayudé con mi granito de arena. Una vez comentamos él y yo: “Vamos a hacer de Ensenada una ciudad universitaria”.

La idea salió de la UNAM en forma de un proyecto de investigación, el 027, que concedía el CONACYT al Instituto de Geofísica. Fue aprobado en junio de 1972. Se llevaría a cabo en Ensenada, y así comenzó la historia oficial.

Poco tiempo después, llegó el M. en C. Juan Antonio Madrid y se formó el grupo de Geofísica; posteriormente, se formó también el de Física Aplicada y, con el que yo tenía de Oceanografía, sumaron tres grupos de investigación. Desde que se aprobó el proyecto llegaron alumnos que pronto se distribuyeron en los grupos de trabajo. Recuerdo a José Luis Ochoa, a Luis Munguía y a María Luisa Argote.

En enero de 1973, casi se cierra el incipiente centro científico por falta de fondos. El director general del CONACYT me dijo que no habría fondos por tres meses. Tuve que afrontar la crisis y poner mucho de mi dinero para que el centro siguiera su camino. Entonces el Dr. Poveda me ayudó con una buena cantidad, pero no fue suficiente y contraí una deuda.

En septiembre de 1973, salió el decreto presidencial y el proyecto se transformó en un centro de investigación del sector público. Aquel centro sin nombre todavía fue llamado Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Es ahora, a cuarenta años de distancia, una gran institución que ha crecido y ha llegado a ser importante para el país y en el consenso mundial.

A fines de 1974, pedí una licencia y me retiré. Dejé al Dr. Mario Martínez encargado de la dirección. Fui a ver al médico pues mi salud ya estaba en estado crítico. Regresé a la ciudad de México a someterme a tratamiento. Aún así, regresé a saldar la deuda que había contraído.

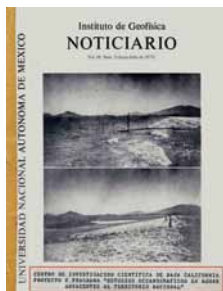
Lo que tuve que pagar por la fundación del centro fue enorme. Mi familia me abandonó. Me quedé sin dinero, con deudas y mi salud estaba seriamente averiada. Pasaron meses antes de recuperarme. Pero no se acabaron mis agravios. Después vinieron en forma de ingratitudes.

En septiembre de 1977, el CICESE publicó una Colección de Reimpresos (1). En ella, el Dr. Saúl Álvarez Borrego me hizo una dedicatoria. No podía esperar menos de él.

Las cosas cambiaron cuando el Dr. Francisco Javier Mendieta, hombre probo de gran solvencia científica, llegó a la dirección general del CICESE. En 1999, me invitó a visitar la institución y me trató con cortesía y amabilidad. Me otorgó un puesto. Ahora somos magníficos amigos.

La respuesta de por qué se fundó el CICESE para mi queda clara. Fue una idea que hice crecer y que, debido a mi esfuerzo, se convirtió en realidad. Además, en esa ocasión estuve en el lugar indicado y dispuesto a sacrificar todo. Pero valió la pena. En cada aniversario, en cada logro de la institución y en las graduaciones de los alumnos, yo, a solas, experimento una gran satisfacción.

Heroica Puebla de Zaragoza, 22 de febrero de 2013.



*El Dr. Nicolás Grijalva y Ortiz fue director fundador del CICESE. Actualmente es profesor investigador en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

(1) Colección de Reimpresos 1972 - 1976, CICESE.



Algunos recuerdos y reflexiones

EXDIRECTOR: Saúl Álvarez Borrego*

En los análisis históricos de la educación superior y la investigación científica en México, se reconoce el sexenio del presidente Luis Echeverría Álvarez como un parteaguas. Antes de 1970, el desarrollo era lento y sin apoyos apropiados. Como uno de sus primeros actos de gobierno, a unos días de su toma de protesta en diciembre de 1970, el presidente Echeverría Álvarez decretó la creación del CONACYT. Antes existía un Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) que básicamente se dedicaba a otorgar becas de posgrado a un poco más de un centenar de estudiantes. Un estudio del INIC presentado al candidato a la presidencia de la república en 1970 manifestaba, entre otras cosas, que la investigación científica en México era muy incipiente y que lo poco que se hacía se realizaba muy concentrado en la ciudad de México. Se planteaba la urgencia de una descentralización de la investigación científica en nuestro país. El CONACYT promovió la creación de centros de investigación científica en diferentes puntos del mapa nacional, el primero de los cuales fue nuestro CICESE. ¿Por qué se decretó la creación del primer centro en Ensenada? Primero porque el proponente fue el Dr. Nicolás Grijalva Ortiz, quien había sido director de la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (ESCM-UABC). Nicolás había estado promoviendo esta propuesta desde 1970, año en el que se la presentó al candidato Echeverría en su visita a Ensenada. La existencia de la ESCM desde 1961 le daba un sello de ciencia a Ensenada y además la posibilidad de que los egresados se interesaran en estudiar el posgrado en el CICESE o de trabajar como técnicos de apoyo a las labores de investigación. La cercanía con la Institución Scripps de Oceanografía y otras instituciones de investigación en San Diego también fueron un elemento que se consideró importante para el apoyo a la entonces naciente institución, aspecto que consideraron los miembros de la comisión de evaluación de la propuesta.

Una vez publicado el decreto de creación del CICESE, hubo un camino largo para llevar al centro del papel a una realidad digna de su encomienda. Los estudiantes e investigadores que han arribado a nuestro centro en los últimos años se encuentran con instalaciones que son para nosotros un verdadero orgullo. Pero en un principio se rentaban locales que dejaban mucho que desear, como el galarrón de la calle 17 y la esquina de 9 y Gastélum. Esto iba aparejado con grandes deficiencias como la falta de una biblioteca apropiada en los tiempos en que no existía el internet. Pero, cuando se está hasta abajo, sólo queda un camino: hacia arriba. Para la realidad que vivía el país, se aprovecharon grandemente los apoyos de los sexenios 1970-1976 y 1977-1982. Se adquirieron primero tres hectáreas de terreno en 1975 para sumarse a la media hectárea original con la que por donación nació el centro. En 1979, el centro le donó al Instituto de Astronomía media hectárea para asegurar un desarrollo académico concentrado en el mismo lugar. Luego, en 1981, se adquirieron 11 hectáreas más para lo que se dijo aseguraría el crecimiento vital del centro a medio siglo.

En 1977, se dio un gran paso al adquirir la minicomputadora Prime-400 y, en 1978, se construyó el primer edificio en los terrenos del CICESE. Es importante remarcar que la participación entusiasta del personal del centro ha sido fundamental en el proceso de desarrollo. No fue fácil en aquellos primeros años convencer a los funcionarios del CONACYT, de la secretaría de Hacienda y de Programación y Presupuesto para que se otorgasen los apoyos requeridos. Pero nuestros investigadores lograron motivarlos a través de la exposición de sus resultados y de la necesidad de hacer más. Hace 40 años no había cultura de investigación científica y de educación de posgrado en nuestro país. Nuestra sociedad no entendía para qué educar maestros y doctores en ciencia. En el momento de creación del CICESE, se tenía como la más grande de las metas personales obtener un grado universitario de licenciatura. Todo eso ha cambiado, la educación de posgrado ha permeado diversos ámbitos de nuestra sociedad. Cuando se eleva el nivel de aspiración de la educación se elevan muchos otros aspectos. El CICESE ha sido un gran actor de este cambio en la sociedad mexicana. Su impacto más grande es a través de sus egresados. ¡Felicitémonos! ¡Feliz 40 aniversario a toda la comunidad del CICESE!



*El Dr. Saúl Álvarez Borrego fue director interino del CICESE de 1975 a 1981; director general, de 1981 a 1989; actualmente es investigador titular del Departamento de Ecología Marina.



CICESE, una institución consolidada

EXDIRECTOR: Mario Martínez García *

En 1993, con motivo de la celebración del 20° aniversario de la creación del CICESE, siendo director general escribí en la presentación del *Compendio de Productividad* de ese año:

“A lo largo de este tiempo, el CICESE ha sufrido importantes transformaciones tanto en su estructura organizacional como en su infraestructura física. Ha crecido desde un modesto local rentado en el centro de la ciudad hasta el actual campus en el que se albergan las tres divisiones y en el que se continúan las construcciones de nuevos y funcionales edificios, para una nueva biblioteca y una extensión de la División de Oceanología. Esto, sin duda, nos llena de profunda satisfacción y orgullo, porque es el fruto del trabajo de mucha gente: de los investigadores, porque con la calidad de su trabajo se ha logrado un reconocimiento tanto en nivel nacional como internacional; de sus estudiantes, porque una vez que se gradúan se convierten a su vez en investigadores bien capacitados e imbuidos con la filosofía de realizar investigación de excelencia; de sus autoridades, pasadas y presentes, porque han sabido conducir acertadamente esta gran nave y salvado obstáculos para seguir avanzando; del personal administrativo y de apoyo, porque brindan las condiciones para que los académicos realicemos nuestro trabajo. Pero posiblemente el mayor éxito del CICESE en estos 20 años desde su creación sea haber demostrado que sí es posible hacer buena ciencia fuera del centro del país. Que cuando hay voluntad, capacidad y decisión no hay obstáculo que no pueda salvarse ni adversidad que no pueda superarse. Que cuando se cuenta con un ambiente propicio para el trabajo académico las ideas florecen y la creatividad se estimula.”

A 20 años de distancia, al conmemorar en 2013 el 40º aniversario de su fundación, el CICESE ha ganado a pulso su prestigio y, cada vez, más la sociedad se da cuenta de la importancia que tienen para el país instituciones como ésta. Considero hoy al CICESE como una institución consolidada, que cuenta con un cuerpo de investigación reconocido internacionalmente, que mantiene programas conjuntos de excelencia académica con diferentes instituciones nacionales y extranjeras, que ha prosperado al incursionar en el desarrollo tecnológico y que destaca al formar nuevo capital humano.

Pero no siempre fue así.

En junio de 1973, por intermediación de Arcadio Poveda ingresé al CICESE. Yo era astrónomo y, eventualmente, tocaba Ensenada de paso a San Pedro Mártir. Fue Arcadio quien hizo que me interesara por un proyecto recién abierto por el CONACYT, donde participaban investigadores de la UNAM –del Instituto de Geofísica– y que encabezaba el Dr. Nicolás Grijalva.

Este proyecto se albergó en lo que hoy es el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada que, desde el verano del año anterior, había comenzado actividades de investigación y docencia con otro proyecto del CONACYT, sobre oceanografía, y con un grupo de alumnos provenientes de la ciudad de México y algunos de la UABC.

En esa época, ocupábamos un par de oficinas localizadas en Gastélum y calle Novena, a un lado de la que ocupaba el Observatorio Astronómico Nacional. Empecé a trabajar con el grupo de Física Aplicada, que formamos con Harold Johnson y un par de americanos. Juan Madrid ya trabajaba en Geofísica, y recuerdo que invitaban a Alfonso Reyes, que estaba en el Instituto Oceanográfico Scripps, en La Jolla, a que viniera a impartir algunos cursos de sismología los sábados; otras personas de la UNAM venían por periodos a dar cursos. Fue una época muy interesante; éramos un grupo muy pequeño, todos muy integrados, muy unidos.

En ese tiempo, conforme crecía el centro, Nicolás Grijalva se mantenía como director, y Juan Madrid y yo funcionábamos como Consejo Técnico. A finales de 1974 Nicolás Grijalva dejó la dirección y Saúl Álvarez fue nombrado, a partir de 1975, director interino, y es entonces cuando vi la oportunidad de irme un año a Holanda a trabajar en cuestiones de hidrología.

Para mi sorpresa, cuando regresé, el CICESE se había transformado mucho. Saúl lo había acrecentado bastante. Había abierto el área de Ecología Marina y a mí me habían cambiado de Física Aplicada a Geofísica; los grupos ya estaban mucho más integrados. El CICESE estaba creciendo muy rápidamente. Durante un tiempo trabajé en Geofísica, empezando casi de cero. Como en Holanda había trabajado en búsqueda de acuíferos subterráneos, me fui sobre ese tema. Con el tiempo me relacioné con la Universidad de California en Berkeley, con el director Frank Morrison y con Ricardo Fernán-

dez, quien luego estuvo con nosotros un tiempo. Así es como empecé a trabajar en manto telúrico y en otras áreas de la geofísica.

Y así todos los que trabajamos en esa época empezamos a hacer la ciencia de Baja California, una ciencia que al paso de los años probó ser exitosa, que logró desarrollar el potencial científico de esta región y rompió con el paradigma centralista de que sólo podía realizarse en ciudades como el Distrito Federal, o en instituciones como la UNAM.

En 1989, cuando asumí la dirección del CICESE, había 93 investigadores en total –71 reconocidos en el SNI–, 93 técnicos y la plantilla de personal ascendía a 331 trabajadores. Había 112 estudiantes de maestría y 21 de doctorado; contábamos con los edificios de Física Aplicada y de Ciencias de la Tierra, y el de Oceanología estaba en su fase final de construcción. La División de Oceanología, la Dirección Académica y la Dirección General ocupaban dos edificios rentados en distintos puntos de la ciudad. Habíamos graduado 184 maestros en ciencias y 4 doctores, y teníamos 53 tesis de licenciatura elaboradas en el CICESE para diversas instituciones académicas del país. Nuestra cabeza del sector en 1989 era la Secretaría de Programación y Presupuestación (SPP).

Teniendo esto como base, sentí que el CICESE, como cualquier otra institución académica en México, podía llegar a ser un centro de investigación de clase mundial; lo que necesitaba era la visión, el empuje y el entusiasmo de su gente para lograrlo. Porque siempre he pensado que el trabajo en una institución como ésta es de toda la gente, no solamente de un líder. Todos tienen que estar motivados y saber por qué estamos aquí, tratando de seguir un objetivo en común.

No sé si lo habré logrado o no, pero siempre traté de inducirle a todos que teníamos un objetivo común y que era alcanzable: ser una institución de nivel mundial, una institución de excelencia. Teníamos investigadores de primera línea, capaces de competir con investigadores de talla internacional; contábamos con estudiantes que estaban siendo preparados al mismo nivel que cualquier otro y teníamos programas internacionales que nos reconocían.

Fue una época muy interesante y, por fortuna, las autoridades en México nos prestaron atención. Pudimos establecer así el pago de estímulos para motivar la productividad de nuestros investigadores, técnicos y personal administrativo; instituímos un innovador programa para fomentar la calidad en los procesos internos; promovimos que los investigadores que no tuvieran doctorado, lo concluyeran, y concertamos para que la repartición interna del presupuesto se hiciera con base en la productividad de los grupos.

Desarrollar la excelencia científica y tecnológica bajo un esquema de contracción económica y reducción presupuestal fue, sin duda, la premisa a lograr en esos años. Afortunadamente, los apoyos

otorgados por el CONACYT, la SPP y la SEP (en marzo de 1992 pasó a ser nuestra coordinadora sectorial) y esta visión integradora que traté de impulsar permitieron la unificación de todo el CICESE en un solo campus.

Además, gracias al trabajo conjunto del personal, directivos y autoridades del sector acrecentamos nuestras capacidades en varias áreas:

- En equipamiento científico, con nuestro barco oceanográfico *Francisco de Ulloa* o el laboratorio de altas frecuencias con tecnología de arseniuro de galio, ambos en 1993, o la adquisición de nuestra primera supercomputadora en 1996.
- La extensión de nuestros campos de estudio, con la creación del Departamento de Geología y la apertura de nuestra unidad foránea en La Paz, Baja California Sur.
- Con el establecimiento de planes específicos para tener una mejor vinculación –creamos la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica en 1990 y la Dirección de Gestión Tecnológica en 1991–.
- Con una revisión de nuestros posgrados que nos llevó a reactivar el de Ciencias de la Computación, unificar el de Ciencias de la Tierra y crear la Maestría en Administración Integral del Ambiente con El Colef.
- Al cambiar la estructura administrativa del centro, creando cuatro subdirecciones y la Subdirección de Cómputo y Redes.

Si el CICESE es hoy una institución de referencia en el contexto científico internacional se debe al esfuerzo, dedicación y creatividad de todos los que integran esta gran familia. ¡Felicidades a todos por sus logros!



* El Dr. Mario Martínez fue director del CICESE, de 1989 a 1997.



Ensenada y CICESE: una visión optimista del futuro

EXDIRECTOR: Francisco Javier Mendieta Jiménez*

Desde Ensenada, desde Baja California, desde “el otro México”, se construye una ciencia que permite, como metafóricamente “el Aleph”, observar el mundo en su conjunto: pasado, presente y futuro. A través del método, la razón y la inspiración que provee la ciencia, esta luminosa ciudad es un punto en el espacio desde donde podemos pensar el futuro, diseñar un futuro, inventar nuestro futuro. Con la ciencia y la tecnología podemos representar y construir el mundo que queremos: digitalización, máquina, movilidad, ciudad, sociedad, naturaleza, exploración de la Tierra y del cosmos, medio ambiente, cultura, bienestar.

La investigación científica y tecnológica provee oportunidades únicas para la creación de bienes y servicios útiles y redituables, tanto públicos como comerciales, con una diversidad de actividades. Ahora, desde una perspectiva socioeconómica, las decisiones gubernamentales para invertir en ciencia y tecnología en instituciones públicas, y para impulsar al sector privado a hacerlo también, deben estar basadas en la contribución a la solución de las grandes necesidades de la sociedad.

El CICESE, desde su creación, se ha insertado muy bien en este escenario: ha generado conocimiento y ha aprovechado los resultados de la ciencia y la tecnología para la atención de los diversos retos de la sociedad moderna: la seguridad, la atención a desastres causados por fenómenos naturales, el acceso a la información, el desarrollo agrícola y pesquero, el agua, la energía, la sustentabilidad ambiental, la educación, la salud, etcétera.

En efecto, hasta fechas recientes los logros de la ciencia y la tecnología en general habían sido cosas aisladas: objetos, dispositivos. Sin embargo, en el siglo XXI son los grandes retos globales los que están perfilando la demanda de resultados de las ciencias y tecnologías: los beneficios sociales están siendo postulados y la realización de los sistemas que atiendan dichas demandas están requiriendo la conjunción de científicos, tecnólogos, ingenieros, humanistas.

En México, hoy esto se materializa en la definición de los cinco ejes de gobierno: México en paz, México incluyente, México próspero, México con educación de calidad y México actor con responsabilidad global. En todos ellos, la ciencia puede jugar un rol central si se logra posicionar en México como un gran habilitador del desarrollo. Hay ya señales muy positivas: 2013 es un año sin precedentes en el incremento al apoyo federal para ciencia y tecnología, aunado a un compromiso de continuidad para alcanzar un nivel relevante del PIB al final del sexenio.

El CICESE ha transitado bien al siglo XXI: está sabiendo equilibrar la ciencia académica inspirada en la búsqueda de conocimiento fundamental, con la ciencia aplicada inspirada por las consideraciones de uso. Ha sabido también, en sus actividades de vinculación con el sector productivo, acoplar la investigación y desarrollo al mercado. El CICESE ha sabido impulsar las actividades de vinculación academia industria para atender de manera conjunta los retos actuales y futuros en un escenario de crecimiento tecnológico acelerado en numerosos sectores en los que el CICESE tiene actividades, con el mejor modelo de creación de valor, que está respondiendo tanto a la demanda de mercado como a la oferta tecnológica en esta economía del conocimiento. Con esto, seguramente, la espléndida ciudad y puerto de Ensenada será muy pronto un polo de competitividad en algunas disciplinas, con lo que se podrá presumir, al igual que en un sector característico de la región, de tecnología ensenadense de *“apelación controlada”*.

El CICESE ha logrado, entonces, posicionarse como una institución de referencia, tanto por su calidad como por su pertinencia, resultado de un trabajo dedicado a lo largo de estos 40 primeros años, constituyendo un ejemplo muy exitoso de descentralización, de atinada visión de sus fundadores y de acertada conducción de sus líderes iniciales. Pero esto no ha sido simple: es el producto de un gran esfuerzo de investigadores, técnicos, personal administrativo, estudiantes, directivos, coordinadoras de sector, órganos externos, apoyos de la ciudad de Ensenada y del estado de Baja California y de los correspondientes en las diferentes unidades foráneas. El CICESE ha decidido tomar retos importantes: ha logrado *“dejar el sendero y entrar al bosque”*; para ello ha sabido usar la inteligencia colectiva, potenciada ahora por la fuerza de los enlaces de comunicación y del Internet, tecnologías de la información de las que el CICESE ha sido un *“adoptador temprano”*, como habilitadoras del proceso de creación científica y tecnológica.

Sabiamente, el CICESE ha conseguido fijar sus metas “*más allá de su alcance... pero no más allá de su visión*”; ha logrado así posicionarse con probada credibilidad y liderazgo en las diferentes disciplinas que pictóricamente representa el mural “Las Ciencias en Baja California”, agrupadas en cuatro áreas temáticas como lo simbolizan las esculturas en el “Sendero de las Ciencias” en el campus Ensenada: “El polvo de estrellas” (Ciencias de la Tierra), “El áureo nautilus” (Oceanología), “El ciberactus” (Biología) y “El átomo radiante” (Física Aplicada), y simultáneamente ha sabido también trascender las fronteras entre las disciplinas, como lo requiere la investigación moderna.

Ha logrado, asimismo, inducir en la comunidad el reconocimiento a la ciencia como un elemento importante en el progreso de la sociedad; es parte central del ecosistema del conocimiento de la bella Cenicienta del Pacífico, interactuando con instituciones hermanas como la UABC, la UNAM y otras públicas y privadas de esta generosa ciudad. Ahora, más allá del conocimiento y de sus aplicaciones, la ciencia provee algo muy importante: valores; el valor del trabajo, el valor del método, el valor de la razón, el valor de la verdad, que necesariamente deben reforzarse en nuestra sociedad, pues afronta amenazas que perniciosamente se están introduciendo en diferentes comunidades. Por ello, la labor del CICESE en este asunto es doblemente importante.

Ahora vienen los retos: como en el género “cyberpunk”, debemos aceptar que “*el futuro ya está aquí, sólo que no está uniformemente distribuido*”, nuestro país tiene retos muy importantes: por un lado, constituye una sociedad postindustrial y, por otro, tiene que atender retos básicos de la sociedad. México es un gran país: la 12^a. economía del mundo, pero tenemos aún tareas pendientes en asuntos centrales como inclusión, innovación, sustentabilidad...

El CICESE está listo para estos retos del siglo XXI, que requieren un esfuerzo conjunto y enfocado; la colaboración nacional e internacional provee el escenario para identificar conjuntamente los efectos deseados, las capacidades disponibles y las estrategias más adecuadas. Entonces, el posicionamiento nacional e internacional del CICESE está siendo muy importante para capitalizar las oportunidades de colaboración, con lo que se sigue integrando a la comunidad científica con interacciones que favorecerán el cumplimiento de su objeto, en ciencia básica y aplicada, ligadas íntimamente a la educación superior para la formación de capital humano, necesarias en la atención a estos retos locales y globales.

La visión del futuro es entonces optimista: aunque los retos de la sociedad y del planeta son enormes, con la integridad y la inteligencia de nuestra gente, y con la sabiduría colectiva, podremos materializar las promesas de la ciencia en resultados relevantes y útiles a la sociedad, al tiempo que construimos capacidades científicas y tecnológicas como base del desarrollo social y económico de nuestra región y nuestro país. Así, el CICESE seguirá siendo un actor cada vez más relevante en este escenario de la sociedad de la información y el conocimiento; y la sublime ciudad de Ensenada,

modelo de aprovechamiento del talento humano para el progreso social y económico. Finalmente, la ciencia y la tecnología son a la vez apasionantes y divertidas; veo entonces un futuro optimista donde el CICESE logrará no sólo la recompensa máxima de influir sobre la condición humana, sino también de deleitarse, a través de la investigación, con el placer del descubrimiento, de la novedad, de la sorpresa, y de la maravillosa expresión del asombro.

Abril de 2013, “Año del 40º Aniversario del CICESE”.



*El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez fue director general del CICESE de junio de 1997 a julio de 2005. Actualmente, es investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones de la División de Física Aplicada del CICESE, con licencia, dirige la Agencia Espacial Mexicana.



Una hazaña digna de elogio y admiración

René Asomoza Palacio*

Crear, mantener y fortalecer una institución de educación superior por varias décadas como un referente nacional en diversos campos de la ciencia y la enseñanza es, sin duda alguna, una hazaña digna de elogio y admiración, sobre todo, en el contexto nacional actual donde la educación superior presenta grandes desafíos.

Es por ello que aprovecho esta ocasión para externar mi más sincera felicitación y admiración al trabajo realizado por cada uno de los miembros que han conformado la comunidad del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), en el marco de su 40º aniversario.

He sido testigo y partícipe del papel que desempeña esta institución en el ámbito educativo y científico tecnológico en nuestro país, ya que durante varios años he sido miembro de su Junta de Gobierno y de su Comisión Dictaminadora Externa, tareas que me honro en desempeñar. Aprovecho la ocasión para agradecer a sus diferentes autoridades, actuales y pasadas, por la confianza depositada en mi persona.

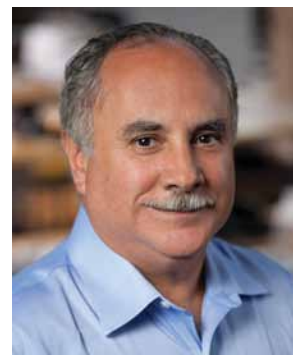
Como podemos constatar día a día por diversos canales de comunicación, la educación en México pasa por momentos decisivos en cuanto a su conformación futura, por eso es grato que, ante esta incertidumbre, existan modelos consolidados de instituciones educativas como el CICESE que, sin duda, serán ejemplo de las bases educativas que cimentarán un mejor futuro educativo en México.

Comunidad del CICESE reciban todos ustedes un cordial abrazo y una calurosa felicitación. Enhorabuena por los primeros 40 años de vida del CICESE.

¡Muchas felicidades!

*El Dr. René Asomoza Palacio es director general del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).

Una alianza en pos de las comunicaciones unificadas a nivel mundial



Alejandro Bustamante Gutiérrez*

En PLANTRONICS, nos sentimos muy afortunados de tener la oportunidad de trabajar exitosamente y de forma muy cercana con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. En el año 2006, PLAMEX S.A. de C.V. inició la relación de colaboración con el CICESE, mediante un proyecto para desarrollar las habilidades técnicas de los ingenieros del Centro de Diseño de PLAMEX en las tecnologías relacionadas con voz sobre el protocolo de Internet (VoIP).

El principal objetivo de esta colaboración fue habilitar la infraestructura necesaria para el establecimiento de un laboratorio para desarrollar y probar los productos de PLAMEX cuya aplicación requieren de la tecnología de VoIP. Este proyecto finalizó en el 2007 y constituyó todo un éxito, ya que todos los objetivos fueron cubiertos en su totalidad. Posteriormente, debido a la naturaleza de los productos que se diseñan y manufacturan, se presentó una nueva necesidad en el Centro de Diseño de PLAMEX, la cual consistía en incrementar los conocimientos en tecnologías relacionadas con las comunicaciones inalámbricas. Para atender este nuevo requerimiento, los investigadores del CICESE y los diseñadores en PLAMEX crearon y ejecutaron un proyecto de capacitación (2007-2008), el cual fue abierto a la comunidad; en este curso participaron doce estudiantes de diversas instituciones locales y treinta ingenieros de PLAMEX.

Como resultado de la exitosa colaboración que ha existido entre PLAMEX y el CICESE, en el 2010, comienza un nuevo proyecto encaminado a incorporar las tecnologías asociadas con las comunicaciones unificadas dentro de la línea de productos de PLAMEX. Debido a las características del proyecto, la participación del CICESE resultó de fundamental importancia ya que se requería desarrollar un producto en el cual se presentaron retos tecnológicos muy significativos; este proyecto finalizó exi-

tosamente gracias a los conocimientos de los investigadores del CICESE y a la experiencia comercial de los diseñadores de PLAMEX. En este mismo periodo, PLAMEX y el CICESE desarrollaron un proyecto de innovación tecnológica titulado “Sistema de comunicaciones unificadas con auricular inalámbrico”; este proyecto consistió en el desarrollo de una plataforma tecnológica que permitirá incrementar el portafolio de productos de la compañía PLAMEX para comunicaciones unificadas. Posteriormente, en 2012 se desarrolló un nuevo proyecto de innovación titulado “Evaluación de desempeño de dispositivos Wi-Fi direct en ambientes de alta densidad”. Cabe señalar que los proyectos de innovación de 2010 y 2012 fueron apoyados por recursos del fondo de innovación tecnológica del CONACYT.

En resumen, la colaboración entre PLAMEX y el CICESE ha dado como resultado la mejora de los conocimientos técnicos de los diseñadores de PLAMEX. De igual forma, se han logrado diseñar nuevos “bloques tecnológicos” con el propósito de que estas soluciones tecnológicas puedan ser incorporadas en diversos productos de la compañía. Con todo esto, se pretende lograr la atracción de nuevos proyectos de desarrollo de alto requerimiento tecnológico basados en comunicaciones unificadas. De esta manera, PLAMEX podrá incrementar su competitividad y logrará posicionarse como líder en comunicaciones unificadas a nivel mundial.

*El Lic. Alejandro Bustamante Gutiérrez es vicepresidente mundial de Operaciones de la empresa PLANTRONICS INC.

El CICESE, una institución de excelencia

Enrique Cabrero Mendoza*



Hablar del crecimiento económico de un país y del bienestar de sus habitantes, es hablar de su desarrollo científico y tecnológico, de la capacidad que como país tenemos para insertarnos en la sociedad del conocimiento; bajo este contexto, México cuenta con el Sistema de Centros Públicos de Investigación del CONACYT, instituciones de excelencia entre las que se encuentra el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE).

El CICESE, reconocido hoy por su notable trayectoria a cuatro décadas de su fundación, es una institución líder en capacidad científica, en la ejecución de proyectos de ciencia básica, en programas de posgrado de calidad y en proyectos de investigación de calidad internacional.

Celebramos su contribución científica en áreas como: oceanología, física aplicada, ciencias de la tierra y biología; su vocación como gran divulgador de la ciencia y formador de recursos humanos de alto nivel; pero sobre todo, que es una institución fiel a su misión primordial: la transferencia del conocimiento y la generación de los elementos adecuados para fortalecer un sistema de ciencia, tecnología e innovación en México.

Reitero mi reconocimiento y admiración a toda la comunidad del CICESE que, durante cuatro décadas de vida institucional, ha contribuido científicamente en temas de interés nacional, como el agua, el desarrollo sustentable, el medio ambiente, las tecnologías de la información, la prevención de desastres y su vocación como gran divulgador de la ciencia, acciones que han propiciado un mejor estadio de la sociedad y mejores condiciones para el desarrollo económico del país.

CICESE se ha consolidado como un centro promotor del saber y la investigación, reconocido ampliamente a nivel nacional e internacional que, gracias al trabajo de alta

calidad y la dedicación de su gente, ha construido el prestigio del que hoy nos congratulamos.

Sin duda alguna, lograrán mantener y consolidar las capacidades científicas que deberán impulsar a la ciencia, a la tecnología y a la innovación, para que de la mano con el CONACYT se alcance el tan anhelado bienestar social que merecen los mexicanos.

Sin más, ¡felicidades, CICESE, por estos primeros 40 años!

* El Dr. Enrique Cabrero Mendoza es director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

¿Qué representan 40 años?

Centro de Nanociencias y Nanotecnología,
UNAM, campus Ensenada.



En el caso de las personas, es la mitad de la vida, cuando se alcanza el equilibrio entre la fortaleza de la juventud y la experiencia de la vida, lo cual le permite lograr las metas que se ha propuesto en su paso por este planeta.

En el caso de las instituciones, es la edad en la que se alcanza la madurez y consolidación que le hace trascender el tiempo, con una misión cumplida que aporta grandes beneficios a la sociedad.

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, en sus primeros 40 años de existencia, ha marcado un hito de gran magnitud en el desarrollo de las ciencias del mar y de la Tierra, las ciencias de la vida, las ciencias físicas y las ciencias de la información, que porta con orgullo el emblema de ser una institución líder de investigación en el panorama nacional e internacional.

El personal académico y administrativo, los estudiantes, así como los directivos del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, le expresamos a todo el personal que forma parte del CICESE hoy, y a quienes lo hicieron en el pasado, nuestro gran reconocimiento por su fructífero trabajo. Les extendemos un fraternal y caluroso abrazo, así como una muy sincera felicitación por su cuadragésimo aniversario como institución de investigación, formación de recursos humanos y vinculación, establecida en la región noroeste y la cual ha llegado a ser un símbolo que representa a Ensenada y a Baja California muy dignamente.

Les deseamos que continúen con los logros destacados que han tenido en este periodo y que superen sus metas y propósitos para que el futuro sea aún más brillante que el presente.

Para nuestro centro ha sido un honor y un privilegio colaborar con el CICESE en nuestro ámbito académico y esperamos seguir manteniendo esta tradición por muchos años más.



CICESE presente en mi vida académica

Elva Escobar Briones*

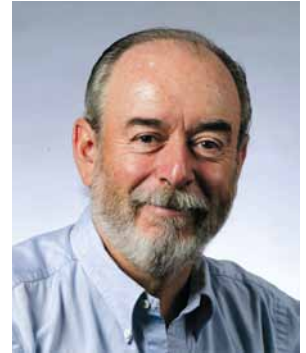
Mis recuerdos del CICESE datan de mi época de estudiante; enterarme de su creación fue un gran gusto, pues los mares en el extremo norte del país no estarían desatendidos. Posteriormente, fue importante la participación del CICESE en el programa de Salud de los Mares en México con la colaboración de Mario Martínez y Pepe Ochoa quienes siempre contribuyeron con valiosos comentarios e ideas que se vieron plasmadas claramente en el volumen *Building Ocean Science Partnerships: The United States and Mexico Working Together* (1999) OSB NAS con su gran sello típico distintivo.

El seminario que impartí a finales de los años 90 sobre mar profundo me permitió conocer una nueva forma de discutir los resultados acompañados de vino del valle. Más recientemente, la colaboración en los proyectos del Golfo de México con Antonio Badán y Julio Candela quienes generosamente me permitieron incorporar trampas de sedimento para calcular el flujo de aporte de carbono biogénico al fondo marino en los anclajes del programa CANEK fue una valiosa experiencia. Comprobé una vez más la importancia de la colaboración entre disciplinas e instituciones para resolver los problemas oceanográficos. Para mí, el CICESE ha estado siempre presente en mi vida académica y he encontrado en él amistad, colaboración, generosidad y calidad del conocimiento científico, y sé que seguirá siendo así.

*La Dra. Elva Escobar Briones es directora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Cuarenta años tejiendo sueños

Exequiel Ezcurra*



Apenas habían pasado dos décadas desde que el antiguo Territorio de Baja California se transformara en Baja California, el Estado 29 de la República Mexicana. Dos décadas, apenas; y Ensenada, para los mexicanos del centro del país, seguía siendo, en 1973, un destino perdido y remoto, un puerto lejano y casi desconocido.

Pero para algunos investigadores con raigambre regional, Ensenada era también la urdimbre en la cual se tejen los sueños. A principio de la década de 1970, una profunda revolución científica recorría la costa Pacífica de Norteamérica: Molina y Rowland, en Berkeley, llevaban la química de los gases a escala de toda la tropósfera; Keeling y Revelle, en Scripps, estudiaban el incremento del carbono atmosférico e intuían el cambio climático global; la tectónica de placas explicaba por primera vez la lenta deriva de los continentes. Y gracias a la ciencia supimos que el comportamiento de las placas terrestres, la atmósfera y las corrientes oceánicas tienen un inmenso efecto sobre nuestras vidas.

Inspirados por los descubrimientos de la época, un grupo de investigadores mexicanos se atrevió a soñar. ¿Por qué no crear un centro de investigación en Ensenada dedicado a estudiar las ciencias del mar, la atmósfera y la tierra? Así, la efervescencia intelectual llegó a Ensenada y nació el CICESE. Muchos, desde el centro del país, lo miraron con escepticismo: Tan lejos de Tenochtitlan y tan cerca de La Jolla. Pero cuatro décadas más tarde, el CICESE sigue ahí, como uno de los grandes centros de investigación nacionales, un instituto que ha crecido y madurado hasta adquirir un carácter propio y una identidad única; uno de los mejores del país.

La celebración de los 40 años del CICESE festeja también el espíritu visionario y audaz de sus fundadores y de todos los que le han entregado su liderazgo para hacerlo crecer y desarrollarse.

¡Felicidades!

*El Dr. Exequiel Ezcurra es director de UC Institute for Mexico and the United States (UC MEXUS).



CICESE cerca de la problemática social y productiva de la región y de México

Sergio Guevara Escamilla*

Como enseñadense y empresario en acuicultura, he visto con mucho agrado la evolución que ha tenido el CICESE en los últimos años al vincularse cada vez más con la problemática social y productiva de la región y de México.

En efecto, no sólo se desarrolla investigación y formación científica de nivel mundial, sino que tanto la Dirección General como los investigadores del CICESE se han preocupado cada vez más por entender los problemas que tiene la sociedad en la que viven y por proponer soluciones para ellos.

La colaboración con el CICESE, el Instituto de Sanidad Acuícola A.C. y el CESAIBC en investigaciones relacionadas con la salud de los organismos acuáticos en cultivo, principalmente de moluscos bivalvos, nos ha permitido a los productores entender los procesos infecciosos en nuestras granjas de cultivo y con ello establecer medidas preventivas que minimicen las enfermedades y lograr así incrementos importantes en la producción acuícola en el Estado.

Asimismo, hemos tenido la fortuna de firmar un acuerdo de cooperación entre el Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California A.C. (CESAIBC) y el CICESE, del cual ha resultado el laboratorio Ficotox, que no sólo realiza investigación sobre biotoxinas marinas en nuestra región, además de capacitación a productores de la región, sino que se ha constituido en un centro de servicios a la industria acuícola en lo que a análisis de biotoxinas marinas se refiere.

Ahora podemos llevar a cabo la vigilancia sanitaria de nuestros productos en tiempo real, logrando con ello no sólo proteger la salud pública, sino concretar el acceso a mercados tanto nacionales como internacionales gracias al reconocimiento y certificación de los que goza el CICESE.

*El Dr. Sergio Guevara Escamilla es presidente del Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California (CESAIBC).

El CICESE en su 40 aniversario

Alba Alicia Mora Castellanos*



En los inicios de 1993, tuve mi primer contacto con la comunidad del CICESE, desde mi posición de Comisaria Propietaria en la entonces Secretaría de la Contraloría General de la Federación; empezaba a conocer a las comunidades del Sistema de Centros SEP-CONACYT y a descubrir los temas relacionados con sus actividades.

También empezó mi reto por comprender su forma de analizar y buscar soluciones a los problemas de la sociedad y, sobre todo, a entender los temas específicos relacionados con sus diversos programas científicos. Fue quizá mi primer contacto con proyectos de “rayos láser”, “simulación de mareas oceánicas”, “óptica física”, en fin, un mundo con el que nunca había tenido contacto y por supuesto que me empezó a parecer interesante y extraordinario.

Fue también el lugar en donde tuve mi primera discusión con un investigador, el recordado Dr. Antonio Badán, discusión que fue un intercambio muy rico de ideas entre un investigador convencido de que su mundo era exclusivo y el más importante, y una burócrata que consideraba que había que respetar, por sobre todo, la normativa establecida para las instituciones del gobierno federal; desde luego la discusión terminó compartiendo una copa de buen vino de la región.

A través de estos 20 años de contacto con el CICESE, con sus directivos y su comunidad, he fortalecido la convicción de que estas instituciones pueden ser la puerta de acceso a la sociedad del conocimiento, en la que el activo más valioso es justamente la capacidad de generar conocimiento nuevo que se asimila en contribuciones científicas y tecnológicas trascendentales y apropiadas socialmente.

¡Felicidades a la comunidad del CICESE por los primeros 40 años!

*Alba Alicia Mora Castellanos es secretaria administrativa del Instituto Nacional de Antropología e Historia.



Evocando al CICESE

Norma Patricia Muñoz Sevilla*

Muchos son los recuerdos que llegan a mi mente cuando evoco al CICESE. El primero se remonta a finales de los años 70, cuando quise estudiar oceanografía biológica y la única disciplina en el centro en ese entonces era la oceanografía física, disciplina cultivada aún en nuestros días.

A partir de entonces, el crecimiento del CICESE fue con paso firme y excelente calidad hasta llevarlo a posicionarse como el centro experto en oceanografía y otras áreas de las ciencias marinas. Poco a poco fuimos estrechando los lazos de colaboración y amistad que perduran hoy en día.

Mi reconocimiento por los 40 años de esfuerzo de su comunidad y la atinada dirección de quienes tuve el privilegio de conocer y compartir experiencias a lo largo de varios años, Javier Mendieta y Federico Graef.

A mis amigos, sin nombrarlos a todos y cada uno de ellos, les recuerdo que están en mi corazón y les deseo larga vida y éxito profesional.

*Norma Patricia Muñoz Sevilla es secretaria de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

Visión del gobierno de Baja California al cumplir el CICESE 40 años de existencia

José Guadalupe Osuna Millán*



La decisión de crear el CICESE hace 40 años fue tomada por personas visionarias que posibilitaron que en un lugar distinto a la capital del país se pudiese cultivar y desarrollar al más alto nivel investigaciones y proyectos tecnológicos que se comparasen en rigurosidad e importancia con cualquier otro centro de investigación científica del mundo.

Este reto, de origen, ha sido abrazado celosamente por quienes han pasado por sus aulas y laboratorios. Proyectos, experimentos, hallazgos, descubrimientos, invenciones, reconocimientos, premios nacionales e internacionales que de manera sistemática y permanente han enorgullecido a Baja California.

Los logros son evidentes y, en este momento crucial del desarrollo de nuestra entidad, necesitamos formular la visión de nuestro estado y del CICESE en una interacción dinámica, en la que realmente se ponga la ciencia y la tecnología al servicio de los ciudadanos.

Nuestras expectativas son altas. Ampliar y fomentar las áreas del conocimiento por ustedes exploradas y, además, asumir las condiciones del desarrollo sustentable no sólo para Baja California, sino para la región. La complejidad y la transdisciplinariedad serán los referentes indispensables para construir esas soluciones.

En ese sentido, reconocemos el gran valor de las aportaciones que en materia de políticas públicas pueden aportar la ciencia y los científicos. Ciertamente, hablamos lenguajes diferentes, pero asumimos el compromiso del acercamiento y de la interacción constante con este centro de investigación científica. Esto seguramente llevará tiempos adicionales de trabajo, pero tanto ustedes científicos, como nosotros los políticos, sabemos bastante de dormir poco, pues ante los requerimientos sociales que se profundizarán con el tiempo, la inversión que hagamos ahora permitirá la construcción de alternativas estratégicas.

* Lic. José Guadalupe Osuna Millán, gobernador del estado de Baja California 2007-2013.



40 años: el preludio de descubrimientos y desarrollos próximos

Francisco Reyes Baños*

Los retos que enfrenta nuestro país son variados y con diversos grados de complejidad: alcanzar una sociedad más integrada, productiva e incluyente; lograr una economía con crecimiento sostenido y generadora de oportunidades para toda la población, y alcanzar un nivel de convivencia digna, segura y equilibrada, son sólo algunos de los retos en donde la ciencia, la tecnología e innovación, con pertinencia y equilibrio, pueden aportar grandes alternativas para solventar cada uno de ellos.

En ese sentido, veo con optimismo cómo el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) ha crecido y se ha consolidado a lo largo de los últimos 40 años como un referente y líder en materia de ciencia y tecnología, vinculación y desarrollo innovador. Estoy convencido de que los logros alcanzados hasta el día de hoy en materia de investigación en ciencias de la información, ciencias del mar y de la Tierra, en ciencias físicas y ciencias de la vida son apenas el preludio de todos los descubrimientos y desarrollos con los que nos sorprenderá en el futuro próximo el CICESE, como resultado de un esfuerzo vigoroso y sostenido de toda la comunidad que integra esta importante institución científica.

Creo que la misión encomendada al CICESE ha sido llevada a cabo virtuosamente a lo largo de sus 40 años de vida institucional, en los que con perseverancia ha aportado a la sociedad mexicana el fruto de su ciencia de frontera e innovación. Mis mejores deseos porque la institución, y la comunidad toda que la integran, continúen por muchos años más ofreciendo a la sociedad mexicana el mejor de sus esfuerzos en aras de una sociedad más justa y próspera, para orgullo de toda la nación.

*Francisco Reyes Baños es director de Programación y Presupuesto de Centros Públicos de Investigación, CONACYT de la SHCP. Consejero en el órgano de gobierno del CICESE (por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público) en los últimos 10 años.

CICESE: 40 años

Juan Carlos Romero Hicks*

Esta magnífica ocasión de celebrar la cuarta década de vida de un centro de investigación de tan reconocido prestigio como el CICESE me permite reflexionar sobre la historia y los logros que hacen de esta noble institución un referente obligado de entre el grupo de Centros Públicos de Investigación adscritos sectorizados en el CONACYT.

Desde su creación en el año de 1973, el CICESE ha desempeñado con profunda vocación y pertinencia las funciones sustantivas de investigación, docencia y extensión, teniendo en cuenta en todo momento las necesidades de su entorno inmediato, pero sin dejar de lado las que el país demanda.

Seguramente no ha sido fácil conformar el grupo de científicos, técnicos y demás personal especializado que el día de hoy le dan prestigio al centro y que le permiten mantener altos estándares de desempeño en las diversas tareas que realizan. La construcción y equipamiento de las panorámicas y envidiables instalaciones que poseen han sido producto de una constante tarea de generación de recursos de proyectos de vinculación, participación en convocatorias y gestiones puntuales ante diversas instancias gubernamentales, de todos los niveles, que permiten el día de hoy apuntalar sólidamente el trabajo que día a día realizan.

La diversidad de temas y proyectos en los que el CICESE participa a nivel nacional e internacional van desde la oceanografía, electrónica y ciencias de la Tierra, hasta el estudio de los diversos impactos del cambio climático sin dejar de aportar valiosas propuestas para el mejoramiento de la industria vitivinícola, de gran impacto económico en esa hermosa región de nuestro territorio nacional.

Me congratula enormemente unirme el día de hoy a las múltiples muestras de reconocimiento, orgullo y aprecio por uno de los centros más emblemáticos de México que mira su futuro con certeza, claridad y confianza consciente que el grupo humano que lo soporta se muestra sólido y dispuesto a generar nuevos proyectos y superar con esfuerzo y ahínco los múltiples retos que su futuro le depara.

¡Enhorabuena!

*El Mtro. Juan Carlos Romero Hicks es Senador de la República. Presidente de la Comisión de Educación.





Huevo de tiburón cornudo,
Heterodontus sp.
Foto: Guillermo Martínez

2



Generación
de nuevo
conocimiento



GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO en

Ciencias del mar

1968



JULIO
El Dr. Nicolás Grijalva y Ortiz asume la dirección de la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la UABC.

1969

El Dr. Nicolás Grijalva presenta al Lic. Luis Echeverría, candidato a la presidencia de México, el proyecto de crear un **centro de investigación y docencia en Ensenada**.

1970



El Instituto de Astronomía de la UNAM comienza la construcción del **Observatorio Astronómico Nacional** en la Sierra de San Pedro Mártir.

23 DE DICIEMBRE
Se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Su primer director: Ing. Eugenio Méndez Docurro.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN



Contribuciones del Departamento de Oceanografía Física: 1973-2013

José Gómez Valdés, Manuel López, Miguel Lavín, Julio Candela, Julio Sheinbaum, José Luis Ochoa*

Desde la creación del CICESE, los investigadores fundadores del Departamento de Oceanografía Física comenzaron a indagar los procesos físicos primarios de las ondas, corrientes y las masas de agua del mar de enfrente. En los años 70, proyectos exitosos sobre el estudio de las olas que arriban a las playas de Ensenada, la circulación de la Bahía de Todos Santos, del estero de Punta Banda y la Bahía San Quintín, de la corriente de California, así como el inicio del posgrado en oceanografía, fueron los detonantes del desarrollo de la oceanografía física en México. En la Monografía No. 3 de la Unión Geofísica Mexicana editada por Miguel F. Lavín en 1997, se recopila parte del intelecto alcanzado en, digamos, el periodo de consolidación de las labores de investigación y docencia en este departamento. Alrededor de los años 90, se trazaron nuevas metas y de más largo alcance, al contar con jóvenes investigadores recién doctorados en el extranjero, con nuevas tecnologías y con el *B/O Francisco de Ulloa*



1972



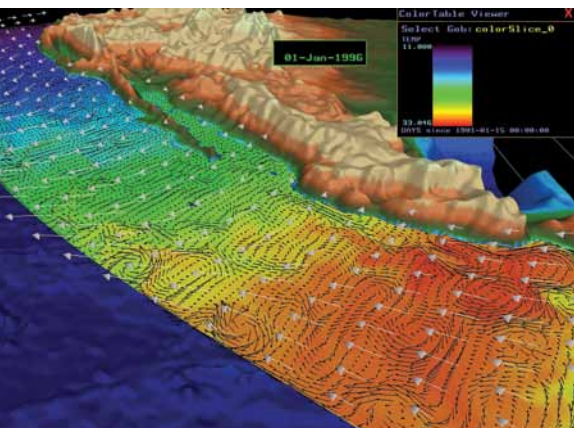
Los doctores Raúl Ondarza, Emmanuel Méndez Palma y Remigio Valdés, del CONACYT; Arcadio Poveda, del Instituto de Astronomía de la UNAM, y Nicolás Grijalva, visitan Ensenada. La comisión analiza la factibilidad de **crear un centro de investigación multidisciplinario**.

El séptimo Ayuntamiento de Ensenada solicita al presidente Echeverría que se cree aquí un centro de investigación; el 27 de mayo ciudadanos ofrecen donar dos terrenos para su construcción.

JUNIO
Se rentan cuatro locales en el centro de Ensenada (Av. Gastélum No. 898, esquina con la calle Novena). **Comienza a operar** el entonces llamado Centro de Investigación Científica de Baja California, con dos departamentos: Oceanografía y Geofísica.

JULIO
Se adquiere la primera embarcación del centro: "Sirius", una lancha de fibra de vidrio. También se obtiene una computadora Nova 1200 con equipo periférico.

AGOSTO
La sociedad mercantil Bella Vista, Compañía Inmobiliaria, S.A. dona un terreno de 4 mil m² en el Km 107 de la autopista Tijuana-Ensenada, donde hoy se encuentra el CICESE. También, Alfredo Araiza Pesqueira dona al CICESE otro predio de 4 mil m² en Punta Morro, donde hoy se ubican las instalaciones de la UABC.



del CICESE. Aunque con los más de 300 cruceros que se han realizado en este buque no se ha explorado ampliamente el Pacífico mexicano, sí ha sido posible navegar por sus regiones más emblemáticas. En la otra parte de las aguas marinas mexicanas, el Golfo de México y el mar Caribe, usando embarcaciones de otras instituciones, personal del departamento ha desarrollado una intensa actividad de investigación que ha redituado aportaciones originales a la literatura del océano Atlántico. A la par de la realización de experimentos oceanográficos usando embarcaciones, hemos estudiado exitosamente los mares mexicanos usando modelos numéricos y analíticos, como lo refieren los autores de esta compilación. En particular, sobre estudios teóricos, José Luis Ochoa sintetiza el legado de Pedro Ripa. En resumen, se llega a los cuarenta años de la creación del CICESE estando a la vanguardia en investigaciones en oceanografía física en México, con un programa de posgrado a nivel de competencia internacional y con un grupo emergente en ciencias de la atmósfera, tal y como lo pensaron los fundadores. Esto permite augurar un lugar preponderante entre los mejores grupos de oceanografía del continente americano.

Golfo de California

Por Manuel López

El Golfo de California ha ejercido una fascinación sobre muchos oceanógrafos físicos y los investigadores del CICESE no han sido la excepción. Los cruceros hidrográficos principiaron desde la década de los años 70 y pudieron documentar las masas de agua y el hundimiento de aguas superficiales durante el invierno en el golfo norte. La circulación y los balances de calor y de sal a las escalas estacional y anual han sido ampliamente estudiados. Estimaciones de los flujos superficiales de calor determinaron que el golfo norte gana calor y tiene una evaporación aproximada 1 m/año. Para compensar las

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

31 DE ENERO

El Instituto de Geofísica de la UNAM dona al CONACYT la red de sismógrafos del Golfo de California que, a su vez, recibió del *Scripps Institution of Oceanography*. Esta red fue la base de los estudios que después realizaría el grupo de Geofísica del CICESE.

22 DE ABRIL

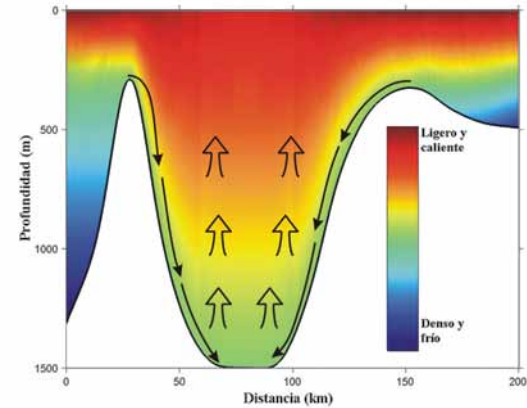
El director del CONACYT, Ing. Eugenio Méndez Docurro, aprobó el proyecto 024 "Estudios oceanográficos en aguas adyacentes al territorio nacional", con el Dr. Nicolás Grijalva como director y a la Océ. María Luisa Argote Espinosa como codirectora.

JULIO

Inician los cursos de posgrado con 10 alumnos egresados de la UNAM, del IPN y de Ciencias Marinas, y con el reconocimiento de la Facultad de Ciencias de la UNAM.



ganancias de calor y de concentración de sal, el golfo norte tiene una circulación estuarina con intercambio aproximado de 200 mil m³/s. En el golfo norte se documentó y modeló la existencia de un giro estacional que invierte el sentido de su circulación durante el año. Además, se ha encontrado que los flujos horizontales de calor y de sal son fundamentales para explicar el ciclo anual de estas propiedades dentro del golfo, incluyendo los intercambios con el océano Pacífico. Usando modelos numéricos y analíticos se ha estudiado la variación estacional del golfo, explicándola en términos de oscilaciones forzadas en la boca del golfo por el océano Pacífico y por el forzamiento del viento. La variabilidad interanual del golfo se ha ligado al fenómeno de El Niño, con anomalías fuertes y positivas de temperatura superficial y mayor presencia de aguas provenientes del Pacífico tropical que inhiben el intercambio normal del golfo. Las mareas en el golfo también han sido estudiadas mediante observaciones y modelos numéricos. A partir de observaciones del nivel del mar, se determinaron los mapas cotidiales del golfo y estas observaciones, junto con observaciones de corrientes, han sido satisfactoriamente reproducidas mediante modelos numéricos. Estos últimos también han contribuido a estimar la mezcla producida por las fuertes corrientes de marea presentes en el golfo y la circulación Lagrangeana producto de corrientes de marea y residuales. Los patrones de circulación Lagrangeana han tenido importantes aplicaciones en estudios de dispersión de larvas y conectividad biológica.



Pacífico tropical mexicano

Por Miguel Lavín

Respecto a la parte mexicana del Pacífico Tropical, fuimos los primeros en estudiar, por observación directa, los giros que se forman en el Golfo de Tehuantepec durante el invierno, debidos a los vientos “Nortes” que se canalizan y soplan hacia el sur por el Istmo de Te-

1973



ENERO
El Lic. Gerardo Bueno Zirión asume la dirección general del CONACYT.

JUNIO
Se renta un local en la Av. Ruiz no. 1703, esquina con la Calle Diecisiete donde se ubican el taller mecánico, el nuevo Departamento de Física Aplicada y el Centro de Cálculo.

9 DE AGOSTO
El presidente Luis Echeverría firma el decreto de creación del CICESE.

18 DE SEPTIEMBRE
Se publica en el Diario Oficial de la Federación el decreto de creación del CICESE.

Se integran la Junta Directiva y el Consejo Técnico del CICESE.

17 DE DICIEMBRE
Nombramiento oficial del Dr. Nicolás Grijalva como director general del CICESE.

22 DE MAYO
El CONACYT aprueba el proyecto 086 "Investigación científica en instrumentación y física aplicada" por un periodo de tres años. Como director, el Dr. Harold Johnson, y el Dr. Mario Martínez García como codirector.

JUNIO
Se crea el Departamento de Física Aplicada, con el Dr. Harold Johnson como jefe.



huantepec. Gracias a estos trabajos, se sabe que estos giros tienen del orden de 150 m de profundidad y su velocidad superficial máxima es de 1 a 1.4 m/s. También hemos estudiado directamente la Corriente Costera Mexicana, que fluye hacia el polo durante el verano, con las primeras estimaciones de su anchura (100-200 km), velocidad (15-30 cm/s en la superficie), profundidad (300-400 m) y transporte (2.5-4.0 millones de m³/s). Usando datos de vientos y altimetría por satélite y observaciones directas, demostramos que, en promedio, la Corriente Costera Mexicana se forma localmente por el rotacional del esfuerzo del viento, y que la circulación en la zona está separada por partes iguales en estacional (media, anual y semianual), interanual (El Niño-La Niña) y en remolinos de mesoescala. Las señales anual, semianual e interanual viajan principalmente como ondas atrapadas a la costa de México al tiempo que se radian hacia el océano interior. También usando datos de altimetría satelital se estudiaron las propiedades de los remolinos que se forman frente a Punta Eugenia, Cabo San Lucas y Cabo Corrientes. Tanto los remolinos ciclónicos como los anticiclónicos pueden durar más de 10 semanas y viajar hasta 600 km hacia el oeste a velocidades cerca de 5 cm/s.

Mar Caribe y Golfo de México

Por Julio Candela y Julio Sheinbaum

El grupo Canek, conformado por los investigadores Julio Sheinbaum, Paula Pérez, José Luis Ochoa, Manuel López, Julio Candela y Antoine Badán (QEPD), lleva realizando observaciones oceanográficas en el Caribe mexicano (CM) y Golfo de México (GdM) desde 1996.

El programa Canek empezó con el objetivo de estudiar el intercambio entre el mar Caribe y el GdM a través de Canal de Yucatán (CdY). Con ayuda de un proyecto CONACYT y apoyo adicional del CICESE

1974

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

NOVIEMBRE

El Dr. Nicolás Grijalva deja la dirección del CICESE, lo substituye provisionalmente el Dr. Mario Martínez García. Días después, el Dr. Saúl Álvarez Borrego (representante de la UABC) es nombrado delegado plenipotenciario de la Junta Directiva.

1975

FEBRERO

La Junta Directiva nombra al Dr. Saúl Álvarez Borrego director general interino del CICESE.



1976

MARZO

Se compran 3.5 hectáreas en la colonia Coronita, junto al terreno donado en 1972.

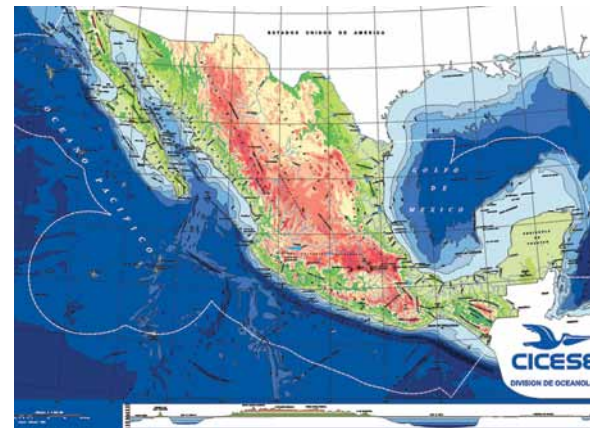
Se renta un local en la Av Espinoza No. 843 y ahí se instalan los departamentos de Oceanografía, Geofísica, el Centro de Cómputo, la biblioteca y las oficinas de la dirección y la administración.



y la UNAM, en diciembre de 1996, se efectuó el primer crucero a la zona de CdY. A la fecha, se llevan efectuados 29 cruceros en la región en un periodo de 18 años, en los cuales el énfasis ha sido, desde el principio, mantener mediciones continuas de corrientes por medio de anclajes instrumentados en las distintas regiones de interés. Con apoyo adicional de DeepStar (proyecto de desarrollo tecnológico para un consorcio internacional de compañías petroleras), BOEMRE (Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement, antiguamente MMS, Mineral Management Service) de Estados Unidos y, en años recientes por parte de PEP (Pemex, Exploración y Producción), pudimos descubrir diferentes aspectos de la circulación del MC y GdM.

Entre 1999 y 2001, instrumentamos el Canal de Yucatán por primera vez en la historia, revelando la estructura y variabilidad del intercambio entre el GdM y el MC. Identificamos en superficie la presencia persistente y dominante de la Corriente de Yucatán fluyendo hacia el GdM y la eventual pero significativa contracorriente cubana. También en la columna de agua identificamos las contracorrientes del lado de Yucatán y Cuba y la corriente promedio central fluyendo hacia el GdM.

Nuestras observaciones en el CM han revelado una circulación dominada por la Corriente de Yucatán, alimentada a su vez por la corriente zonal de Caimán que, al momento de impactar con la península de Yucatán, vira hacia el noroeste siguiendo la línea de costa, dando origen a la Corriente de Yucatán que se intensifica en su recorrido hacia el CdY. Todo este sistema se caracteriza por la presencia ubicua de remolinos de mesoescala, de ambos signos, que viajan con la corriente media y son responsables de la variabilidad de la circulación a lo largo de las costas del Caribe mexicano y, además, de los eventos de ageostrofia presentes en los canales de Chin-



1977

AGOSTO

El Consejo Técnico aprueba el primer Reglamento de Estudios de Posgrado. En ese momento, el CICESE ofrecía tres programas de maestría: en Oceanografía, en Geofísica, con especialidad en Sismología, y en Física Aplicada, con especialidades en Electrónica y Telecomunicaciones y en Óptica.

ENERO

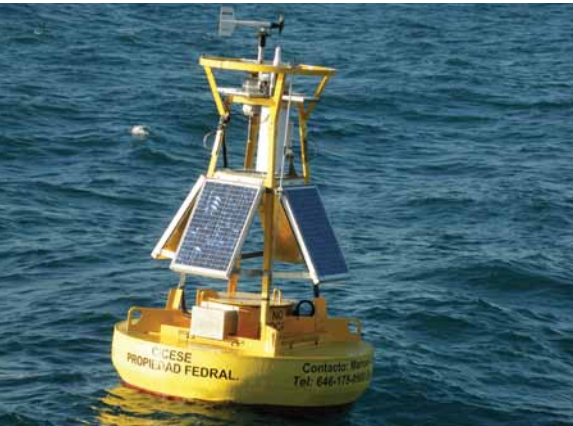
Se organizan las primeras *Discusiones Internas* en las que participan investigadores, técnicos y estudiantes del CICESE. Se editan el primer volumen de estas *Discusiones Internas* y la *Colección de Reimpresos 1973-1976*.

JUNIO

Principia la construcción del edificio del Departamento de Física Aplicada, los talleres de mecánica, cortado y pulido de vidrio, soplado de vidrio y electroterminados, en el terreno donado años atrás; la obra se terminó en 1979.

JULIO

Se adquiere una *Prime 400*, la primera minicomputadora con memoria virtual de Latinoamérica, comenzando así el equipamiento formal en cómputo de la institución.



chorro y Cozumel. En las zonas someras del MC y en particular en los arrecifes coralinos de la zona, el oleaje superficial juega un papel fundamental en la renovación de las aguas de las lagunas arrecifales y también en el reclutamiento de larvas que se desarrollan en estos ambientes ecológicos.

En el GdM, la circulación está determinada en gran medida por la Corriente del Lazo y los remolinos que se desprenden de ella, que son responsables de mantener un campo de turbulencia geostrofica permanente en el oeste de GdM. La interacción entre sí de los remolinos de mesoescala induce circulación en las capas profundas del GdM y corrientes homogéneas desde la superficie hasta el fondo, en localidades con más de 3 mil 500 metros de profundidad. Al chocar con el talud y la plataforma continental de la costa oeste del GdM, estos remolinos generan ondas atrapadas a la costa que se propagan con la costa a la derecha, tanto sobre la plataforma como a profundidad sobre el talud. Sobre la plataforma se caracterizan como ondas híbridas (una mezcla entre ondas internas de Kelvin y ondas rotacionales de plataforma), mientras que sobre el talud se caracterizan como ondas topográficas de Rossby. En el suroeste del GdM, en el Golfo de Campeche, la circulación está dominada por el giro ciclónico de Campeche, que debe su existencia a la presencia semipermanente del rotacional ciclónico del esfuerzo del viento sobre la región, pero también, y como una restricción dinámica fundamental, a la configuración batimétrica característica de la zona. El estudio de la respuesta del GdM a eventos meteorológicos extremos (huracanes y nortes) ha revelado la generación y atrapamiento de ondas inerciales en la base de estructuras anticiclónicas (como la corriente del Lazo y remolinos anticiclónicos de mesoescala). Más aún, las mediciones continuas de corriente revelan la presencia ubicua de energía inercial en el GdM.

1978

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Meses después se adquiere una *Prime* 350. Ambos equipos se convierten en un polo de atracción para investigadores y estudiantes

4 DE MAYO
Cecilio Rebollar Bustamante se convierte en el primer graduado del CICESE, al obtener su grado de maestro en ciencias en Geofísica, con especialidad en Sismología. Alfonso Reyes Zamora dirigió su tesis.

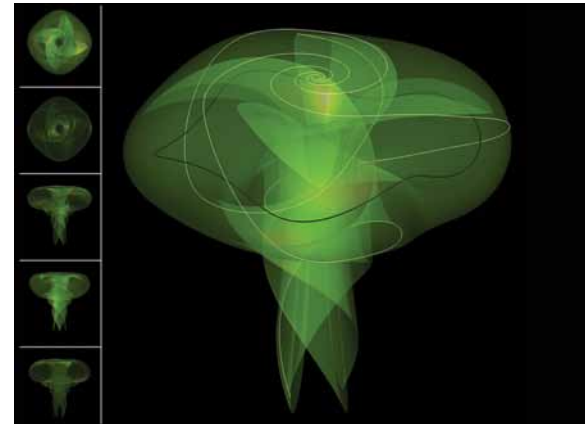
Se establecen los primeros enlaces para el ingreso remoto entre las distintas unidades del CICESE en la ciudad

En julio de 2012, hemos logrado consumir una hazaña oceanográfica sin precedentes al instrumentar simultáneamente el Canal de Yucatán y el Estrecho de la Florida, las dos únicas comunicaciones del GdM con el Océano Atlántico y el MC, algo nunca antes logrado en la historia de la oceanografía mundial. Nuestro objetivo es mantener estas mediciones por un periodo mínimo de dos años (hasta el verano de 2014).

Pedro Ripa

Por José Luis Ochoa

La extensa mayoría de las contribuciones científicas de Pedro Ripa fueron como investigador del CICESE. Los numerosos estudios teóricos que Pedro realizó se desprenden de la formulación hamiltoniana de las ecuaciones que gobiernan los movimientos en fluidos geofísicos (océano y atmósfera). Utilizó con mucho éxito tal formulación para hacer modelos aproximados que hicieran resaltar, por decirlo así, cierta parte de la física, como diferentes versiones de modelos en “balance”, y en el uso de las relaciones de simetría y constantes de movimiento. El denominado Teorema de Ripa es un resultado analítico sobre la estabilidad de flujos en modelos de aguas someras. Este teorema no hace la simplificación usual de partir de modelos en “balance” y abre las puertas para analizar soluciones no zonales. Estas cualidades hacen de tal contribución un pilar en los estudios de flujos geofísicos que él usó en modelos de multicapas homogéneas e inhomogéneas (i.e. de densidad constante y variable a lo largo de cada capa) y de vórtices oceánicos. Es conocido que las ondas del sistema (i.e. soluciones oscilatorias infinitesimales, en el límite lineal del sistema) son de vital importancia en el cuestionamiento de la estabilidad de algún estado. Su teorema explica a detalle por qué



1979



CICESE dona a la UNAM 4 hectáreas del terreno localizado en el Km 107 de la carretera a Tijuana. El Instituto de Astronomía de la UNAM planea construir ahí las instalaciones de apoyo al Observatorio Astronómico Nacional.

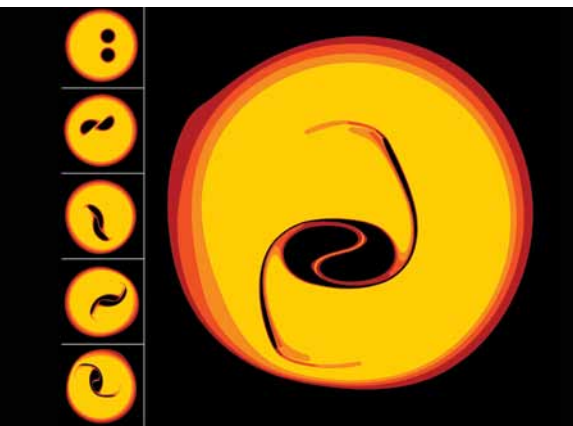


Inicia la participación en el estudio básico del Plan Nacional de Telefonía Rural para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que definió la necesidad de adquirir satélites de comunicación en México.

Se elaboró la reglamentación para iniciar el doctorado en ciencias.



Se otorga el Premio Nacional de Telecomunicaciones de INDETEL al Dr. Jorge Valerdi Caram y al Ing. Mauro Medina, por un proyecto de telemetrización de datos sísmicos.



las condiciones de estabilidad en sistemas en “balance” se quedan cortos: por la eliminación de las ondas rápidas en tal aproximación. Pero además, al utilizar leyes de conservación para definir normas (tamaño) con qué medir el crecimiento de perturbaciones, su trabajo se convirtió en pilar y fundamento de una nueva área de investigación dentro de los fluidos geofísicos. Si bien Pedro es más conocido por sus contribuciones teóricas, también se interesó en aspectos más aplicados, particularmente en la oceanografía del Golfo de California analizando observaciones y modelos sencillos. Esos resultados hablan del ciclo estacional del nivel del mar, de los flujos de masa, calor y sal. En un análisis, ejemplar por su simplicidad, hace notar que el ciclo anual del nivel del mar en el Golfo de California se debe al nivel impuesto en su boca y no a la variación estacional del patrón de vientos locales. Excepcional por su clara comprensión de la física del océano, Pedro se preocupó por transmitir su conocimiento escribiendo varios artículos de divulgación. Un clásico en la actualidad es su monografía sobre el efecto de Coriolis, en el que, usando el estilo de los Diálogos de Galileo, refuta algunas explicaciones equívocas sobre el tema.

Pacífico bacaliforniano

José Gómez Valdés

El océano Pacífico, el más grande de todos, se produce el fenómeno ENSO (El Niño – Oscilación del Sur) y contiene en sus fronteras el cinturón de fuego más largo. Las características de las aguas de la corriente de California fueron primero analizadas en programas de Scripps Institution of Oceanography, usando la hidrografía de mitad del siglo pasado. A escala grande, el aporte de agua de tipo subártico con respecto al agua de tipo ecuatorial ha sido bien determinado, así como los flujos asociados al producto del balance

1980

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Se adquieren 11.6 hectáreas junto al terreno ubicado en la autopista a Tijuana, aumentando a 15.5 hectáreas la reserva territorial del CICESE.

La UNAM adquiere casi 3 hectáreas junto al terreno que le donó el CICESE.

Comienza la **construcción del edificio de Geofísica** (posteriormente División de Ciencias de la Tierra), el cual se termina a principios de 1981. Alberga parcialmente la biblioteca y el Centro de Cómputo.

Inicia operaciones la **guardería** del CICESE.

Se integra el primer grupo formal de **estudios en Acuicultura**.

Inicia el programa de estudios de la maestría en ciencias en Ecología Marina y se reactiva el programa de maestría en ciencias en Óptica. El programa de maestría en Métodos Eléctricos se reestructura como Geofísica de Exploración.



entre la fuerza que representa la rotación de la Tierra y aquella que representa la distribución de masa (balance geostrófico). Otras corrientes marinas presentes en el Pacífico bajacaliforniano, la subcorriente entre ellas, también fueron primero estudiadas con información de Scripps. Más recientemente, a través del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL), que utiliza el *B/O Francisco de Ulloa*, ha sido posible conocer mejor la naturaleza de los fenómenos físicos que ocurren en la región, de tal forma que rasgos sobresalientes de mesoscala, como la localidad y variación de remolinos superficiales –particularmente el remolino semipermanente de Punta Eugenia y los meandros de la corriente de California– han sido bien documentados. Con información de IMECOCAL se descubrió la ocurrencia de remolinos subsuperficiales frente a la plataforma continental de Punta Baja, debidos a inestabilidades de la subcorriente. Estos remolinos son un mecanismo de transporte eficaz de aguas subsuperficiales cálidas, saladas y de bajo contenido de oxígeno de la pendiente continental hacia el océano interior. Con el programa IMECOCAL, también ha sido posible documentar el efecto en la capa superior del océano del fenómeno ENSO. Varios investigadores del departamento han estudiado el campo de vientos, desde la escala de las brisas marinas hasta la escala interanual. Con modelos numéricos se ha demostrado que el transporte promedio de la corriente de California es gobernada por el viento. Se ha corroborado que los vientos a escala sinóptica son predominantemente del noroeste, paralelos a la costa y que muestran gradientes horizontales y, por ello, a la escala del límite de validez del balance geostrófico, se produce el fenómeno de surgencias costeras. Los resultados obtenidos en cruceros orientados al estudio particular de las surgencias costeras han revelado la estructura básica del proceso. Su estacionalidad ha sido establecida usando tanto observaciones como modelos numéricos; en primavera y verano ocurren los afloramientos de aguas más profundas. Los



1981



Al cumplir la edad requerida para el cargo, se nombra al Dr. Saúl Álvarez Borrego **director general del CICESE**.

Se adquiere una computadora **Prime 750**, la tercera que tiene el CICESE.

Queda listo el edificio de **Geofísica**.

1982

La **UNAM** concluye las instalaciones de apoyo al **Observatorio Astronómico Nacional**.

Inicia operaciones el **buque oceanográfico "El Puma"**, de la UNAM.



NOVIEMBRE
Por acuerdo de la Junta Directiva, se crea la División de **Ciencias de la Tierra** (antes Departamento de Geofísica), la División de **Física Aplicada** y la División de **Oceanología** (antes Departamento de Oceanografía), modificando así la estructura académica del CICESE.

1983

La UNAM principia la construcción del **Laboratorio Ensenada** del Instituto de Física.

cuerpos de agua costeros adyacentes a las corrientes principales de la región también han sido objeto de estudios intensivos. De la Bahía de Todos Santos, estero de Punta Banda, Bahía de San Quintín, Bahía Sebastián Vizcaíno y Bahía Francisco de Ulloa se han documentado sus aspectos fundamentales. Al no contar con aportes de agua de ríos, sólo los escasos de agua de lluvia, se ha sugerido que estos cuerpos de agua responden principalmente a la marea, los vientos y a los fenómenos del mar adyacente, pero faltan más observaciones para dilucidar el papel que el flujo de calor y el viento local juegan en su dinámica. En las latitudes altas del gran océano ocurren las tormentas invernales más intensas del planeta, las cuales generan olas que propagan energía hacia las costas bajacalifornianas. Origen, intensidad y dirección de las olas que inciden sobre las costas de Baja California han sido documentados. El cinturón de fuego del gran océano es un generador de terremotos de magnitud variable; los de magnitud mayor causan tsunamis gigantescos, por lo que en el departamento se han realizado las mejores predicciones del arribo de tsunamis a las costas del Pacífico.

* Los doctores José Gómez, Manuel López, Miguel Lavín, Julio Candela, Julio Sheinbaum y José Luis Ochoa son investigadores del Departamento de Oceanografía Física del CICESE.



Producción fitoplanctónica en el mar

Saúl Álvarez Borrego*

En el mar como en la tierra se requiere de los productores primarios para sostener toda la trama alimenticia. De entre los productores primarios, los que utilizan luz solar para sintetizar materia orgánica son los que proveen la mayor parte del material para los consumidores. En el mar, existe una variedad de productores primarios fotosintetizadores: fitoplancton, manglares, macroalgas, pastos marinos, bacterias, etcétera. El 95 por ciento de la materia orgánica que se produce en el mar se debe a la fotosíntesis del fitoplancton. La palabra “plancton” se deriva del griego y significa que es llevado a la deriva; no tiene capacidad de nadar en contra de las corrientes. Los dos componentes del plancton son: el fitoplancton y el zooplancton. El fitoplancton está compuesto por plantas unicelulares (de aproximadamente una centésima a una décima de milímetro de tamaño; es decir, de 10 a 100 micras) y las que forman cadenas de células. Todas ellas contienen pigmentos fotosintéticos, de los cuales la clorofila *a* es el de presencia universal. El zooplancton está formado por organismos también muy pequeños, pero como su nombre lo indica son animales y, por lo tanto, son consumidores del fitoplancton y otros proveedores de materia orgánica.



1985

El CICESE cuenta con programas de maestría y doctorado en ciencias en Oceanografía Física, Ecología Marina, Sismología, Geofísica de Exploración, Óptica y en Electrónica y Telecomunicaciones. Además, tiene un programa de Especialización Académica en 14 áreas, un programa para desarrollar tesis de licenciatura y un programa de becas de entrenamiento técnico.

Se ratifica por un segundo periodo al Dr. Saúl Álvarez Borrego como director general del centro.

30 académicos del CICESE son admitidos en el SNI.

Inicia la matrícula de estudiantes en los programas de doctorado.

Se aprobó la maestría en Ciencias de la Computación y la maestría y doctorado en Física de Materiales, éstos en colaboración con el Instituto de Física de la UNAM.



El estudio del fitoplancton es de gran importancia porque donde prolifera también abundan sus consumidores y todos los integrantes de la trama alimenticia, incluyendo ballenas y aves marinas. Las áreas oceánicas con abundancia de fitoplancton son, a menudo, áreas de gran biodiversidad y ricas en recursos pesqueros. Estas áreas reciben nutrientes en abundancia a través de mecanismos naturales de fertilización impulsados por fenómenos físicos que mezclan las aguas superficiales, donde hay luz solar, con las aguas profundas ricas en nutrimentos; o bien, mueven verticalmente estas aguas profundas hasta la superficie. Por ello, el estudio de los nutrientes se debe hacer en paralelo a los estudios del fitoplancton. Un aspecto muy importante es estudiar la velocidad con la que el fitoplancton fotosintetiza materia orgánica, llamada productividad orgánica primaria o producción fitoplanctónica y expresada en unidades de masa o peso de materia orgánica, por unidad de tiempo, por unidad de volumen de agua de mar.

En el CICESE, se hemos realizado estudios de la ecología y fisiología del fitoplancton marino desde 1975. De hecho, el CICESE nació como institución de investigación y docencia en aspectos de física, como oceanografía física, sismología, electrónica y óptica. Los estudios del fitoplancton marino y su medio ambiente abrieron la puerta para el desarrollo de otras subdisciplinas de la biología dentro del CICESE.

Desde el inicio, se estudió el fitoplancton de zonas costeras y bahías de Baja California, así como en zonas oceánicas, con la intención de apoyar el desarrollo de la acuicultura y las pesquerías. Lugares como el estero de Punta Banda, la Bahía de San Quintín y Bahía Magdalena, en la costa occidental de la península de Baja California, fueron estudiados con el uso de embarcaciones pequeñas que hicieron historia en el CICESE, como la "Sirius", "Atenea" y "Hermes", además de utilizar barcos pesqueros prestados por lo que entonces era la paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos. Las invitaciones para participar en

1986



NOVIEMBRE
Principia la construcción del edificio de la División de Oceanología, concluye en 1990.

Se adquieren las primeras estaciones de trabajo de cómputo: *Apollo Domain* con procesador Motorola 68020, las primeras en Latinoamérica.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Comienzan actividades en ecología terrestre dentro de la División de Oceanología.

Principia formalmente el posgrado en Física de Materiales

1987



14 DE JULIO
Martín Celaya Barragán se convierte en el primer egresado de doctorado del CICESE, al obtener su grado de doctor en ciencias en Óptica.

cruceros oceanográficos a bordo de barcos de la Institución Scripps de Oceanografía y de la Naval Americana nos permitieron estudiar el fitoplancton del Golfo de California, del sistema de la Corriente de California frente a Baja California y el de otras áreas marinas como el Pacífico tropical mexicano. En 1982, tuvimos el privilegio de comenzar a utilizar “El Puma” de la UNAM, a través del tiempo asignado al CONACYT. Luego llegó el barco oceanográfico “Francisco de Ulloa” del CICESE, lo cual permitió estudios más sistemáticos de la parte sur del sistema de California y el Golfo de California, y extender las áreas de estudio para incluir al Golfo de Tehuantepec.

Con el advenimiento de los sensores remotos orbitando en satélites, principalmente la puesta del *Coastal Zone Color Scanner (CZCS)* en órbita a bordo del *Nimbus-VII* en octubre de 1978, el estudio del fitoplancton marino tuvo un impulso cuántico. El CZCS generó información sobre la concentración superficial de clorofila y motivó la mejora de los modelos matemáticos para estimar la producción fitoplanctónica a partir de estos datos de satélite. En la década de los ochenta, en el CICESE, nos dedicamos a caracterizar los parámetros que se utilizan en estos algoritmos para aplicar los modelos a aguas mexicanas. El uso de imágenes de satélite nos ha permitido, de una forma muy barata, ampliar nuestra cobertura geográfica de los estudios de producción fitoplanctónica para incluir el Golfo de México.

Ahora tenemos un conocimiento relativamente detallado de la producción fitoplanctónica de los mares mexicanos. Hemos descrito sus variaciones espaciales y temporales que incluyen ciclos estacionales e interanuales, el impacto de eventos “El Niño” y de la oscilación decadal del Pacífico. Esta última consiste en una secuencia de enfriamiento y calentamiento de las aguas superficiales del Pacífico norte con un período de dos a tres décadas. En general, la producción del Pacífico adyacente a México es mayor que la de las aguas del



1988



Se otorga el **Premio Nacional Ericsson en Telecomunicaciones** al grupo de telecomunicaciones del CICESE que dirige el Dr. Arturo Serrano Santoyo.

Se adquiere un sistema de cómputo **Sun Microsystems**, de estaciones de trabajo, con sistema operativo **Unix** enlazadas con **Ethernet**.

La Universidad de California en Irvine dona un inmueble de madera que servía de cafetería. Se acondiciona para ampliar la biblioteca del CICESE.

El Departamento de Geofísica de Exploración cambia de nombre a **Geofísica Aplicada**

El M.C. Jaime Sánchez García, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, **obtiene el primer lugar** en el **Certamen Anual de Telecomunicaciones IIE-CFE**.



Atlántico (Golfo de México y el Caribe mexicano). Los mares más productivos son los adyacentes a la península de Baja California: el sistema de la Corriente de California y el Golfo de California. Esto se debe a mecanismos naturales de fertilización, principalmente las llamadas surgencias costeras que consisten en movimientos verticales que acarrear aguas relativamente profundas hacia la superficie del mar donde hay luz solar. Estas aguas que provienen de la profundidad son ricas en nutrimentos en solución que utiliza el fitoplancton para fotosintetizar, como compuestos de nitrógeno y fósforo. Los lugares donde se presentan las surgencias son particularmente ricos en recursos pesqueros.

Muchos de los que alguna vez fueron estudiantes de maestría o de doctorado del CICESE, y que escribieron tesis sobre la producción fitoplanctónica y la caracterización de las variables y parámetros que se utilizan en los modelos para procesar los datos de satélite, se encuentran ahora trabajando en otras instituciones mexicanas y extranjeras haciendo investigación y formando nuevos recursos humanos.

* El Dr. Saúl Álvarez Borrego es investigador del Departamento de Ecología Marina del CICESE.



1989



DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

El M.C. Ricardo Núñez Pérez, con su tesis "Sistema Monitor de Vibraciones", **gana el primer lugar** en el 4º Certamen Nacional de Diseño de Equipo Electrónico y en el 4º Certamen Nacional de Proyectos Creativos Científicos y Tecnológicos de la Juventud, así como la Presea en Ciencia y Tecnología "Gral. Francisco J. Mújica".

Se establece acceso a Internet, con conectividad vía UNAM, y por satélite al Centro de Supercomputo de UCSD.

Se diseña e instala en el CICESE la **primera red dorsal de fibra óptica** en una institución académica mexicana.

22 DE MAYO
El Dr. Mario Martínez García es nombrado director general del CICESE, en sustitución del Dr. Saúl Álvarez Borrego.

Se crea el Departamento de Acuicultura en la División de Oceanología



Biodiversidad marina de Baja California

Luis Calderón, Horacio de la Cueva, Rubén Lara Lara, Leonardo Lizárraga Partida, Héctor Reyes Bonilla, Citlali Sánchez Robles*

La biodiversidad es un concepto desarrollado por E.O. Wilson en el siglo XX para entender que la conservación es más que un decreto de protección de un área, el listado de una especie o la existencia de áreas intocables. La biodiversidad describe la complejidad biológica y paisajística. Va más allá del número de especies que podemos encontrar en un área; no es cuantificable, esto no le resta utilidad y la hace atractiva, permitiendo discutir y acordar sobre la biodiversidad, incluyendo su uso.

Para comprender y aprehender la biodiversidad, debemos empezar conociendo la variabilidad genética, pasar por las especies y llegar a los ecosistemas y paisajes. Así, la biodiversidad no es ni un número, ni determina un lugar, sino el conocimiento y entendimiento de la vida y su ambiente en un contexto geográfico específico.

La biodiversidad es una integración de la vida que nos rodea y su ambiente físico de manera que empezemos a entender el momento histórico y geográfico que vivimos, producto de la evolución de la vida en la Tierra.



1990

23 DE AGOSTO

Se crea la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica en Ensenada. Se mantuvo en operación hasta diciembre de 1998.



10 DE DICIEMBRE

El presidente Carlos Salinas de Gortari visita el CICESE e inaugura el edificio de la División de Oceanología.

1991

Se crea la Dirección de Gestión Tecnológica.

La Dirección Académica se convierte en Dirección de Estudios de Posgrado.



El Dr. Enrique Gómez Treviño obtiene la medalla "Manuel Maldonado-Koerdell", de la UGM.



Aunque es posible decir que un lugar tiene mayor biodiversidad que otro, generalmente nos referimos a su riqueza específica, no podemos comparar la biodiversidad de ecosistemas disímiles porque su historia, geografía y clima los han llevado por diferentes caminos. Sin embargo, cuando queremos maximizar la conservación de especies o ecosistemas, sí comparamos áreas adyacentes para determinar en donde está la mejor representación de la biodiversidad local.

La biodiversidad de la península de Baja California y sus mares adyacentes ha dado lugar a civilizaciones perdidas, como lo atestiguan los petroglifos, los concheros y los antiguos pueblos y naciones que aún persisten en el territorio.

La biodiversidad también ha sido motivo de estudios sistemáticos desde la llegada de misioneros y exploradores. Continuamos con esta exploración y descubrimiento de la biodiversidad para su conservación y aprovechamiento.

El CICESE ha dedicado sus 40 años a la exploración de los mares y océanos mexicanos con énfasis en las aguas de la península de Baja California. A través de todo este tiempo hemos formado un sinnúmero de investigadores utilizando cruceros oceanográficos y todas sus herramientas a través de campañas como el IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California), cientos de viajes en embarcaciones menores, imágenes satelitales y otras herramientas para estudiar las aguas de la península y los seres que la habitan. Estas reflexiones sobre la biodiversidad que nos rodea son el producto del trabajo de investigadores, alumnos y técnicos dedicados en cuerpo y alma a su trabajo.

La biodiversidad marina alrededor de la península de Baja California es determinada principalmente porque existen dos sistemas marinos diferentes. Al este el mar cerrado del Golfo de California y al oeste



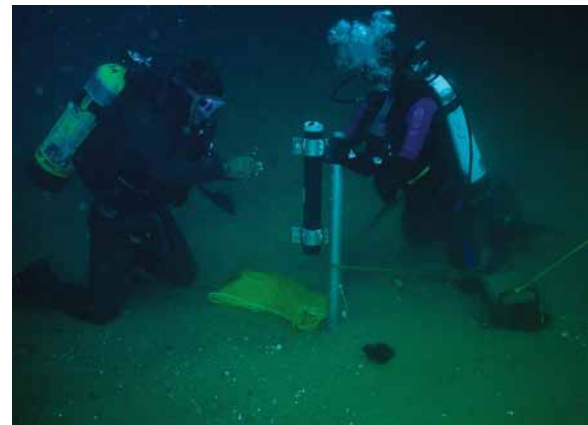
el océano Pacífico, dominado por la corriente de California de aguas frías. Estas diferencias dan lugar a una gran biodiversidad marina alrededor de la península.

Aunque las bacterias forman la biomasa más grande del planeta y están presentes en el medio marino, hablar de su diversidad es complejo ya que principalmente se conocen las bacterias que se cultivan, pero estas son sólo .01 a .001 por ciento de su total, por lo que aún no podemos apreciar su contribución a la biodiversidad oceánica.

El plancton está formado por los organismos microscópicos que viven en la columna de agua y son la base de la cadena alimenticia en el océano. La biodiversidad de ambas costas de la península está determinada por los eventos de surgencias de aguas frías ricas en nutrientes, que ocasionan variabilidad estacional, la cual a su vez determina condiciones para organismos del fitoplancton de afinidad templada –los grupos del micro y nanoplancton como son las diatomeas, dinoflagelados y nanoflagelados. En épocas de estabilidad ambiental, son abundantes los grupos del picoplancton.

Los consumidores de fitoplancton en el zooplancton responden a esta estructura alimentaria, dominando los grupos de organismos herbívoros y omnívoros como son los copépodos, eufásidos, apendicularios y doliolidos. En aguas sureñas de mayor influencia ecuatorial pueden dominar las salpas y las medusas. A escala interanual, los eventos El Niño y La Niña son también determinantes en la estructura del plancton de la región, contribuyendo a los cambios temporales y geográficos de la biodiversidad marina.

Las diferencias en la diversidad de ambas costas tienen su origen en la formación misma de la península de la placa continental durante el Cenozoico, hace entre 5 y 10 millones de años. La fauna y flora del Golfo de California se caracterizan por su alto nivel de endemismo, el



1994



Inicia el programa de Maestría en Administración Integral del Ambiente, en colaboración con el COLEF.

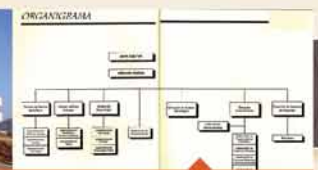


Los doctores Gilberto Gaxiola Castro y Josué Álvarez Borrego obtienen el **primero y segundo lugar del Premio Nacional de Oceanografía 1994**.

1995



Emplea la construcción de tres nuevos edificios que albergarán la biblioteca, el Departamento de Acuicultura y la Administración.



La Junta Directiva autoriza cambiar la estructura administrativa del CICESE, incorporando cuatro subdirecciones. También se crea la Subdirección de Computo y Redes.



cual es resultado del aislamiento geográfico producido por cambios ambientales a lo largo de al menos los últimos 3 millones de años.

Se reconoce al Alto Golfo como el sitio con mayor proporción de endemismos (alrededor de 20 por ciento de la fauna total), pero en números totales la zona clave en el golfo está en los alrededores de las Grandes Islas, donde existen poblaciones de 45 por ciento de las 846 especies endémicas registradas. Es importante anotar que, aunque sabemos que las comunidades de arrecifes al sur de la península incluyen buena parte de los endemismos, los datos precisos aún no se han dado a conocer.



La peninsularidad ha dado paso a la diferenciación en fitoplancton y de allí al resto de la biología de las aguas de ambas costas. El plancton se compone de organismos a merced de la deriva por las corrientes, la única diferencia entre ambas costas es que, las costas del Pacífico están más expuestas a las aguas frías de la corriente de California, mientras que las del Golfo están más expuestas a las corrientes cálidas de origen ecuatorial y esto sin duda definirá la dominancia de especies planctónicas.

Actualmente, la corriente de California determina la biología y ecología de los organismos del Pacífico, mientras que la región sur de la península de Baja California y sus mares están bajo la influencia estacional de aguas frías provenientes de la corriente de California y cálidas de la corriente costera de Costa Rica, lo que hace que la temperatura, concentración de nutrientes, pH y otros factores, fluctúen a lo largo del año, determinando también las características de su diversidad biológica.

En los albores del siglo XXI, los números de población humana nunca antes alcanzados ponen presión sobre todos los ecosistemas

DESARROLLO INSTITUCIONAL

VIDA ACADÉMICA

POSGRADO

DISTINCIONES Y VINCULACIÓN



1996

En septiembre se inaugura el edificio de Administración.

Principia la construcción del tercer piso del edificio de Física Aplicada. A finales de este año, comienza a ocuparse el edificio de Acuicultura. Así todo el CICESE se integra en un solo campus.

Se crea la subsele del CICESE en La Paz, Baja California Sur.

Se adquiere una supercomputadora Silicon Graphics Origin 2000; CICESE es la segunda institución en México en contar con equipo de supercómputo.

El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, gana el premio "Emilio Rosenblueth" de la Academia Nacional de Ingeniería.

planetarios. Baja California no es ajena a estas amenazas. La principal amenaza es la urbanización incontrolada; los desarrollos turísticos o industriales han sido propuestos sin resolver la problemática del agua y sin preservar el ambiente. Si se han frenado ha sido por la falta de recursos económicos para hacerlos.

Entre las principales amenazas para la biodiversidad del plancton, además de las de escala planetaria (calentamiento global y acidificación), esta la hipoxia de escala más local, en parte ocasionada por el incremento de las descargas de materia orgánica debido a las aguas residuales de las ciudades costeras y, en general, la contaminación costera por diversas actividades humanas.

La contribución de los investigadores del CICESE es fortalecer los programas de monitoreo ambiental y de las actividades socioeconómicas, para generar conocimiento e información para enriquecer la toma de decisión y diseñar mejores estrategias de mitigación y, en su caso, de adaptación.



* Los doctores Horacio de la Cueva y Rubén Lara son investigadores del Departamento de Oceanografía Biológica; Luis Calderón, del de Ecología Marina; Leonardo Lizárraga, del de Biotecnología Marina; Citlali Sánchez, becaria del primer departamento del CICESE. El Dr. Héctor Reyes Bonilla es investigador de la UABCS.

1997



12 DE FEBRERO

La Dra. María Luisa Argote Espinosa es nombrada Encargada del Despacho de la Dirección General del CICESE, al ser designado el Dr. Mario Martínez García director general del CIBNOR.

10 DE JUNIO

El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez toma posesión como director general del CICESE.



La Junta Directiva del CICESE aprueba la creación de la Dirección de Vinculación, que sustituye a la Dirección de Gestión Tecnológica. También crea la Dirección de Telemática que sustituye a la Subdirección de Cómputo y Redes.

Comienza a operar el programa de maestría y doctorado en Ciencias, con orientaciones en Acuicultura y en Biotecnología Marina.



Los programas de posgrado en Sismología, Geofísica Aplicada y Geología se unifican en un solo programa que ofrece maestría y doctorado en ciencias, con tres especialidades.



Conocer para alcanzar una pesca sustentable

Óscar Sosa Nishizaki*



El CICESE se encuentra en el noroeste de México, región de donde se extrajo 73 por ciento de la producción pesquera nacional en 2011 y en donde se produjo más de 50 por ciento de la producción por acuicultura. Estos valores dejan en claro que la región en donde se asienta este centro demanda un buen conocimiento de sus pesquerías. Aquí se explican los esfuerzos realizados en investigación pesquera a lo largo de nuestra historia.

Desde muy temprano en la historia del CICESE, surgió el interés de investigar la oceanografía y ecología de la zona costera de la península de Baja California, para coadyuvar en el desarrollo de la acuicultura y la pesca. Esta visión fue impulsada en un principio por el recién doctorado Saúl Álvarez Borrego, quien, siendo director general, comenzó la conformación de un grupo de investigadores dedicados a la ecología marina. A partir de este esfuerzo inicial y gracias a varios investigadores, después de 40 años se ha logrado que el CICESE cuente actualmente con una División en Oceanología en donde se desarrollan investigaciones en acuicultura, ecología marina, oceanografía física, oceanografía biológica y oceanografía pesquera.

1998



En el campus del CICESE se albergan representaciones del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines, del Parque Nacional de San Pedro Mártir, de la Universidad Estatal de San Diego y de la Unión Geofísica Mexicana.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Se plantea la creación de un doctorado en Ciencias Ambientales en coordinación con otros siete centros SEP-CONACYT. El CICESE se deslinda y opta por crear, años después, una orientación en esta área.



El Dr. Rafael Kelly Martínez recibe el **Premio a Investigadores Jóvenes** de la Academia Mexicana de Ciencias y el premio "Luis Enrique Erro" del INAOE.

Peces costeros

Los primeros estudios sobre ecología de peces se realizaron en Bahía de Todos los Santos. El entusiasta Gregory Hammann, con la ayuda de Jorge Rosales, conformó el laboratorio de Ecología Pesquera a principio de los años 80. Ellos se concentraron en el estudio de la ictiofauna de la bahía, estudiando desde los estadios larvales hasta los adultos y caracterizando las comunidades de peces asociadas a mantos de macroalgas o en zonas rocosas y arenosas. Posteriormente, Jorge Rosales obtuvo su doctorado y continuó con el estudio de la comunidad de peces en las costas del Pacífico y del Golfo de California, logrando entender algunos aspectos biológicos como hábitos alimentarios, el parasitismo, la edad y crecimiento de las especies de importancia comercial distribuidas en estas áreas.

Con la llegada de Sharon Herzka a principios del siglo XXI, se amplió la capacidad de investigación en ecología de peces costeros. Comenzó una discusión ecológica más teórica y una aplicación de análisis más avanzados, como los isótopos estables, que han sido aplicados para entender los procesos de migración en los sistemas estuarinos de especies costeras de importancia comercial, como el lenguado de California. Asimismo, sus investigaciones han permitido caracterizar cómo los estadios subadulto y adultos del ciclo de vida de los peces hacen uso de estos sistemas de lagunas costeras.

Peces pelágicos menores

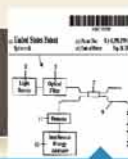
Probablemente, la sardina monterrey es uno de los recursos en el que el CICESE ha tenido la mayor aportación para conocer su biología y dinámica poblacional. Greg Hammann, después de incursionar con



El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez gana el **Premio Anual 1998 de la Academia Mexicana de Óptica**.

El Dr. Saúl Álvarez Borrego obtiene la **"Medalla Mariano Bárcena"** que otorga la Unión Geofísica Mexicana, por su larga trayectoria académica y de investigación.

4 DE JUNIO
El IMPI otorga al CICESE su primera patente. "Dispositivo de filtración con sistema simultáneo para separar diferentes tamaños de fitoplancton", inventado por Sila Nájera Martínez, Gilberto Gaxiola Castro y Saúl Álvarez Borrego. Se inicia la gestión de tres nuevas patentes y se da seguimiento a tres más.



1999



17 DE MAYO
Se decreta la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica.

Se firma la adhesión del CICESE a la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2 (CUDI).



los peces costeros, enfocó parte de sus investigaciones en entender la ecología de la sardina en el Golfo de California. Tocó temas desde la relación entre la estructura del aparato bucal de la sardina y su dieta, la distribución de sus huevos y larvas, hasta los efectos de la temperatura del mar en su dinámica poblacional.

Una de las aportaciones con mayor impacto en la literatura internacional de pesquerías es el estudio de los sedimentos laminados de la cuenca de Santa Bárbara, realizado por Timothy Baumgartner y Vicente Ferreira, junto con Andy Soutar (QEPD), del Scripps Institute of Oceanography. Haciendo uso de técnicas paleo-oceanográficas lograron inferir la variabilidad de la biomasa de la sardina y anchoveta durante casi 2000 años. Dedujeron que ambas especies varían en periodos de 60 años aproximadamente y que sus variaciones están relacionadas principalmente con condiciones oceanográficas, más que a explotación pesquera. Estos descubrimientos dieron origen a diferentes aproximaciones de investigación dentro de la oceanografía pesquera internacional, en especial aquellas relacionadas con pelágicos menores y la Teoría del Régimen.

Estas grandes fluctuaciones poblacionales probablemente han influenciado los procesos que generan y mantienen la variabilidad genética de la sardina monterrey y su estructura poblacional, que es uno de los temas de investigación en el laboratorio de Ecología Molecular a cargo de Axayacatl Rocha, donde él y sus estudiantes han desarrollado técnicas para caracterizar genéticamente desde estadios larvales hasta adultos de sardina monterrey.

En nuestro país, las sardinas representan 40 por ciento del volumen total de captura. La sardina monterrey se distribuye desde la región sur de Canadá hasta el Golfo de California, por lo que es pescada por las industrias pesqueras de Canadá, Estados Unidos y México. Debido a su importancia, investigadores pesqueros de estos tres países

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Comienza a funcionar una representación del CICESE en el Distrito Federal.

Se firma un convenio con El Colegio de México y El Colegio de Michoacán para establecer una unidad conjunta en Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Se inician gestiones para establecer representaciones del CICESE en Zapopan, Jalisco, y en Monterrey, Nuevo León.

Principian los trabajos de construcción del comedor y acuario. El edificio pasaría luego a ser de la División de Biología Experimental y Aplicada.

El M.C. Arturo Arvizu Mondragón, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, gana el *Premio a la Excelencia en Desarrollo e Innovación Tecnológica* del Sistema de Centros SEP-CONACYT.



decidieron crear un foro trinacional de la sardina a finales del siglo pasado, para fomentar el intercambio de experiencias de manejo y resultados de sus investigaciones. Sharon Herzka y Tim Baumgartner se han destacado en su participación en la coordinación de este foro a lo largo de los años. A nivel nacional, Sharon, Tim y Axa, y en su tiempo Greg, han sido pilares para el desarrollo de las investigaciones de sardina, compartiendo sus resultados con otros colegas mexicanos durante las reuniones de trabajo del Foro Nacional de Sardina.

Peces pelágicos mayores

Como pelágicos mayores se reconocen a las especies oceánicas como atunes, picudos y tiburones. Al llegar al CICESE en 1990, Óscar Sosa se incorporó al laboratorio de Ecología Pesquera e inició las investigaciones de biología pesquera del pez espada. Impulsó investigaciones con técnicas genéticas junto con Jorge de la Rosa (QEPD), de la UABC, para entender la estructura de la población de este pez en el Pacífico oriental. Debido a que los tiburones oceánicos, como el tiburón azul, mako y ratón o thresher, conforman la mayoría de la captura cuando se pesca el pez espada, sus investigaciones se centraron en la biología, ecología y pesca de este grupo de escualos desde hace 15 años. Asimismo, ha centrado sus investigaciones en la descripción de las pesquerías artesanales de la región, principalmente aquellas que capturan primordialmente rayas y tiburones, todas éstas a través de trabajos de tesis de sus estudiantes de posgrado y con el apoyo de Carmen Rodríguez y Omar Santana.

En años recientes, comenzó a investigar a los tiburones ballena y blanco, especies que están bajo un régimen de protección en México. Para estas especies ha utilizado la estrategia multidisciplinaria al asociarse con Sharon, Axa y John O'Sullivan (Acuario de la Bahía de Monterey, EUA) y aplicar técnicas isotópicas, moleculares y de mar-



2000



25 DE FEBRERO
El presidente Ernesto Zedillo visita el CICESE e inaugura el edificio del Departamento de Acuicultura.

Se integra el Convenio de Desempeño del CICESE y se gestiona su reconocimiento como Centro Público de Investigación, de acuerdo con la nueva Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica.

Se comienza a establecer Internetz en México.



Se crea el Departamento de Ciencias de la Computación en la División de Física Aplicada.

En agosto se crean los departamentos de Biotecnología Marina y de Embarcaciones Oceanográficas en la División de Oceanología.



caje satelital para entender la estructura de la población del tiburón blanco, su ecología alimentaria y las migraciones de ambas especies.

Pesquerías de invertebrados

Después de incursionar en estudios de impacto ambiental durante sus primeros años en el CICESE, Luis Calderón tornó su interés de investigación hacia las pesquerías desde principios de la década de 1990, principalmente en pesquerías de invertebrados. Sus primeros estudios se centraron en la pesquería del camarón del Golfo de California. Posteriormente, junto con Víctor Moreno, estructuraron el laboratorio de Ecología y Pesquerías de la Zona Costera. Las investigaciones de este laboratorio se han enfocado primordialmente en especies bentónicas de importancia comercial tales como el pepino de mar, la almeja pismo, la almeja generosa y el pulpo, entre otras. En particular, hacen evaluaciones de los inventarios pesqueros y estudios de esclerocronología para determinar edad, contribuyendo así con la autoridad competente para la asignación de cuotas de aprovechamiento. Por otra parte, investigan el papel de la ictiofauna en arrecifes coralinos y rocosos del Pacífico mexicano, para comprender el flujo de materia y energía en estos ecosistemas y estimar posibles efectos ambientales y antropogénicos.

Luis ha sido parte fundamental en la creación de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos, un grupo de expertos cuyas investigaciones forman parte de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. Una de los temas que están abordando son los efectos del cambio climático en los arrecifes, en asociación con Héctor Reyes (UABCS).

Por otro lado, tomando en cuenta que el calamar gigante mantiene una de las pesquerías masivas más importantes del país, y su explo-

2001



22 DE ENERO

Primera videoconferencia en Latinoamérica via Internet. Participan 29 instituciones de CUDI, incluido el CICESE. Se interconectan con universidades de Canadá, Estados Unidos y Chile.

MARZO

Con un presupuesto de 10 millones de pesos del CONACYT, comienza a operar la Unidad de Biología Experimental y Aplicada. Tiene dos secciones: Microbiología Molecular y Biología de la Conservación.

4 DE DICIEMBRE

Se inaugura el Laboratorio de Microbiología Molecular del Departamento de Biotecnología Marina de la División de Oceanología del CICESE.



30 DE ENERO

PEMEX y el CICESE firman un convenio de colaboración, el segundo que se firma con la empresa petrolera más grande en Latinoamérica.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

tación se había centrado en el Golfo de California durante los años 90, el estudiante de doctorado Unai Markaida (ahora en ECOSUR) inició el estudio de su biología y ecología en el Laboratorio de Ecología Pesquera, bajo la tutela de Óscar. Con base en esa experiencia, recientemente Óscar y Omar, con la ayuda de Unai y otros colegas y estudiantes, realizaron un estudio de la incipiente pesquería de calamar gigante en aguas frente a Ensenada. Esta pesquería resulta prometedora para el sector pesquero de este puerto; sin embargo, todavía no se ha podido esclarecer la dinámica de su población en la región y su relación con la oceanografía, siendo esto uno de los retos en el futuro cercano.

Oceanografía pesquera

El concepto de oceanografía pesquera implica el uso de la información oceanográfica para entender problemas en pesquerías. Uno de los primeros estudios de oceanografía pesquera en el CICESE fue el realizado por Tim Baumgartner a finales de 1988, al modelar el acoplamiento entre el ciclo de vida de la sardina y el ambiente oceanográfico del Golfo de California. Diez años después, el mismo Tim, junto con otros colegas, se interesó en entender la dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California y conformaron el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) en 1997. Después de 15 años, la información creada por este programa ha permitido conocer gran parte de la oceanografía biológica de la región y ha permitido entender parte de la ecología de algunas especies marinas de importancia comercial.

La oceanografía biológica y pesquera a nivel costero fue robustecida a principios del siglo veintiuno, con la llegada de Lydia Ladah al CICESE. Ella trata de entender los procesos de asentamiento de es-



2002



10 DE JULIO

La Junta de Gobierno del CICESE ratifica al Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez como director general de este centro de investigación por un segundo periodo de cinco años.

Se adquiere la segunda supercomputadora: una *Sun Fire 2800* de 8 procesadores *Ultra Sparc III* de 900 Mhz, y cinco estaciones de trabajo *Sun Blade 1000*.

Se ensambla el primer cluster, denominado "Tribus", al conectar las estaciones Sun.



JUNIO

TODoS@CICESE obtiene ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor su **certificado de reserva de derechos al uso exclusivo**.



8 DE NOVIEMBRE

El Dr. Ricardo Villagómez Tamez, responsable del proyecto Tecnologías de láseres industriales de bióxido de carbono, recibe en Monterrey el **premio Tecnos 2002**, que otorga el gobierno de Nuevo León.

tadios larvales de algunas especies bénticas de importancia pesquera y ecológica utilizando técnicas de la ecología molecular, oceanografía física y ecofisiología. Su grupo ha podido adentrarse en el conocimiento de la estructura de las poblaciones y la conectividad entre poblaciones de especies bentónicas asociadas a bosques (o mantos) de macro algas marinas (como el sargazo). Asimismo, ha estudiado la dinámica de los nutrientes que entran a los mantos y ha tratado de contestar la pregunta ¿cuál es la relación entre los mantos de sargazo, los erizos marinos y abulones?

Haciendo uso de microtecnologías de medición, Lydia ha podido describir procesos oceanográficos en escalas muy pequeñas, como las ondas internas de alta frecuencia, en tiempos muy cortos (segundos), y su asociación con los procesos de asentamiento de organismos bentónicos. No obstante, en sus estudios también ha analizado la asociación de procesos de mayor escala, como las surgencias y su impacto en los ecosistemas costeros de la costa oeste de Baja California. Estas aproximaciones le han permitido establecer colaboraciones con grupos de investigación tanto en EUA como en América del Sur.

Otras investigaciones en oceanografía pesquera incluyen el análisis de los efectos de los procesos oceanográficos en los estadios larvales del camarón en el Golfo de California realizado por Luis Calderón; el estudio del efecto de la temperatura en la formación de los otolitos de sardina monterrey durante sus primeros años, para caracterizar su origen, analizando isótopos de oxígeno, llevado a cabo por Sharon Herzka y sus estudiantes, o la descripción de los movimientos verticales de tiburón azul y mako asociados a la temperatura y concentración de oxígeno, realizada por los estudiantes de Óscar Sosa utilizando marcas satelitales. Tim Baumgartner propuso una hipótesis de acoplamiento de la oceanografía y la dinámica poblacional de la sardina monterrey en la corriente de California.

2003



DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

JUNIO

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público aprobó la homologación salarial del personal científico y tecnológico del sistema de centros públicos CONACYT con el tabulador del CINVESTAV.

11 DE JUNIO

Se inaugura la "Unidad de enlace" y el portal "Transparencia" a través de los cuales, por ley, cualquier ciudadano accede a la información del CICESE.

18 DE SEPTIEMBRE

Se inaugura el edificio de Telemática, como parte de los festejos de nuestro 30 aniversario.

16 DE SEPTIEMBRE

Se crea la División de Biología Experimental y Aplicada, con tres departamentos: Biología de la Conservación, Biotecnología Marina y Microbiología; también se reestructura la División de Oceanología, creándose el Departamento de Oceanografía Biológica; permanecen los de Acuicultura, Ecología, Oceanografía Física y Embarcaciones Oceanográficas.

Ecología Molecular

Con la llegada de Axayacatl Rocha, el CICESE dio un paso fundamental hacia las investigaciones multidisciplinarias para la ecología pesquera y la conservación. Por su propia iniciativa o en asociación con varios de los investigadores mencionados, Axa ha hecho estudios de ecología molecular enfocados a la ecología poblacional de especies de importancia pesquera como almejas, sardina, el dorado, lisas, rocots, huachinango y varias especies de tiburones y rayas.

Gracias a la diversidad de sus intereses, Axa, uniendo fuerzas con algunos colegas, se ha enfocado a temas de gran importancia ecológica y de conservación de la fauna marina del país. Trabajando en conjunto con Luis Calderón han estimado la diversidad genética y conectividad demográfica poblacional de corales hermatípicos, lo cual es fundamental para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas arrecifales ante cambios ambientales. También se han dedicado a estudiar la conectividad entre las poblaciones de algunos peces arrecifales para entender si es efectivo el establecimiento de áreas protegidas y los efectos de la pesca. Con sus estudiantes se ha dedicado a entender la estructura poblacional de especies protegidas, como la ballena gris, varias especies de delfines, tortugas marinas y tiburones.



Impacto social y transferencia del conocimiento

El conocimiento científico forma parte del acervo cultural de un país. En específico, los resultados de nuestras investigaciones aportan al conocimiento de los recursos pesqueros y naturales marinos de México, lo cual ha permitido y permitirá tomar mejores decisiones

2004



ENERO

La Dirección de Vinculación del CICESE se reestructura por Dirección de Innovación y Desarrollo (DID), con dos departamentos: Proyectos Especiales y Propiedad Intelectual, y Alianzas Estratégicas y Educación Continua.

MARZO

La Oficina del CICESE en la ciudad de México comparte instalaciones en la nueva sede de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), en la llamada "Casa Tlalpan".

OCTUBRE

El Departamento de Comunicación, adscrito a la Dirección de Vinculación, se incorpora al equipo de la Dirección General.



SEPTIEMBRE

Se conmemora el décimo aniversario del posgrado en Ciencias de la Computación.



JUNIO

Se registra en Estados Unidos la **primera patente internacional**, resultado de una colaboración entre el CICESE y el CIMAV. Con este registro suman tres las patentes propiedad del CICESE.



para su conservación y manejo. Muchos de nuestros resultados han sido utilizados para conformar planes de manejo pesquero (publicados y en desarrollo), normas pesqueras y para la toma diaria de decisiones relacionadas con estos recursos. Algunos de nosotros hemos participado en los grupos de conformación de normas pesqueras o comités de pesca y acuicultura a nivel estatal y nacional, o realizando investigaciones por encargo directo de alguna instancia gubernamental. Esto ha permitido una transferencia directa del conocimiento creado. Por ejemplo, recientemente a petición del gobierno estatal, el equipo de Óscar realizó un estudio sobre la pesca deportiva, logrando describir el estado actual de esta pesquería y creando la primera *Guía para la identificación de las especies capturadas en la pesca deportiva de Baja California*. Otro proyecto con impacto nacional es el “Diagnóstico sobre la disminución de las poblaciones de abulón en la costa occidental de la península de Baja California y estrategias para atenuar los impactos”, un proyecto multinstitucional en el cual Axa Rocha participa activamente analizando la salud de las poblaciones de abulón azul y amarillo explotadas en Baja California, tratando así de comprender las causas de los eventos recientes de mortalidad masiva que han afectado al recurso.

Varios de nosotros somos socios fundadores de la Sociedad Mexicana de Pesquerías (Óscar Sosa ha sido su presidente en el pasado), y en nuestro campus hemos albergado la reunión bienal en 2010, lo que nos ha permitido intercambiar nuestras investigaciones con colegas de otras regiones.

Una aportación muy importante y significativa de este grupo de investigadores ha sido la formación de recursos humanos. Bajo nuestra tutela, en total se han graduado 104 maestros en ciencias y 11 doctores con trabajos de tesis sobre temas de ecología pesquera o conservación.



19 DE NOVIEMBRE
El Dr. Rafael Kelly Martínez recibe el **Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2004**, otorgado por el gobierno de Baja California

2005



15 DE JULIO
Se inaugura el primer piso del edificio de la División de Biología Experimental y Aplicada, correspondiente al Departamento de Microbiología.



18 AGOSTO
El Dr. Federico Graef Ziehl toma protesta como director general del CICESE.



25 NOVIEMBRE
Se inaugura la Unidad de Producción de Semilla de Lengado *Paralichthys californicus*, del Departamento de Acuicultura

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Retos del futuro cercano

Asegurar que la extracción de los recursos pesqueros sea sustentable resulta crucial para la conservación de la biodiversidad en los mares, el bienestar de las comunidades humanas y la seguridad alimentaria del país. Siendo nuestro entorno la región pesquera más importante del país, los retos de investigación son varios, y nos queda claro que la mejor estrategia es la aproximación multidisciplinaria. El sobreuso de algunos recursos pesqueros implica una aproximación que contemple análisis socioeconómicos para poder plantear alternativas de uso más robustas. Asimismo, los posibles efectos del cambio climático en las operaciones pesqueras de la región demandan investigaciones con aproximaciones de oceanografía pesquera que nos permitan plantear escenarios más detallados. Con ellos podremos encontrar soluciones más sólidas para el uso y conservación de los recursos pesqueros y naturales de la región, soluciones que constituyen algunos de los retos que tenemos para los años venideros.

*El Dr. Óscar Sosa Nishizaki es investigador del Departamento de Oceanografía Biológica y líder del laboratorio de Ecología Pesquera del CICESE. Texto escrito con la colaboración de los doctores Jorge Rosales, Sharon Herzka, Axayacatl Rocha y Lydia Ladah.



Desarrollo de los estudios de acuicultura

Miguel Ángel del Río Portilla*



Con motivo de los 40 años del CICESE se me invitó a escribir sobre lo que ha ocurrido en esta área desde su formación y el impacto que ha generado la acuicultura desde dentro del CICESE hacia fuera. Esta tarea es muy importante por lo que espero poder transmitir la importancia del Departamento de Acuicultura durante su vida dentro del CICESE. Para ello, es conveniente saber que la acuicultura se desarrolló desde hace varios milenios, inicialmente en China donde el cultivo de la carpa fue tan importante que se extendió a la Europa medieval, donde se le consideraba una delicia. A partir de esta etapa, la acuicultura se ha expandido a diferentes partes del mundo y ha logrado grandes avances, alcanzando una producción estimada de 64 millones de toneladas en 2011.

En México, la acuicultura se ha desarrollado desde la época prehispánica, en la cual los pobladores del valle de México cultivaban organismos acuáticos. Esta práctica, de alguna manera, se extendió al uso del agua en los canales para el cultivo de plantas, en los sistemas de chinampas. Este sistema de cultivo artesanal ha prevalecido de tal forma que todavía se utiliza en algunos lugares, como en Xochimilco. Es posible decir que fueron los inicios de la acuaponía, o también



JULIO
Se instala en la bahía de Ensenada el **primer Observatorio de Monitoreo Costero (OMC)** en México.



Comienzan tres nuevas orientaciones en los posgrados del CICESE: Geociencias Ambientales, en el programa de Ciencias de la Tierra, Físicoquímica, en el programa de Física de Materiales, y Microbiología, en el de Acuicultura-Biotecnología /Manna.



20 DE ABRIL
El doctor Saúl Álvarez Borrego, investigador del Departamento de Ecología del CICESE, obtiene el nombramiento **Doctor Honoris Causa** por la UABC.

AGOSTO
La CANIETI y el CICESE firman acuerdo de colaboración institucional

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

conocida como acuaponía, que es la técnica de cultivo de animales (principalmente peces) y la utilización del agua de desecho rica en nutrientes, para abonar los suelos y cultivo de plantas o vegetales.

En la actualidad, México cuenta con una Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable; esta palabra, sustentable, ha generado controversia ya que muchos consideran que debe realizarse la actividad sostenible en el tiempo, pero una cosa es muy cierta, considero que el Departamento de Acuicultura está convencido de que la producción acuícola no puede perder de vista la producción y el aspecto humano, así como el cuidado del ambiente.

Podemos decir que la acuicultura en el CICESE ha pasado por diferentes épocas tal y como ha ocurrido en la historia de la acuicultura en México y el mundo, con una fase de inicio, fortalecimiento y crecimiento acelerado.

En el CICESE, la acuicultura comenzó a finales de la década de 1970 con la contratación del Dr. Luis Fernando Bückle Ramírez por el entonces director general, Dr. Saúl Álvarez Borrego. El área de acuicultura se integró al Departamento de Ecología Marina de la División de Oceanología. De este departamento se sumaron otros investigadores al área de acuicultura, cuyo primer laboratorio para cultivar organismos marinos se instaló en el centro de la ciudad de Ensenada, lejos de un buen aprovisionamiento de agua de mar. Esto obligó a fomentar el cuidado ambiental, por lo que este laboratorio contó con el primer sistema de recirculación y purificación con filtros biológicos para agua de mar que funcionó por quince años. En aquel entonces, no eran muy comunes estos sistemas en la acuicultura.

Para 1997, el Departamento de Acuicultura se trasladó a las instalaciones actuales en el campus CICESE. La cercanía a la costa ha permitido el bombeo de agua de mar desde la playa hasta las instalaciones.



2007



20 DE OCTUBRE
Eugenio Méndez, investigador del Departamento de Óptica del CICESE, recibe el **Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2006**.



25 DE OCTUBRE
El CICESE gana el **Premio a la Vinculación Universidad-Empresa**, otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y la ANUIES.

Se integra el segundo clúster de cómputo, denominado "Cataviña".

SEPTIEMBRE
Se presenta el primer optiportal, con conectividad limitada. La operatividad del conjunto no se logra hasta 2008.



Se cumplen 30 años de haber diseñado, construido y operado los primeros sismógrafos digitales que transmiten información por microondas.



Sin embargo, la diferencia de altitud presentó un problema adicional: el consumo eléctrico agregado al bombeo del agua hacia las instalaciones. Conscientes de ello, con la incorporación de técnicos especializados y personal del departamento, comenzó la operación de dos sistemas de aprovisionamiento de agua; uno “oceánico” y otro de recirculación de agua de mar, con el fin de disminuir el consumo de electricidad e incrementar su aprovechamiento. Así, se ha fortalecido la incorporación de los sistemas de recirculación en los diferentes proyectos y hemos fomentado la reutilización del recurso más importante en la acuicultura, el recurso agua.

Actualmente el Departamento de Acuicultura está constituido por doce investigadores, nueve técnicos y cuatro secretarías que, como un conjunto interdisciplinario, ha permitido desarrollar líneas importantes de investigación que al presente son las siguientes: reproducción y desarrollo, patología y sanidad, biología y cultivo de microalgas, genética, ecofisiología y estrés, nutrición y cultivo de peces marinos, desarrollos de bancos de germoplasma, diseño y desarrollo de tecnología acuícola.

El trabajo efectivo de los investigadores del Departamento de Acuicultura se refleja, a la fecha, en la graduación de maestros y doctores en ciencias que trabajan en universidades nacionales y extranjeras, así como en instituciones gubernamentales y privadas. Contamos con nueve laboratorios analíticos, dos laboratorios húmedos y tres plataformas externas para ensayos a nivel piloto experimental, e invernaderos para la producción de organismos marinos o dulceacuícolas, que aumentaron la capacidad de respuesta a los retos acuiculturales nacionales. Se ha trabajado con langostas, camarones, pulpos, erizos, peces marinos y dulceacuícolas, acociles y microalgas, entre otros.

El departamento ha desarrollado un amplio panorama de convenios



de trabajo con instituciones nacionales e internacionales que han permitido el intercambio de investigadores y la atracción de estudiantes, proyectando al CICESE como una institución reconocida en el entorno de la acuicultura.

Se han desarrollado diferentes sistemas de recirculación para el cultivo de tilapia, abulón, ostión y camarón a diferentes escalas, así como la reutilización del agua de estos cultivos en la producción de hortalizas (acuaponía).

El aporte de conocimiento en ecofisiología (la relación de la fisiología con el ambiente, en la búsqueda de las mejores condiciones de cultivo) ha sido muy importante, ya que se han logrado detectar las condiciones adecuadas para el cultivo de diferentes especies acuícolas, de las que se puede mencionar actualmente el pulpo y los esfuerzos para iniciar el cultivo de la langosta roja.

Contamos con un incipiente laboratorio de producción de peces marinos, donde se realizan investigaciones a diferentes niveles con el fin de poder desarrollar las técnicas de cultivo requeridas para la producción de estas especies. Se considera que es de los primeros laboratorios de este tipo en México.

A principios de la década de 2000, se fundó el banco de germoplasma que, posteriormente, sirvió como base para el Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos (SUBNARGENA) que financió la SAGARPA a partir de una iniciativa presidencial y con apoyo del INAPESCA. Tiene como objetivo la conservación del germoplasma de los organismos acuáticos, principalmente de consumo humano.

Se ha logrado la caracterización genética del abulón en cultivo, una de las especies más importantes económicamente en Baja California, además de estar trabajando en otras especies como el lenguado, la totoaba y la trucha de San Pedro Mártir.



El CICESE firma convenios de colaboración con Calitz, con Médica Sur y con Laboratorios Silanes, para impulsar proyectos en tecnologías de la información y en biotecnología marina.

2008



10 DE JULIO
Como parte del Programa Estatal de la Propiedad Intelectual (PEPI) de Baja California, se inaugura el Centro de Patentamiento del CICESE.

19 DE SEPTIEMBRE
Se inauguran las instalaciones del Departamento de Ciencias de la Computación en el edificio de Telemática.



24 DE OCTUBRE
Se presenta oficialmente *Pelicano*, un programa de apoyo educativo y de divulgación de la ciencia.



El CICESE se sitúa entre las tres instituciones con mayor capacidad de cómputo del país al integrar un clúster para modelar la circulación marina, más dos supercomputadoras, acceso a Internet, un optiportal y la capacidad para trabajar en grids.



Se han aportado grandes desarrollos técnicos para el cultivo de microalgas, así como el conocimiento de su biología y fisiología, tanto para la producción de moluscos, peces y crustáceos y la utilización para la producción de compuestos o materiales de uso diversos, como pigmentos, entre otros. Contamos con la Colección de Cepas de Microalgas, la cual tiene casi dos décadas de estar brindando el servicio de venta de cepas a nivel nacional e internacional.

La descripción de agentes patógenos en la acuicultura es uno de los aportes más importantes que se han producido dentro del departamento. Dentro de ellos se puede mencionar al *Perkinsus marinus*, que afecta a los ostiones en el golfo de California; al virus tipo herpes que afecta al ostión japonés que se cultiva tanto en el Pacífico como en el Golfo de California; a la bacteria intracelular *Xenohaliotis californiensis* que afecta al abulón, por mencionar algunos de ellos.

Los egresados de Acuicultura han sido una fuente muy importante de motivación y orgullo. Mientras no existía un posgrado propio, los alumnos egresaban del posgrado en Ecología Marina, el cual permitía a los estudiantes realizar los estudios complementarios para la especialización en esta área del conocimiento. Hacia la mitad de la década de 1990 se vio la necesidad de contar con un posgrado con la especialidad en Acuicultura, que principió en 1997. Posteriormente, debido al crecimiento de la actividad y de la planta académica, se logró tener el programa de posgrado en ciencias en Acuicultura, el cual es reconocido por el CONACYT dentro de su Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Como resultado, nuestro posgrado se ha extendido al resto de América, por lo que el trabajo académico se amplió a la preparación de maestros y doctores en ciencias de origen extranjero.

*El Dr. Miguel Ángel del Río Portilla es investigador del Departamento de Acuicultura del CICESE.



Clima y cambio climático

Adriana Castillo Blancarte*, Tereza Cavazos, Juan Carlos Herguera, Edgar Pavía**

El clima y el agua se estudian en el CICESE con el objetivo de profundizar en el conocimiento básico y aplicado de los cambios en los ambientes local, regional, nacional e internacional.

Para comprender los cambios en las condiciones climáticas asociadas a los fenómenos “El Niño” y “La Niña” –alteraciones en las temperaturas del agua oceánica y del ambiente a nivel regional–, el Dr. Edgar G. Pavía López, investigador del Departamento de Oceanografía Física y su grupo, estudian los dos extremos del ciclo del agua: evaporación y precipitación. En el primer caso, el enfoque es la evaporación en suelos húmedos, tema que, a pesar de su importancia, se ha estudiado relativamente poco en nuestro país. En sus resultados destaca que la evaporación total en arenas saturadas y del agua es comparable durante el día, cuando ambas pueden ser modeladas a partir de la radiación solar y la temperatura del aire.

En el caso de la precipitación, el principal reto ha sido pasar del ámbito local al regional y nacional, así como pasar de los modelos



2009



MAYO
TODOs@CICESE, la revista electrónica Institucional de ciencia, **festeja 10 años de haber sido creada.**

5 DE NOVIEMBRE
 La Red Nacional de Videoconferencias de los centros de investigación del CONACYT, que administra y coordina el CICESE, contabiliza dos mil videoconferencias.



19 DE JUNIO
 Se **inaugura** el Laboratorio de Esclerocronografía, Ecología y Pesquerías de Organismos Marinos del CICESE.



28 DE OCTUBRE
 Se **inaugura** en el CICESE el Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos a iniciativa de la SAGARPA e INAPESCA.



28 DE NOVIEMBRE
 La Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra, organizada por el CICESE y la Unión Geofísica Mexicana (UGM) para estudiantes de bachillerato, **cumple 15 años**



estadísticos basados en el fenómeno de “El Niño” a modelos más completos. Este reto, en parte, lo enfrentaron analizando el clima (representado en dos variables: temperatura superficial del aire y precipitación) de todo México con variables atmosféricas y oceánicas globales; no sólo estadísticamente sino también con modelos numéricos. Aquí el principal trabajo se enfocó en la tesis doctoral de Ramón Fuentes Franco, en la que el resultado más relevante es la transición del modelo predictivo estacional denominado CICESE I, que es puramente estadístico y con habilidad teórica de 2/3, al modelo CICESE II con datos del clima de todo el planeta. Este segundo modelo se encuentra operando desde marzo de 2012 y permite realizar predicciones de mediano plazo, tanto regionales como nacionales sobre lluvias y sequías.

Conectando el pasado con el futuro del agua en el planeta

El Dr. Juan Carlos Herguera, del Departamento de Ecología Marina, estudia el calentamiento global y las alteraciones que introduce en la circulación y biogeoquímica del océano. Las investigaciones sobre cambio climático y calentamiento global son objeto de un extenso y preocupante debate científico con profundas y, por ahora, ampliamente desconocidas consecuencias en su propagación a los ecosistemas marinos y sus pesquerías, al sistema planetario y sobre la especie humana. El Dr. Herguera está convencido de que la especie humana no era consciente de cómo su desarrollo agrícola, industrial y económico, especialmente en los últimos dos siglos (con la revolución industrial del siglo XIX y la tecnológica del siglo XX), podían alterar el clima y los ciclos biogeoquímicos del planeta. Estos cambios ambientales no tienen precedentes en la historia geológica del planeta.



Entra en vigor un nuevo Reglamento de Estudios de Posgrado, el sexto desde que se creó este centro en 1973.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN



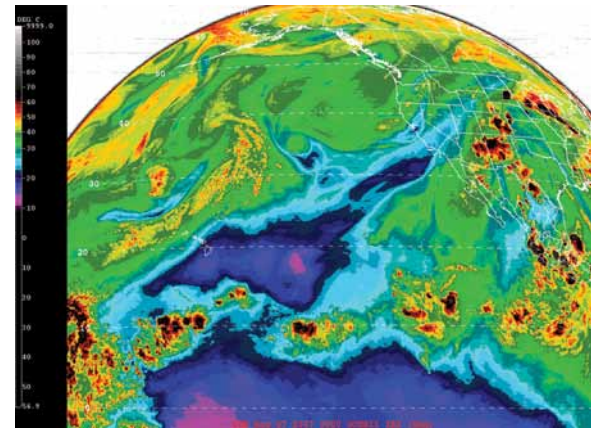
27 DE FEBRERO
La Universidad de Sonora entrega el doctorado *Honoris Causa* a Saúl Álvarez Borrego por su destacada trayectoria y aportaciones al estudio de la oceanografía en México.



5 DE NOVIEMBRE
El CICESE y SOSVIA establecen convenio general de colaboración.

10 DE NOVIEMBRE
El CICESE y Médica Sur firman convenio específico de colaboración.

Las investigaciones del Dr. Juan Carlos Herguera reconstruyen la variabilidad climática y oceanográfica en el pasado para estimar cómo está cambiando el clima a escala regional. Se sabe que la corriente de California se está calentando superficialmente; sin embargo, aún desconocemos cómo este calentamiento puede afectar la productividad de esta importante región y sus pesquerías. Se sabe que se está alterando la precipitación en todo el país y que posiblemente haya una mayor incidencia de eventos extremos como ciclones y huracanes de la que hubo en décadas pasadas; sin embargo, aún desconocemos cuál puede ser su evolución en el futuro. Existe una gran discusión sobre la futura evolución de los eventos de “El Niño” y “La Niña” de origen ecuatorial con importantes consecuencias para las pesquerías y la precipitación a escala regional.



Sus resultados más recientes son una reconstrucción de la precipitación de verano en la región noroeste de México para los últimos 6 mil años, a partir de un índice que enlaza la precipitación convectiva de verano sobre la Sierra Madre Occidental –que incluye el monzón mexicano y las tormentas tropicales– con el depósito de los sedimentos terrígenos transportados por procesos de escorrentía superficial hasta el talud oriental del bajo Golfo de California. Encontraron un debilitamiento de la precipitación de verano durante este período; a escalas centenarias, la variabilidad solar parece tener un papel importante como control de la variabilidad del monzón mexicano, mientras que a escalas interdecadales otros forzamientos internos del clima como pueden ser las teleconexiones entre Atlántico norte y el Pacífico ecuatorial tienen una mayor importancia para explicar sus fluctuaciones.

2010



18 DE JUNIO

Se inauguran el auditorio institucional, las aulas modulares de la División de Ciencias de la Tierra y el laboratorio húmedo del Departamento de Biotecnología Marina.

6 DE AGOSTO

Ratifican al Dr. Federico Graef Ziehl como director general del CICESE, para un segundo periodo consecutivo de gestión, vigente a 2015.



NOVIEMBRE

Se firma la escritura del terreno de una hectárea que el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) dona para la construcción del CICESE, campus Monterrey.

DICIEMBRE

Comienza la construcción del edificio que albergará al Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos (SUBNARGENA)

Cierra el Centro de Patentamiento del CICESE; se crea la Oficina de Propiedad Intelectual.



Variabilidad y cambio climático

El equipo de investigación que coordina la Dra. Tereza Cavazos Pérez, del Departamento de Oceanografía Física, analiza la variabilidad y el cambio climático principalmente en el noroeste de México. Por ejemplo, eventos extremos de lluvia asociados al monzón, al fenómeno de “El Niño” Oscilación del Sur (ENOS) y a los ciclones tropicales.

Asimismo, junto con varios colaboradores desarrollan escenarios de cambio climático para México como parte de proyectos multi-institucionales (CICESE, COLEF, UABC, IMTA, CCA-UNAM) e interdisciplinarios apoyados por el gobierno de Baja California, el CONACYT, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (INE-PNUD) y la Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos de CONACYT (REDESCLIM), en el cual participan 59 investigadores de diferentes instituciones de México, Estados Unidos y España (<http://redesclim.org.mx>). Además de tratar de entender las causas físicas y sociales de los desastres, uno de los objetivos de la red es crear un puente de vinculación entre el sector académico y los gobiernos y sectores socioeconómicos para desarrollar o mejorar acciones estratégicas para la prevención y reducción de riesgo a los desastres.

Por ser útiles para efectos de diagnóstico, impacto y adaptación en diferentes sectores de la sociedad, la Dra. Cavazos ha coordinado proyectos y programas interdisciplinarios sobre escenarios de cambio climático, como el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California (PEACC-BC), apoyado por el gobierno del Estado, y el proyecto de Aptitud Actual y Futura de la Vitivinicultura de Baja California, apoyado por el Instituto Nacional de Ecología y



4 DE ABRIL

Un sismo de magnitud 7.2 en Mexicali, marca un “partaguas” respecto al estudio de la respuesta de los suelos y la actividad sísmica en Baja California.

Del 4 al 23 de noviembre, Bajo la coordinación del CICESE, se realiza el cruceo oceanográfico *Xiximi-1* en el Golfo de México. Buscan detectar hidrocarburos en aguas profundas tras el derrame en la plataforma *DeepWater Horizon*.

ENERO

Derivado de una reestructuración en el CICESE, el FNPC aprobó dos nuevos programas de posgrado: Acuicultura y Ciencias de la Vida.



SEPTIEMBRE

Alumnos del posgrado en Óptica del CICESE conformaron los capítulos estudiantiles locales de la OSA y de la SPIE.

DESARROLLO INSTITUCIONAL

VIDA ACADÉMICA

POSGRADO

DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

Cambio Climático (INECC) como parte de una iniciativa del Senado de la República.

Este proyecto se estableció gracias a las condiciones distintivas que hacen de Baja California el principal productor de vinos en México: clima mediterráneo (veranos secos y templados y lluvias de invierno), los vientos frescos del Pacífico asociados a la corriente fría de California, las buenas prácticas y las características de los suelos de la región (el *terroir*). Los resultados hasta el momento indican que si bien el factor más limitante es el agua e indirectamente el desarrollo urbano en zonas agrícolas, las dos rutas del vino de Baja California podrían seguir siendo aptas para la viticultura en el siglo XXI.

En términos generales, algunos de los resultados más relevantes que hasta hoy ha obtenido la Dra. Cavazos con su equipo de trabajo son: (1) Los escenarios de cambio climático para el noroeste de México sugieren que la lluvia invernal y de primavera podría disminuir a finales de este siglo, junto con un aumento en la temperatura. (2) A pesar de estos posibles cambios, la vitivinicultura de Baja California podría seguir siendo apta en la región durante los próximos 50 años. (3) Aunque se observa un mayor número de huracanes en el Pacífico durante años neutrales, los desastres más importantes en la costa mexicana del Pacífico están asociados parcialmente a lluvias muy intensas durante eventos “El Niño” y años neutrales.



2011



5 DE JUNIO

Eric Mellink Bijtel, investigador del Departamento de Biología de la Conservación, recibe el **Premio al Mérito Ecológico 2010** otorgado por la SEMARNAT.

OCTUBRE

Lourdes Vásquez Yeomans, egresada del CICESE, recibe el **Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010** otorgado por el estado de Quintana Roo.



9 DE AGOSTO

El Instituto de Cultura de Baja California (ICBC) y el CICESE presentan el libro *El océano, el vino y el valle: Las vidas de Antoine Badan*, editado por Edgar Pavia, Julio Sheinbaum y Julio Candela.



3 DE NOVIEMBRE

Nombran a Francisco Javier Mendieta Jiménez, investigador y exdirector general del CICESE, como director general de la naciente Agencia Espacial Mexicana (AEM) para el periodo 2011-2015.



Conectando el ciclo del agua con el ciclo del carbono

El Dr. Rodrigo Vargas Ramos, investigador adjunto del Departamento de Biología de la Conservación, estudia la ecología de ecosistemas y enfoca su investigación en la entrada y salida de masas de energía en ellos. El agua es muy importante para el transporte dentro de los ecosistemas. Masas de agua que entran y salen son constantes y marcan los pulsos de vida presentes. Los científicos estiman esas entradas y salidas de elementos como el agua en milímetros por metro cuadrado o por hectárea en alguna unidad de tiempo (días, meses, años).

El Dr. Vargas conecta en sus investigaciones el ciclo del agua con otro vital ciclo, el del carbono. El carbono es una unidad de energía,



4 DE AGOSTO

Se inaugura el laboratorio de servicios, monitoreo e investigación sobre ficotoxinas asociadas a florecimientos algales nocivos (FAN): FICOTOX.



23 AL 26 DE MAYO

Con el curso *Fundamentos de negocios para científicos*, personal de la Universidad de Arizona evalúa tecnologías desarrolladas en el CICESE y explora las posibilidades para ser comercializadas.



8 DE JULIO

Karina Garay Palmett, egresada del posgrado en Óptica del CICESE, recibe el *Premio Wiezmann 2010 en Ciencias Exactas* que otorga el Instituto Weizmann de Ciencias y la Academia Mexicana de Ciencias.



DICIEMBRE

Ricardo Villagómez Tamez, investigador del CICESE en Monterrey, obtiene el premio *Tecnas 2011* por el proyecto "Microsoldadura láser en películas delgadas de nylon".

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

es una unidad metabólica e incluso morfológica, ya que nuestras células están hechas en buena medida por carbono. Energía, agua y carbono intervienen en los cambios climáticos regionales, nacionales y globales.

En el CICESE, es posible realizar mediciones de flujos verticales que han dado como resultado pasos relevantes a nivel regional en el Valle de Guadalupe, Baja California y en México. Los datos obtenidos en este último nivel son inéditos, no los tiene ninguna agencia de gobierno, ya que por medio de modelos se han generado mapas de evapotranspiración del país, con datos de 2003 y resolución con escala a dos kilómetros. Se trata de un aporte único y relevante, sin precedentes en México. Lo que sí, es que esta información se tiene que corroborar, porque los mapas, al provenir de modelos, son una interpretación de la realidad. Para el rancho El Mogor, el Dr. Vargas cuenta con datos de 2008, 2009 y 2010 de flujos de agua, pero los tienen en energía; es decir, en watts por metros cuadrados; en este momento se encuentra en el proceso de transformación a milímetros cúbicos de agua. Pronto contarán con los mapas nacionales que indiquen los flujos de agua para todo el país.



**M. en C. Adriana Castillo Blancarte, autora; doctores Tereza Cavazos, Juan Carlos Herguera y Edgar Pavía, editores del texto.

2012



13 DE MARZO

Se realiza aquí el segundo de cinco foros de consulta para crear la Agencia Mexicana de Mares y Costas, que impulsan investigadores del CICESE.

8 DE MAYO

Se crea el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SNAT), integrado por las secretarías de Gobernación, Marina y la SCT, además del CICESE y la UNAM. De él depende el Centro de Alerta de Tsunamis (CAT).

25 DE MAYO

Se inaugura en el CICESE el primer enlace de 10 gigabits por segundo (Gbps) entre una institución mexicana y las redes mundiales.

27 DE AGOSTO

Se reactiva el Centro de Patentamiento del CICESE, ahora como parte de la red que auspicia el CONACYT y el IMPI, y en donde participan nueve centros CONACYT.

29 DE MAYO

Certifica la COFEPRIS al Laboratorio FICOTOX del CICESE para analizar biotoxinas, que acredita a nivel internacional la validez y confiabilidad de sus resultados.





GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO en

Ciencias físicas



JUNIO Y OCTUBRE

El PNPIC SEP-CONACYT otorga el nivel de competencia internacional a las maestras en ciencias en Ecología Marina y en Ciencias de la Tierra, sumando así seis posgrados del CICESE que obtienen esta distinción.



14 DE MARZO

Entregan al CICESE el premio *Innovaciones en Redes de Alto Rendimiento en Aplicaciones de Investigación 2012*, que otorga la Corporación para Iniciativas en Redes de Educación de California (CENIC), por el uso de redes avanzadas en temas de colaboración fronteriza.

18 DE JUNIO

La Agencia Espacial Mexicana y el CICESE firman convenio de colaboración en materia de investigación, formación e intercambio de recursos humanos, evaluación y transferencia de tecnologías.

JULIO

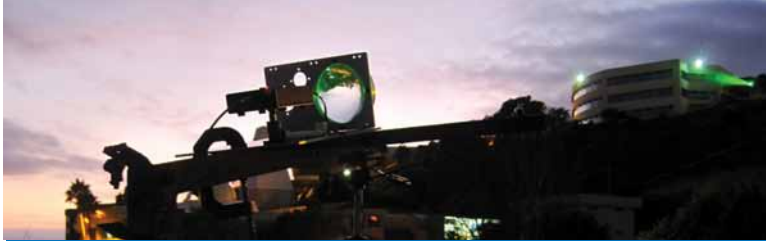
El CICESE se integra al *Baja's Innovation and Technology Center* (BIT Center), en Tijuana, para potenciar su contacto y colaborar con empresas regionales.

DESARROLLO INSTITUCIONAL

VIDA ACADÉMICA

POSGRADO

DISTINCIONES Y VINCULACIÓN



Telecomunicaciones: cuatro décadas de orgullo y liderazgo

Horacio Soto Ortiz*

Los Juegos Olímpicos de México 1968 fueron, sin duda, un factor significativo que propició la incursión de nuestro país en la comunicación satelital, ya que se requirió de un enlace espacial capaz de transmitir voz y video a nivel mundial. El 10 de octubre de 1968 se inauguró la Estación Transmisora Tulancingo I, la Torre Central de Telecomunicaciones y la Red Federal de Microondas, asimismo se efectuó el primer enlace satelital. En la década de los 70, las comunicaciones satelitales en México comenzaron a tomar auge y el gobierno federal lanzó diversos programas para su aprovechamiento, entre ellos el de Telefonía Rural.

De manera paralela a este contexto nacional, en 1973, nace el Departamento de Física Aplicada del CICESE, el cual, en 1977, concretó un acuerdo de cooperación con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para elaborar un estudio del estado de las comunicaciones telefónicas en México. De este estudio surge un proyecto para desarrollar una red de telefonía rural. Para poderlo llevar a



AGOSTO

La Cámara de Diputados y el CICESE firman un convenio de colaboración que permitirá al legislativo consultar al centro en temas de su competencia que son prioritarios para el país.

19 DE SEPTIEMBRE

El Dr. Modesto Ortiz Figueroa recibe el **Premio Nacional de Protección Civil 2012**, en la modalidad de Prevención, que otorga la Secretaría de Gobernación, de manos del presidente Felipe Calderón.



NOVIEMBRE

La Unión Geofísica Mexicana otorga la **"Medalla Mariano Bárcena"** al Dr. Enrique Gómez Treviño, investigador del CICESE, por su larga trayectoria académica y de investigación, y por sus actividades a favor de las ciencias de la Tierra.



14 DE DICIEMBRE

UNIMA Bioseguridad Integral y el CICESE firman licencia de explotación de derechos de una prueba de diagnóstico de tuberculosis bovina desarrollada en este centro.



cabo y, al mismo tiempo, para asesorar y entrenar al personal de la SCT, el CICESE adquiere, instala y utiliza la primera estación terrena del país capaz de transmitir y recibir señales satelitales.

El ambicioso proyecto de la Red de Telefonía Rural fungió como un catalizador que detonó el desarrollo de las telecomunicaciones y microondas dentro del CICESE y en alguna medida apoyó el desarrollo de la instrumentación electrónica. El liderazgo que el CICESE obtuvo con este proyecto permitió que su personal especialista en telecomunicaciones y microondas participara en la definición de las normas para la transmisión espacial y terrena de señales satelitales del país.

En 1979, el Departamento de Física Aplicada se mudó del centro de Ensenada a su ubicación actual y, a principios de la década de los 80, se convierte en división académica, albergando dos departamentos, el de Óptica y el de Electrónica y Telecomunicaciones. En este último, se establecen claramente los grupos de telecomunicaciones, microondas e instrumentación electrónica. Así se intensifica la diversificación del estudio de las telecomunicaciones en el CICESE en sus diferentes campos. Cabe mencionar que estos grupos se nutrieron de varios ex estudiantes del posgrado de maestría en Instrumentación Electrónica y Telecomunicaciones que se había creado a la par del Departamento de Física Aplicada. La inserción de estos egresados dentro del Departamento de Física Aplicada para apoyar las telecomunicaciones y las microondas fue natural ya que, en su mayoría, habían efectuado tesis de maestría en temas relacionados con el proyecto de telefonía rural.

En esta época, el grupo de microondas logró consolidar el laboratorio de altas frecuencias más equipado en su género en el país, al contar con el único analizador de redes vectorial, a nivel nacional, que operaba hasta 12.4 GHz. Esta infraestructura y el talento de su

2013



Empieza a operar la Unidad de Desarrollo Biomédico, adscrita a la División de Biología Experimental y Aplicada.

DESARROLLO INSTITUCIONAL
VIDA ACADÉMICA
POSGRADO
DISTINCIONES Y VINCULACIÓN

12 DE ABRIL

Entregan a Eric Mellink Bijtel, investigador del Departamento de Biología de la Conservación, el **Premio a la Investigación Científica en Conservación Biológica 2012**, que otorga la empresa Volkswagen a través de su programa "Por amor al planeta".



11 DE JUNIO

La Dra. Mónica Tentori Espinosa, investigadora del Departamento de Ciencias de la Computación, se hace acreedora a la beca *Microsoft Research Faculty Fellowship 2013*, anunció la fundación Microsoft.

personal derivó en el desarrollo de amplificadores de bajo ruido para recepción de señales vía satélite en las bandas C y Ku y osciladores de microondas. Estos trabajos permitieron que se ganara el primer lugar en los certámenes ERICSSON-83 e INDETEL-82. El área de satélites, por su parte, siguió trabajando con el proyecto de telefonía rural y ayudó al diseño, especificación e implementación de varias redes de datos universitarias para su acceso inicial a Internet. De hecho, el CICESE tuvo el tercer acceso nacional a Internet en 1989 mediante un enlace satelital al Centro de Supercomputadoras de San Diego, en la Universidad de California en San Diego (UCSD), mediante el cual proporcionó, por primera vez, conexión a Internet a varias instituciones nacionales. De 1982 a 1985, tanto el grupo de telecomunicaciones como el de microondas colaboran con la SCT en la especificación de los satélites Morelos I y II. En paralelo a estos sucesos, dentro del grupo de telecomunicaciones se diseñó un conmutador telefónico digital (CTD), el cual ganó el primer lugar del tercer certamen nacional ERICSSON-88 y se intensificaron los esfuerzos hacia el estudio del tema de vanguardia Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Al igual que todas las disciplinas de investigación en nuestro país, las telecomunicaciones en el CICESE se vieron afectadas por la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en julio de 1984. A partir de este momento, los resultados científicos, más que los tecnológicos, al igual que los graduados de doctorado, más que los de maestría, tendrían una importancia capital tanto para los investigadores como para los recursos en apoyo a las telecomunicaciones que provenían del CONACYT. Así comenzó la década de los 90, con la política que el CONACYT denominó la Profesionalización de la Ciencia en México. Un aspecto toral de esta política fue apoyar e incentivar al personal con maestría de los centros CONACYT a efectuar un doctorado dentro o fuera del país. Varios investigadores del área de telecomunicaciones del CICESE partieron, de manera más o menos escalonada, a realizar su doctorado en instituciones de prestigio y una nueva oleada de investigadores con doctorado fue contratada en la División de Física Aplicada. Este último suceso permite que el área de las telecomunicaciones se refresque dentro el CICESE. Por un lado, se comienzan a cultivar las comunicaciones ópticas dentro del grupo





de telecomunicaciones y, por otra parte, principia la caracterización de componentes y las técnicas de calibración dentro del grupo de microondas. Pronto el Laboratorio de Altas Frecuencias aumenta sus capacidades y, en 1993, mediante un convenio con el Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC), incrementa dramáticamente su equipamiento con fondos de la Organización de los Estados Americanos (OEA). De hecho, este laboratorio cambió de nombre al de Laboratorio de Arseniuro de Galio y, con apoyo de la OEA y el IMC, el grupo de microondas ofreció el primer curso regional de semiconductores, dispositivos y circuitos de Arseniuro de Galio, para institutos de América Latina. Asimismo, entre 1990 y 1994, se colabora con la SCT a través del IMC, como con personal de la empresa TELECOMM, en la especificación de algunas de las aplicaciones del sistema de satélites Solidaridad. Por otra parte, dentro del grupo de telecomunicaciones, se crea el Laboratorio de Comunicaciones Ópticas con un gran énfasis hacia las comunicaciones coherentes. En este laboratorio se diseñó y construyó, a partir de 1996, la estación terrena de enlace óptico bidireccional y la carga útil del satélite SATEX I para la Fundación Politécnico.

A finales de los años 90, comienzan a reintegrarse los investigadores que iban obteniendo su doctorado y a reconfigurarse los grupos de investigación. Ahora aparece, dentro de las comunicaciones ópticas, el procesamiento digital fotónico, un campo de investigación vanguardista que capta diversos recursos tanto nacionales, a partir de proyectos CONACYT, como extranjeros por medio de colaboraciones con el Instituto Federal de Tecnología de Suiza (ETH-Zurich). Lo anterior permite incrementar drásticamente el equipamiento del Laboratorio de Comunicaciones Ópticas, el cual migra al nuevo tercer nivel de la División de Física Aplicada y, posteriormente, es llamado Laboratorio de Comunicaciones Fotónicas. Es en este laboratorio donde se observa, caracteriza y difunde, por primera vez para el mundo, el fenómeno de la modulación cruzada de la polarización (XPolM) en guías de onda activas de semiconductor. Este fenómeno, que es en realidad una herramienta clave, permitió que diversos procesamientos digitales fotónicos, imposibles de efectuar o extremadamente complicados de llevar a cabo hasta ese momento, se pudieran realizar de manera simple.



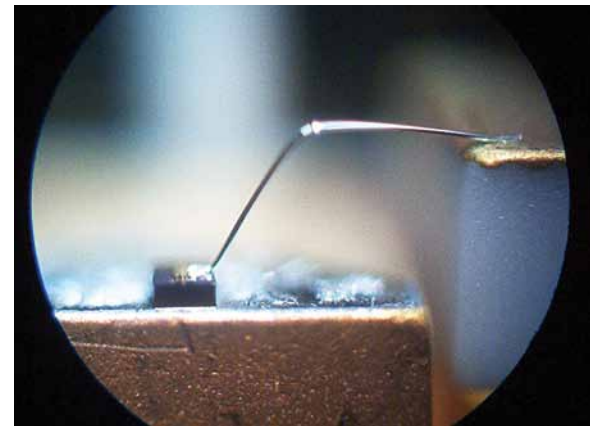
En la primera década de siglo XXI, el manuscrito, que dio a conocer la XPolM, recibe el premio Thomson Reuters al artículo más citado en ingeniería realizado por un autor mexicano. Asimismo, se inicia la investigación en las comunicaciones móviles celulares en el CICESE, abordando temas como la modelación del canal radio y un sin número de aspectos relacionados con las antenas inteligentes. Lo anterior permitió, entre otras cosas, que, en el año 2004, el CICESE participara en la elaboración de dos normas oficiales mexicanas para la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) relacionadas con la telefonía celular. Por otra parte, se aborda el estudio de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA) y se empieza a trabajar con temas relacionados con la tecnología de antenas múltiples (MIMO) con múltiples subportadoras ortogonales (OFDM). En esta época, la compañía INTEL de México otorga un donativo para que se intensifique el estudio de estos temas dentro del CICESE. Además, en el CICESE, se diseña y se construye completamente una cámara criogénica para caracterización de dispositivos y componentes de microondas. Desde entonces, se colabora con el “Jet Propulsion Laboratory” (JPL) de la NASA en Pasadena y con el Georgia-Tech. de Atlanta en la caracterización de dispositivos



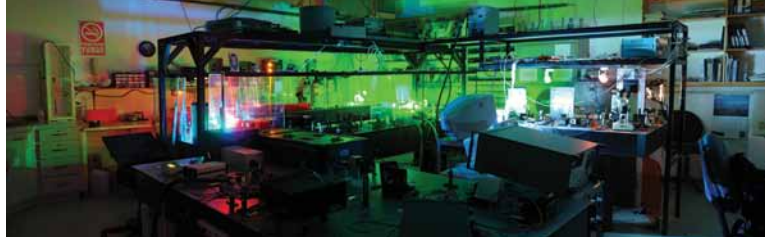
de microondas a temperaturas criogénicas. También se evalúan modelos no lineales de transistores de altas frecuencias para la compañía americana CENTELLAX INC. y se efectúan modelos para transistores de potencia de última generación para la compañía americana NITRONEX. El estudio de los satélites se enfoca, entre otros aspectos, hacia los nanosatélites y hacia la calidad en telemedicina por satélite. Asimismo, se comienza el estudio de las comunicaciones y criptografía cuánticas con aplicaciones satelitales y se empiezan a desarrollar dispositivos ultramodernos como lazos de amarre de fase cuánticos. Además, se profundiza en los sistemas de radio sobre fibra óptica. El área de procesamiento digital fotónico desarrolla un sin número de dispositivos booleanos y de procesamiento aritmético completamente ópticos para los sistemas de comunicaciones ópticas. Se impulsa el procesamiento digital de señales y se le utiliza, entre otros aspectos, para tratar de proveer mayor inteligencia y autonomía a los nodos de las redes de sensores. De hecho, el estudio de las redes de sensores y de área personal se enfoca hacia aplicaciones de telemedicina y comunicaciones unificadas, lo que ha permitido captar proyectos de vinculación con la compañía PLANTRONICS.

Es trascendental mencionar que, desde el primer proyecto hasta el último logro del CICESE en el campo de las telecomunicaciones, siempre ha estado involucrado alguno de los 31 estudiantes de doctorado, o alguno de los 274 estudiantes de maestría graduados en las especialidades de Telecomunicaciones o Altas Frecuencias, cuyas tesis y trabajos científicos, de muchos de ellos, han sido premiados.

Inmersas en los temas de actualidad y de alto impacto científico y tecnológico antes descritos, las telecomunicaciones en el CICESE son, hoy en día, un referente nacional, juegan un papel pertinente y preponderante, tanto en nuestro país como en el mundo, y son, sin duda, el reflejo de cuatro décadas de orgullo y liderazgo.

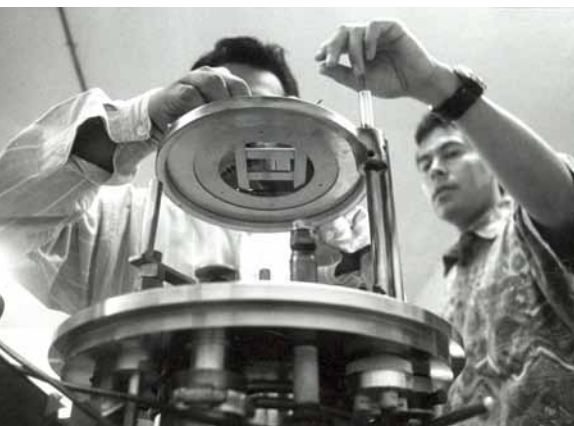


* El Dr. Horacio Soto Ortiz es investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones del CICESE. Texto escrito con la colaboración de integrantes de este departamento, orientaciones Telecomunicaciones y Altas Frecuencias.



La ciencia de la luz

Héctor M. Escamilla, Eugenio R. Méndez*



La óptica es una de las áreas de investigación que se cultivan en el CICESE. Además de los 20 investigadores del Departamento de Óptica (DO), junto con estudiantes y técnicos, hay investigadores de otras áreas que trabajan en temas relacionados. Tanto en aspectos de investigación como de docencia, la óptica representa una de las fortalezas de la institución. El CICESE tiene investigadores y grupos de trabajo que podemos considerar consolidados y un posgrado que ha sido considerado por el CONACYT como de competencia internacional.

El origen de las actividades de investigación en óptica se remonta a 1975, cuando ingresó como investigador al entonces Departamento de Física Aplicada del CICESE el Dr. Romeo Mercado, egresado de la Universidad de Arizona, quien trabajaba en el diseño de componentes y sistemas ópticos. En septiembre de ese mismo año, fueron contratados como investigadores Diana Tentori y Martín Celaya, quienes se habían graduado del programa de posgrado en óptica del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), en Tonantzintla, Puebla. Esto dio origen al grupo de óptica del CICESE.

En sus inicios, el grupo de óptica trabajó en instrumentación, diseño óptico, metrología óptica y holografía. Gran impulso se le dio en aquél entonces a la interferometría holográfica y sus aplicaciones en la industria metal mecánica. Al poco tiempo ingresaron investigadores que abrieron líneas de investigación en recubrimientos ópticos, instrumentación, materiales ópticos, procesamiento óptico de información y fabricación de láseres.

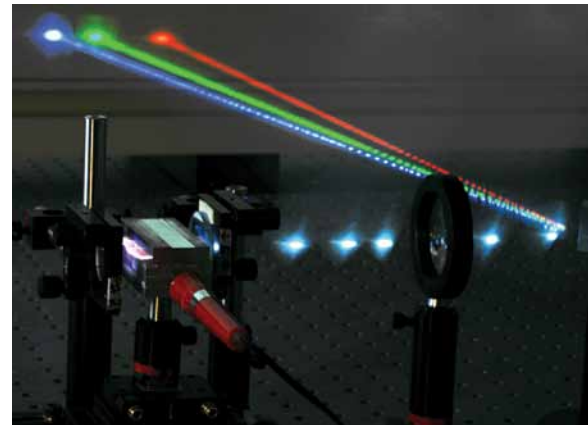
En esta etapa inicial, se hizo un esfuerzo importante para conseguir infraestructura y equipo con estándares internacionales para los laboratorios de investigación, enfocándose también en la formación de talleres de componentes ópticos, mecánica fina y soplado de vidrio, así como un taller para la fabricación de láseres. Estos talleres eran necesarios para apoyo de los laboratorios de investigación y docencia del entonces Departamento de Física Aplicada, así como para el desarrollo de instrumentación de otros grupos de investigación del CICESE. Paralelamente, fueron contratados y entrenados técnicos especializados para el trabajo de los talleres y para apoyo de los laboratorios de investigación. Con la inauguración del edificio del Departamento de Física Aplicada, a cinco años de la formación del grupo de óptica, se había establecido un grupo de investigación en temas de actualidad y se contaba con una infraestructura importante y competitiva a nivel internacional.

El programa de posgrado en Óptica del CICESE comenzó en 1976 con la creación del programa de maestría, produciendo su primer graduado en 1978.

En 1980, se llevó a cabo en Ensenada el congreso internacional de óptica "Optics in Four Dimensions", organizado por la Comisión Internacional de Óptica y con la asistencia de los investigadores de la disciplina más conocidos del mundo. El CICESE fue la institución huésped y Marco Antonio Machado, el organizador local. Esta conferencia dio a conocer al grupo de óptica en el CICESE a nivel internacional.

En 1983, los departamentos de investigación del CICESE pasaron a ser divisiones y el grupo de óptica se convirtió en el Departamento de Óptica de la División de Física Aplicada.

Entre 1979 y 1985, el grupo de investigación en materiales ópticos, bajo la dirección de Luis Enrique Celaya, llevó a cabo varios proyectos de investigación aplicada. Se construyeron hornos y talleres para la fabricación de vidrio óptico y para la fabricación de prismas polarizadores de calcita. Asimismo, se formó un laboratorio de crecimiento de cristales ópticos, con lo que se buscaba incursionar en la fabricación de dispositivos ópticos de polarización y óptica no lineal.





Finalmente, parte de este grupo se separó del CICESE para formar una compañía para la fabricación de prismas polarizadores de calcita. Por otro lado, Marco Antonio Machado se separó del CICESE para formar una compañía de fabricación de lentes oftálmicos. El CICESE y, en particular el grupo de óptica, entró en un período difícil por los problemas económicos que afectaron al país y por la partida de investigadores importantes.

El programa de doctorado en Óptica se creó en 1985 y tuvo el primer graduado en 1987. También en ese año se formó un grupo de investigación en esparcimiento de luz por superficies y partículas, y microscopía óptica de barrido.

En la primera mitad de la última década del siglo pasado, en un período relativamente corto, se contrataron diez nuevos investigadores. Con estas contrataciones se buscaba ampliar y actualizar las líneas de investigación del Departamento de Óptica. De esta manera, se formó un grupo de investigación en guías de onda ópticas y sensores de fibra óptica. Asimismo, se abrió una línea de investigación en láseres y amplificadores de fibra óptica dopada con erbio. Se iniciaron proyectos de investigación en óptica no lineal y láseres pulsados, y se abrieron líneas de investigación en óptica integrada y procesamiento digital de imágenes.

Esta transformación, que permitió fortalecer de manera importante tanto la investigación como el posgrado, fue posible en aquella época por la puesta en marcha del programa de repatriaciones y cátedras patrimoniales de excelencia del CONACYT, así como por los apoyos conseguidos a través de proyectos de infraestructura.

Paralelamente a estos cambios en la temática de investigación, se trabajó en una reestructuración del programa de posgrado. Se modernizó el programa y se reorientaron algunos cursos para dar énfasis a temas más acordes a las actividades de investigación. La producción de graduados de doctorado, que hasta mediados de la última década del siglo pasado había sido muy baja, empezó a repuntar y el programa de posgrado en Óptica ha sido bien evaluado a partir de entonces.

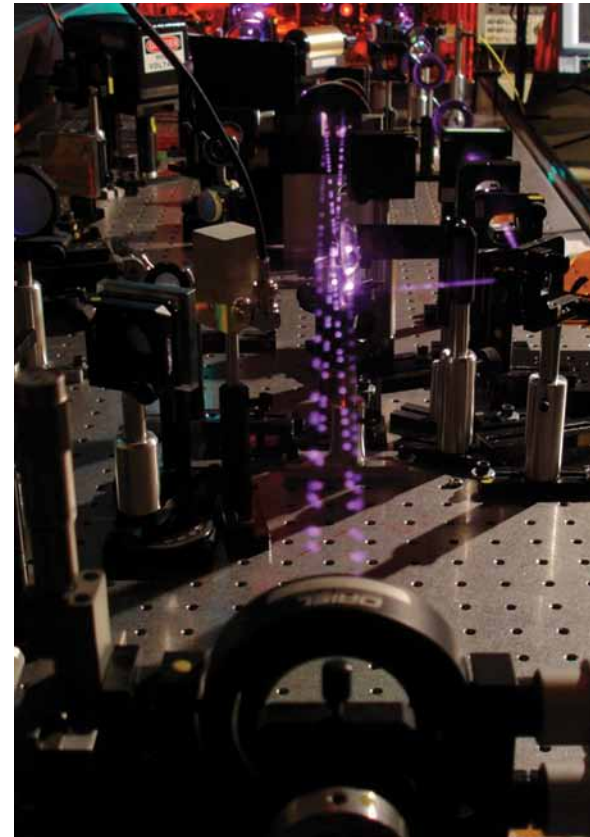
En 1996, con la colaboración de varios investigadores del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones del CICESE, se creó una opción en Optoelectrónica dentro del programa de maestría en Óptica. Esta opción se abrió como una alternativa más conveniente para los graduados de las licenciaturas de ingeniería electrónica con interés en las aplicaciones de la optoelectrónica. El programa de maestría, que ya había sido reestructurado, se continuó impartiendo como una opción en óptica física.

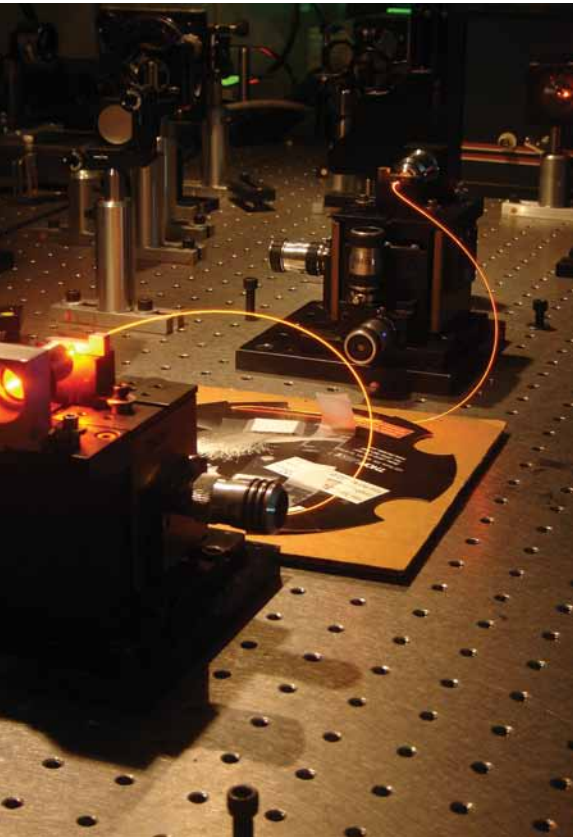
En la transición que vivió el departamento a principios de los años 90 hubo, además, cambios en la organización interna. Los proyectos pasaron de ser proyectos individuales a proyectos con varios investigadores y el énfasis cambió de proyectos aplicados a proyectos de investigación más básica o fundamental. También hubo cambios en la política institucional sobre los talleres y, desafortunadamente, perdimos capacidad en la fabricación de elementos ópticos y algunos tipos de monturas mecánicas especializadas.

El número de investigadores del departamento se ha mantenido estable en los últimos 15 años. Durante la presente década, se han contratado sólo cuatro nuevos investigadores. De la época reciente, destaca la apertura de líneas de investigación en procesamiento láser de materiales, óptica cuántica y microscopías no lineales. Los proyectos que se desarrollan actualmente tienen, en su mayoría, un sesgo experimental y son de actualidad internacional.

Las líneas de investigación que se establecieron en la década de los 90 han seguido su evolución natural, pero la temática de investigación no ha cambiado mucho. Esto se debe, en parte, a las dificultades para conseguir fondos para proyectos nuevos y para crear nuevos grupos. A pesar de esto, hay esfuerzos para incursionar en otras áreas, como biofotónica y plasmónica, y para establecer colaboraciones con grupos de medicina y biología. La interdisciplinariedad es una de las áreas de oportunidad que habrá que fomentar en los próximos años.

La celebración de los 40 años de la institución debe ser un momento para reflexionar sobre las experiencias. Desde nuestro punto de





vista, la historia de la óptica en la institución está marcada por dos períodos, definidos sobre todo por las facilidades para contratar investigadores y conseguir infraestructura importante. Aunque estamos lejos de pasar por un periodo de crisis, sí resulta preocupante repasar la historia y darnos cuenta de que ya prácticamente se cumplieron dos décadas en las que no hemos tenido acceso a fondos de infraestructura mayor. Es importante renovar equipos y, por otro lado, hay áreas nuevas de la óptica, como la nanofotónica y los metamateriales, en los que difícilmente podremos ser actores sin una inversión significativa en infraestructura.

*Los doctores Héctor M. Escamilla y Eugenio R. Méndez son investigadores del Departamento de Óptica del CICESE.



Computación ubicua y su aplicación en el cuidado de la salud

Jesús Favela Vara*

“La mejor manera de predecir el futuro es inventarlo”

Alan Kay

Cómputo ubicuo es un término acuñado en años recientes para hacer referencia a ambientes saturados de capacidades de cómputo y comunicaciones que actúan de manera inteligente para ofrecer servicios e información al usuario en respuesta al contexto o situación en la que éste se encuentre. Estos ambientes inteligentes son ubicuos en el sentido de que el usuario se rodea de sensores y computadoras interconectados que se funden en el ambiente y “desaparecen” ante el usuario. Son inteligentes al ser capaces de reconocer al usuario, adaptarse a sus necesidades e interactuar con él de manera natural. Finalmente, se dice que son invisibles, o desaparecen, cuando el usuario hace uso de la tecnología concentrado en la tarea que realiza sin tener muy presente que hace uso de ella. Por ejemplo, cuando manejamos un automóvil por primera vez, estamos muy conscientes de la presión que ejercemos sobre el pedal del embrague o en qué tanto girar el volante para dar vuelta. Cuando hemos asimilado este modo de interacción, ponemos más atención al tráfico, los transeúntes o incluso la radio que a nuestra interacción con la herramienta, luego entonces, esta tecnología, el automóvil, “desaparece” de nuestra conciencia.





Hacer realidad la visión que propone el cómputo ubicuo requiere de avances importantes en varios de los campos de las ciencias de la computación, entre éstos: inteligencia artificial, sistemas distribuidos, interacción humano-computadora y redes de cómputo. En el CICESE, la investigación en cómputo ubicuo comenzó hace más de una década y se ha centrado en hacer avances en estas áreas de la computación con un énfasis en aplicaciones en salud.

Actualmente, la sociedad enfrenta retos importantes en el cuidado a la salud, como el envejecimiento de la población, un notable incremento en la prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas y crecientes costos. Ante este panorama, las tecnologías de información y en particular la computación ubicua ofrece algunas soluciones.

Un aspecto fundamental del cómputo ubicuo es el uso de información de contexto para adaptar la respuesta del sistema. Cada aplicación requerirá de diferente información de contexto. Mucho del avance en años recientes de la computación ambiental descansa en nuevos algoritmos y técnicas para estimar información de contexto. Aquí describimos brevemente tres avances desarrollados recientemente en el CICESE para estimar la ubicación de trabajadores hospitalarios, su actividad y el comportamiento de adultos mayores que sufren demencia.

Un estudio de campo realizado por investigadores del CICESE en un hospital encontró que una de las variables contextuales más importantes para adaptar un sistema de información hospitalario al usuario es su ubicación. Por ejemplo, para un médico que se encuentra junto a la cama de un paciente la información más relevante puede ser el expediente médico de dicho paciente.

Si bien la ubicación de un dispositivo en exteriores puede resolverse satisfactoriamente con el uso de un GPS, esta tecnología no funciona adecuadamente en interiores. Es por ello que el Dr. Luis Castro, entonces estudiante de maestría del CICESE, abordó el problema proponiendo el uso de una red neuronal para mapear la intensidad de la señal de varios puntos de acceso al dispositivo móvil, con su ubicación. A diferencia de trabajos previos, esta red neuronal fue

entrenada no sólo con información de la ubicación del móvil, sino también con la intensidad de la señal registrada en ubicaciones contiguas, en el entendido de que un individuo que se encuentra en una ubicación en un instante determinado, difícilmente se va a alejar más de unos pocos metros de ese lugar en el siguiente segundo o dos. Utilizando datos recabados en el hospital, logró disminuir el error promedio en la estimación a la mitad, de 1.98 a 0.88 metros [Castro, 2008].

Sin embargo, la ubicación no siempre proporciona suficiente contexto para adaptar un sistema al usuario, pues muchas aplicaciones requieren conocer la actividad que éste realiza. Esto ha propiciado una activa área de investigación: el reconocimiento de actividad. Dairazalia Sánchez realizó su tesis de maestría en este centro trabajando en el reconocimiento de actividades de trabajadores hospitalarios. Para ello, utilizó información de un estudio de campo realizado por el CICESE en un hospital. El estudio involucró 200 horas de observación de 15 trabajadores hospitalarios, cada uno durante dos jornadas completas de trabajo. Estos datos fueron utilizados por Dairazalia para entrenar un modelo markoviano capaz de discriminar entre cinco actividades que generalmente se realizan en el hospital (atención al paciente, valoración clínica, coordinación, administración de la información, clases y certificación), con una precisión mayor a 90 por ciento [Sánchez, 2008]. Mónica Tentori utilizó estos resultados para mostrar, en su tesis doctoral, cómo los servicios de un sistema de cómputo ambiental hospitalario puede adaptarse cuando se conoce la actividad que realiza el usuario [Tentori, 2008].

Los avances en los algoritmos de reconocimiento de patrones y en el uso y desarrollo de sensores, hacen posible dar un paso más allá del reconocimiento de actividades para inferir comportamientos. Esto es de particular interés en el área de salud, en la cual, por ejemplo, la detección de comportamientos anómalos pueden dar evidencia temprana de enfermedades como demencia, o el análisis de datos de movilidad y uso de teléfonos celulares puede ser usado para detectar brotes epidémicos. En el CICESE, se realiza actualmente investigación en cómputo consciente de comportamiento. Específicamen-





te, se ha utilizado información de acelerometría y ubicación para estimar la fragilidad de adultos mayores y se estudia cómo detectar comportamientos problemáticos de adultos mayores que sufren de demencia. Jessica Beltrán utiliza en su tesis doctoral firmas de señales de audio basadas en entropía para detectar preguntas frecuentes, y René Navarro ha propuesto un modelo que permita recomendar al cuidador intervenciones no farmacológicas cuando se detectan algunos de estos comportamientos. Este modelo se ha integrado a un sistema de cómputo ambiental que se encuentra actualmente en evaluación.

Nuestras actividades diarias generan un rastro que hoy en día puede ser captado por sensores en el ambiente y en los dispositivos móviles que portamos. El análisis de esta información puede ser usado para detectar estas actividades y nuestros comportamientos. El CICESE participa activamente en la investigación en este campo con un significativo potencial de incidencia en el cuidado de la salud.



1. Castro, L. Favela, J. 2008. Reducing the Uncertainty on Location Estimation on Mobile Users to Support Hospital Work. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics C*. Vol. 38. No. 6, pp. 861-866. 2008

2. Sanchez, D., Tentori, M., Favela, J. 2008. Activity Recognition for the Smart Hospital. *IEEE Intelligent Systems*. Vol. 23, No. 2. Pp. 50-57.

Tentori, M. y Favela, J. 2008. Activity-aware Computing for Healthcare. *IEEE Pervasive*. Vol. 7, No. 2, pp. 51-57.

*El Dr. Jesús Favela Vara es investigador del Departamento de Ciencias de la Computación del CICESE.

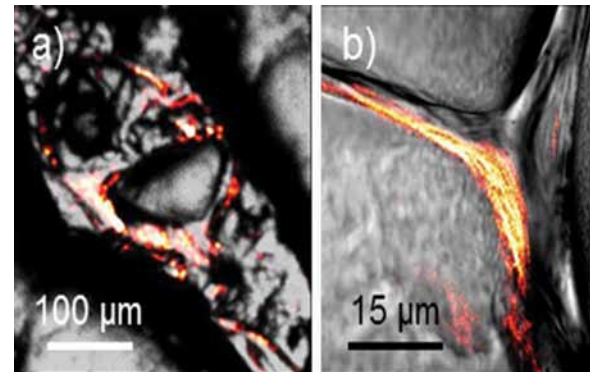


Biología y luz, un novedoso acercamiento

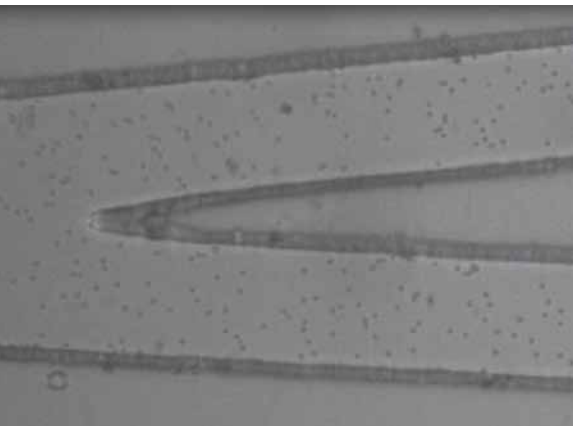
Santiago Camacho López, Israel Rocha Mendoza*

Es bien sabido que la biología y la luz están íntimamente relacionadas. Procesos como la fotosíntesis –desarrollado por células vegetales valiéndose de la energía de la luz– y la bioluminiscencia– producida mediante reacciones enzimáticas que ocurren a nivel celular en un sinnúmero de organismos, desde sistemas protistas unicelulares (hongos, algas, etc.) hasta sistemas más complejos (insectos, crustáceos, peces, etc.)– son tan solo un par de ejemplos de la sinergia que existe entre ambos. Si bien estos procesos en particular se conocen desde tiempos de Aristóteles, el área de la biofotónica es una disciplina relativamente reciente, poco conocida en el ámbito científico, pero que ha tomado fuerza en las últimas dos décadas en particular.

El término biofotón fue utilizado por primera vez a finales de los años 70 del siglo pasado por el profesor alemán Fritz-Albert Popp, para referirse a la generación de fotones de origen biológico que no resultan de reacciones enzimáticas específicas, distinguiéndola así de la bioluminiscencia. En cambio, los biofotones se originan entre (y dentro de) los organismos celulares mediante procesos de emisión espontánea ultradébiles (del inglés, *ultraweak spontaneous photon emission*) con intensidades del orden de 10^1 a 10^3 fotones por centímetro cuadrado por segundo. Tales biofotones fueron predichos en 1922 por el histólogo Dr. Alexander G. Gurwisch, quien, al realizar experimentos con raíces de cebolla, encontró que la división de células originadas en la punta de una raíz estimulaba de al-



Fibras de colágeno crecidas *in vitro* tomadas con el microscopio no lineal construido en el CICESE. Se utilizan aperturas numéricas de 0.3 (a) y 0.65 (b), respectivamente. Se muestra la superposición de las imágenes de transmisión (tonos grises) y de segundo armónico (tonos rojos), distinguiendo de esta manera las regiones donde existe la formación de fibras (fibrogénesis).



Microcanal en forma de "Y" de 150 μm de ancho donde se muestran partículas de 5 μm de diámetro que viajan a través de éste.

guna manera la división celular en la otra parte de la raíz. Dicha influencia desaparecía al colocar vidrio ordinario entre las dos raíces, pero volvía a tomar efecto al utilizar cuarzo, por lo que Gurwisch propuso la existencia de radiación UV entre organismos, la cual influía en los procesos de organización y estructuración celular. Tal radiación fue bautizada como "rayos morfogénicos" por Gurwisch; posteriormente fue medida experimentalmente y explicada teóricamente por Popp llamándola biofotones.

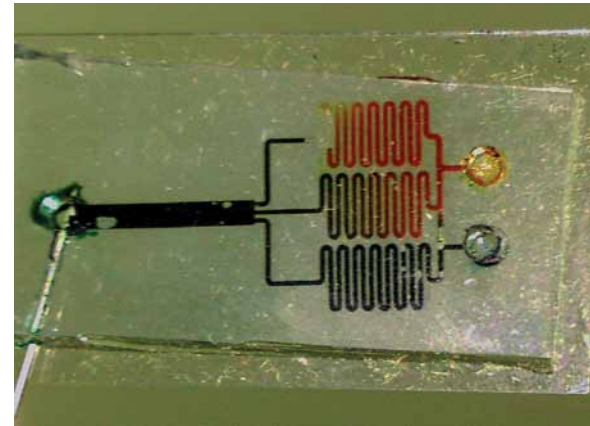
Si bien la generación y estudio de tales "rayos morfogénicos" marcaron el inicio del término biofotón, el área de la biofotónica no se limita sólo al estudio de este fenómeno y tiene en realidad una connotación más amplia. Según el profesor Paras N. Pasard, autor del primer libro en biofotónica (*Introduction to Biophotonics*, 2003), la palabra biofotónica enmarca el punto de fusión entre dos campos grandes de la ciencia moderna: las ciencias biomédicas y la fotónica. Por un lado, las ciencias biomédicas se valen de organismos vivos (cultivos de células, microorganismos, pequeños animales, etc.) y tejido biológico como modelos de estudio para desarrollar investigación experimental y clínica en biología y medicina, respectivamente. Mientras que la fotónica es la ciencia que estudia y desarrolla la tecnología para la generación, control y detección de fotones en espacio libre y la materia. Por lo tanto, la biofotónica no sólo estudia aspectos fundamentales de la interacción de luz con materia biológica, sino que también involucra el desarrollo y la aplicación de técnicas fotónicas para manipular y estudiar moléculas, células y tejido biológico. Se trata de un área multidisciplinaria que engloba los campos de la medicina, la biología, la química y la física. Las principales aplicaciones abarcan técnicas de detección y tratamiento médico, microbiología, microscopía y espectroscopía avanzada, manipulación óptica, biosensores, ingeniería de tejido entre otros.

Recientemente en el CICESE, el grupo de láseres de pulsos ultracortos y procesamiento de materiales del Departamento de Óptica, conformado por los doctores Israel Rocha Mendoza, Santiago Camacho López (actual jefe del Departamento de Óptica) y Raúl Rangel Rojo (actual director de la División de Física Aplicada y líder del grupo), se dedica, entre otros temas, a desarrollar investigación en óptica

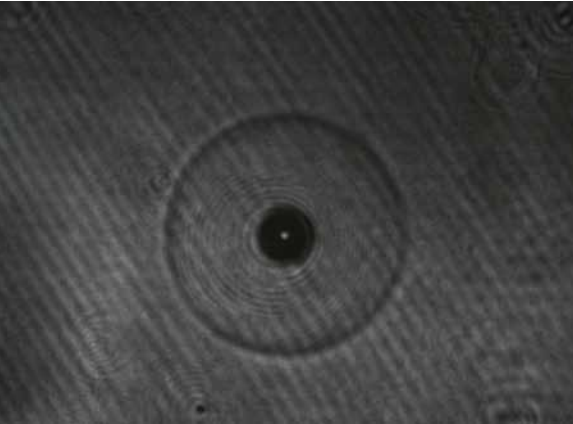
no lineal y láseres; estas dos áreas de la óptica se aplican de manera muy vasta en disciplinas como la biología y la medicina, y dan origen a lo que se conoce hoy en día como el área de biofotónica. La biofotónica es un área de investigación primordialmente multidisciplinaria y que genera conocimiento de punta; una gran parte del financiamiento global a proyectos científicos recae en esta moderna área de investigación.

En el año 2004, el Dr. S. Camacho López inició –por primera vez en México– el estudio de los efectos inducidos por pulsos láser ultracortos en tejido biológico, motivado por algunos problemas que se presentan en procedimientos médicos que utilizan láseres de emisión continua, como el daño catastrófico al tejido causado por calentamiento excesivo. En 2005, se captó el interés de la Clínica de Ojos de Tijuana y Oftálmica Internacional, que son dos instituciones de la región, para llevar a cabo una colaboración en el tema de investigación de láseres aplicados en el área oftálmica. Actualmente, se desarrolla, con la Clínica de Ojos de Tijuana, un proyecto de innovación basado en la investigación básica que realiza el Dr. Camacho López sobre un fenómeno físico conocido como cavitación inducida por láser. La investigación en el área de biofotónica que lleva a cabo incluye el estudio de la viabilidad celular para células sometidas a irradiación con pulsos láser ultracortos. Esta línea de investigación básica, en el tema de interacción láser pulsada con tejido biológico, y a nivel celular, se consolidó rápidamente en el CICESE a partir de la estrecha colaboración del grupo del Dr. Santiago Camacho con el grupo del Dr. Guillermo Aguilar, de la Universidad de California en Riverside, la cual principió a través del apoyo del programa UC-MEXUS-CONACYT en 2004.

El Dr. Israel Rocha implementó recientemente en el CICESE algunas técnicas de microscopía no lineal, área que no ha sido explotada en México y, por tanto, tiene una gran potencial de investigación, en particular en el área de la microbiología, quienes ven en un microscopio una herramienta de trabajo. El uso de técnicas de microscopía no lineal en CICESE comenzó con un proyecto de ciencia básica del Dr. Raúl Rangel, el cual permitió conseguir gran parte del equipo necesario para su implementación y desarrollar una fuente sintonizable de pulsos ultracortos. Actualmente, el Dr. Rocha Men-



Microcanales de 200 μm donde se combinan los reactivos a diferentes concentraciones. En la imagen se observa la inyección de tinta roja por un canal y tinta negra por el otro. En el canal central se realiza la combinación de ambas tintas.



Burbuja de cavitación y onda de choque inducida, en agua destilada, por un pulso láser de 10 nanosegundos. Imagen tomada 92 nanosegundos después del depósito del pulso en la celda. El diámetro de la burbuja es de aproximadamente 70 micrones y el diámetro de la onda de choque es de aproximadamente 300 micrones. Estas burbujas de cavitación y ondas de choque tienen diversas aplicaciones en el ámbito biomédico. (Foto: Luis Felipe Devia Cruz, estudiante de doctorado, Óptica, CICESE)

doza utiliza gran parte de este equipo y, con su ingreso al CICESE en 2009, consolidó la implementación de estas técnicas mediante la obtención de proyectos en el área de biofotónica y la construcción “casera” de un microscopio no lineal de segundo armónico. Actualmente, trabaja en la implementación de microespectroscopía CARS, otra técnica basada en óptica no lineal. Asimismo, estudia el crecimiento de fibras (fibrogénesis) de colágeno *in vitro* utilizando microscopía no lineal de segundo armónico y, a su vez, estudia las propiedades ópticas de segundo orden. Pero no sólo este grupo se dedica a estudios relacionados con la óptica y la biología.

El Dr. Víctor Ruiz Cortés realiza investigación básica en un área de la biofotónica, donde la combinación de técnicas de micromanipulación y control de microfluidos es actualmente un tema de mucho interés por la posibilidad de la construcción de laboratorios en escala micrométrica. La optofluídica es una área relativamente nueva y en rápido desarrollo. Este tema, donde convergen la óptica y los fluidos, puede considerarse natural ya que por años se ha utilizado la óptica para estudiar, caracterizar y analizar líquidos. Una aplicación moderna con un enorme potencial de aplicaciones es la integración de sensores bioquímicos en circuitos microfotónicos. Uno de los objetivos en la investigación del Dr. Víctor Ruiz es el diseño y fabricación de dispositivos optofluídicos para aplicaciones de asentamiento y manipulación de micropartículas, donde se incluyen especímenes biológicos.

El uso de dispositivos microfluídicos para realizar investigación biomédica y crear tecnologías de uso clínico tiene un gran número de ventajas. Una de las principales es que el volumen de los fluidos en el canal es muy pequeño, usualmente algunos nanolitros, por lo cual la cantidad de sustratos y reactivos utilizados es muy pequeña. Eso es especialmente significativo cuando se está trabajando con reactivos costosos. Esto puede derivar y detonar un impacto innovador en el área clínica y, por supuesto, en un impacto económico positivo para la sociedad.

En un área que podemos nombrar fotobiología se encuentra enmarcada la investigación que realiza el Dr. Eugenio Méndez Mén-

dez, también en el Departamento de Óptica del CICESE, quien en colaboración con un grupo de biólogos ha estudiado la influencia que tienen las condiciones de iluminación en la conservación y en el deterioro de ecosistemas marinos, como los arrecifes de coral. El Dr. Méndez Méndez ha producido modelos y ha realizados experimentos para determinar la dosis de luz que reciben los organismos que viven en simbiosis con los corales; la morfología, estructura y material del que están hechos los corales son elementos cruciales que determinan la dosis de luz en el coral. Se piensa que esta dosis de luz en el coral está correlacionada en cierta medida con la condición biológica de los arrecifes.

Otra área de la óptica que forma parte de las actividades de investigación en el Departamento de Óptica del CICESE, y que está relacionada de manera estrecha con organismos biológicos, es el procesamiento de imágenes mediante algoritmos ópticos. Esta área de investigación ha sido desarrollada por el Dr. Josué Álvarez Borrego quien, mediante algoritmos basados en óptica de Fourier y transformadas integrales de otro tipo, puede llevar a cabo la identificación de varias especies del fitoplancton y algunas bacterias, como las que provocan tuberculosis y cólera, así como cuerpos de inclusión de virus en tejido de camarón, entre otros. Los resultados de investigación en esta área tienen un gran potencial en aplicaciones de relevancia para la industria regional de organismos marinos y para el conocimiento de la productividad primaria en ciertas regiones oceánicas.

* Los doctores Santiago Camacho López e Israel Rocha Mendoza son investigadores del Departamento de Óptica del CICESE.



Evolución vertiginosa de las ciencias computacionales

José Alberto Fernández*



Ortofoto y DEM de alta resolución (Laboratorio de Geomática).

El personal académico adscrito al Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) ha realizado investigación ininterrumpidamente desde su fundación en el año 2000, y como grupo desde 1994, en tres grandes áreas. Como las ciencias computacionales evolucionan a un ritmo vertiginoso, algunas líneas puntuales de investigación que se cultivaban a finales de los años 90 han desaparecido, la mayoría de las líneas de investigación han ido cambiando y se han adaptado a los cambios tecnológicos (con mayor velocidad las más aplicadas y en menor medida las más teóricas), y algunas otras se han incorporado recientemente al departamento (principalmente aquellas que en esencia son multidisciplinarias). A continuación se describen brevemente y eliminando, en lo posible, términos muy técnicos, algunas de las contribuciones más relevantes en cada una de estas tres áreas.

En el área de la *visión por computadora* y *reconocimiento de patrones* se ha resuelto una variedad de problemas en el área de fotogrametría (conocer las propiedades geométricas de los objetos usando fotografías). Estos procedimientos permiten calibrar cámaras con gran exactitud y de manera puntual para este tipo de aplicaciones. También se han desarrollado técnicas, en el marco de la visión robótica, para resolver problemas que involucran la reconstrucción tridimensional de objetos y la planeación de trayectorias de movimientos de robots.

Se han propuesto algunos algoritmos que permiten recuperar información cuando no se tiene acceso directo a los datos (problemas conocidos como “inversión de datos”). Muchos ejemplos se dan en las geociencias, donde solamente se tienen lecturas de aparatos en la superficie de la corteza, y se desea recuperar información del subsuelo. Los algoritmos propuestos permiten obtener modelos continuos a trozos, una característica que era difícil de obtener hasta hace unos años. Adicionalmente, se ha implementado un sistema de información geográfica móvil basado en la integración de dispositivos PDA, tecnología GPS y teléfonos inteligentes. Se desarrolló una nueva técnica para la identificación de la erosión utilizando imágenes de satélites como las del LANDSAT.

Se han desarrollado métodos de procesamiento de señales e imágenes. Estas técnicas presentan una gran ventaja sobre los métodos clásicos para aplicaciones que requieren restaurar señales degradadas y realzar el contraste de imágenes cuando éstas son espacialmente no homogéneas. Se desarrollaron nuevos filtros para llevar a cabo el reconocimiento confiable de objetos distorsionados geométricamente y degradados en su intensidad. Se desarrollaron métodos nuevos de reconocimiento confiable de patrones, dados en manera implícita, cuando el objeto a reconocer está dado en imágenes ruidosas. Estos métodos permiten eliminar el preprocesamiento manual y tienen desempeño muy cercano a los métodos óptimos clásicos.

En el área de *sistemas interactivos y distribuidos* se ha hecho investigación en computación móvil y ubicua y su aplicación a la salud. Mucho esfuerzo se ha enfocado en el diseño, implementación y prueba de sistemas de información hospitalarios que utilizan la información contextual del medio ambiente donde operan, o de las actividades que realizan los usuarios, para la asistencia a adultos mayores. Se han desarrollado herramientas de apoyo a procesos clínicos y médicos, en particular en el apoyo a la toma de decisiones médicas, expediente médico electrónico y personal en dispositivos móviles y tarjetas inteligentes, estudios de adopción de tecnologías y de procesos clínicos y médicos. Recientemente, en gerontotecnología, se estudia el uso y la adaptabilidad de juegos para realizar





ejercicios y a los videojuegos con interacción de movimiento para mantener activos a los adultos mayores.

En ingeniería de procesos y desarrollo de *software* se han estudiado los flujos de conocimiento y el desarrollo de una metodología para administrar el conocimiento que se genera en los procesos de *software*. Se ha estudiado la mejora de procesos de desarrollo de *software* en las micro, pequeñas y medianas empresas para desarrollar herramientas y aplicaciones que faciliten la mejora de sus prácticas de *software* y la adopción de modelos de referencia de procesos de una forma continua y sustentable.

Se ha hecho investigación en área de las redes inalámbricas de sensores, la cual ha derivado en sistemas que están siendo utilizados en instituciones para el cuidado de los adultos mayores y en la producción local agropecuaria.

Se han diseñado sistemas interactivos de cómputo de apoyo a la educación, en particular para la enseñanza de las matemáticas para el nivel medio básico.

En el área de *algoritmos*, *biocomputación*, *cómputo científico* y *paralelo*, una parte de la investigación se ha centrado en el análisis y diseño de algoritmos para problemas complejos de optimización, aquellos en las que la solución se va mejorando gradualmente; sin embargo, no se conocen técnicas eficientes para encontrar la respuesta exacta. Un ejemplo se da en el área de telecomunicaciones, donde se modeló el problema de diseño de un arreglo lineal de antenas (como un problema donde se optimizan varios parámetros simultáneamente) y además se propuso una forma eficiente de resolverlo. Otro ejemplo es en el área de calendarización, en donde se desea asignar un orden y un lugar para la ejecución de tareas de procesamiento en ciertos ambientes de cómputo distribuido (como los grids y las nubes). Estos algoritmos se adaptan de acuerdo a las características de las máquinas donde se ejecutan y al dinamismo del ambiente en donde operan.

Se propuso un modelo de recuperación de documentos basado en técnicas probabilísticas que permite agrupar los documentos en

tópicos, sin dar más información al sistema que los contenidos en los propios documentos.

En general, se han hecho muchos otros algoritmos con aplicaciones en áreas basadas en diversos ámbitos y paradigmas de cómputo. Estos algoritmos tienen la propiedad de que mejoran en algún parámetro (sea la velocidad, la cantidad de recursos, la eficiencia, etc.) a los mejores algoritmos reportados en la literatura para los mismos problemas.

En biocomputación, se ha demostrado experimentalmente que el problema conocido como de la supercadena común más corta (SCSP), modelo simplificado del ensamblado de ADN, se puede resolver fácilmente en la práctica con algoritmos sencillos. Se han desarrollado algoritmos evolutivos con los cuales se pueden diseñar computacionalmente sensores de ADN para el diagnóstico de mutaciones, en particular el de la mutación DF508, causante de la fibrosis quística. Se ha realizado también investigación en la resolución de ciertos problemas computacionales para los cuales no se conocen soluciones óptimas, utilizando sistemas de membrana.



Visualización de nube de puntos LiDAR (Laboratorio de Geomática).

*El Dr. José Alberto Fernández Zepeda es jefe e investigador del Departamento de Ciencias de la Computación del CICESE.



GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO en

Ciencias de la Tierra



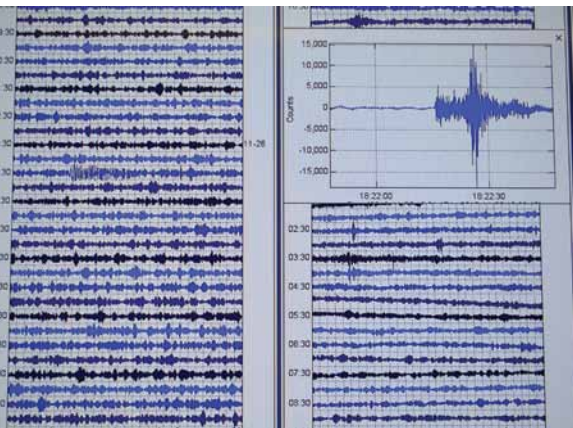
Tras la huella de los sismos: un registro en el noroeste mexicano

Víctor Wong Ortega, Luis Munguía Orozco*

La península de Baja California y el Golfo de California están asentados en un segmento activo de la frontera tectónica que forman las placas del Pacífico y Norte América. El movimiento relativo de estas placas tectónicas genera sismos importantes en la región que ameritan ser monitoreados para entender el comportamiento de la actividad sísmica y generar bases de datos de buena calidad, tratando así de reducir sus efectos e impacto en la población.

La instrumentación sísmica en Baja California, entendida como la actividad de medición, registro y análisis de los temblores por medio de instrumentos, se remonta a principios de la década de los setentas. Desde su creación en 1973, el CICESE colaboró en la operación de la Red del Golfo de California que nació como un proyecto de cooperación entre la Universidad de California en San Diego (UCSD) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En 1975, el CICESE se hizo cargo de su operación y mantenimiento. La Red del Golfo de California fue una red permanente integrada por nueve estaciones (San Pedro Mártir, Río Hardy, San Felipe, La Paz, Bahía de los Ángeles, Caborca, Guaymas, Topolobampo y Rancho Melling) con registro en papel fotográfico. Estos primeros sismógrafos analógicos tenían el objetivo de monitorear la actividad sísmica de la península y el Golfo de California.





En 1976, se instaló una red combinada de acelerógrafos analógicos y acelerógrafos digitales en la región norte de Baja California, como un proyecto colaborativo entre la UCSD y la UNAM. La importancia de los acelerógrafos reside en que, a diferencia de los sismógrafos, registran movimientos muy intensos del suelo sin llegar a la saturación de la señal, lo que permite medir directamente la respuesta del suelo y estructuras bajo la acción de movimientos fuertes. A partir de 1987, el CICESE asumió la responsabilidad total de su operación y, a 37 años de su instalación, se ha modernizado y continúa operando con el nombre de Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM). Entre los sismos más importantes de la región que esta red ha registrado están el sismo del Valle Imperial de octubre de 1979 (M_w 6.5); el sismo de Victoria de junio de 1980 (M_w 6.3) y más recientemente el sismo El Mayor-Cucapah, de abril de 2010 (M_w 7.2). Actualmente RANM opera con 22 estaciones, algunas de las cuales envían las señales detectadas en tiempo cuasi real (vía Internet) al CICESE. En el transcurso de 2013, se instalarán cuatro estaciones adicionales para expandir la red tanto en la región del valle de Mexicali como en el macizo rocoso peninsular.

En 1977, se instaló, en el valle de Mexicali, la Red Sísmica de Cerro Prieto (RESCEP), que consistía en cinco sismógrafos analógicos con registro en papel ahumado. Paralelamente, comenzaba el proyecto de construcción de una red sísmica con telemetría digital para instrumentar la región norte de Baja California. Las seis primeras estaciones sismológicas de esta red se equiparon con grabadoras digitales diseñadas y fabricadas en el CICESE. En los años setenta, las redes sismológicas del mundo operaban casi de la misma manera: cada determinado tiempo había que ir a las estaciones a recoger la información que se registraba en forma analógica. Por las distancias y los tiempos que tomaba hacer el recorrido entre estaciones, el mantenimiento y la recolección de los datos resultaba caro e ineficiente. Esto cambió con el desarrollo de la nueva tecnología de registro y comunicación por telemetría digital desarrollada en el CICESE. El sistema permitía convertir la señal analógica en digital en el sitio de registro y enviarla al CICESE a través de la Red Nacional de Microondas. En 1979, este proyecto obtuvo el Premio Nacional de Telecomunicaciones convocado por INDETEL. Así, en el verano de 1977, nació la Red Sísmica del Norte de México (RESNOR), que cambiaría

posteriormente de nombre por el de Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM).

En 2011, la instrumentación de RESNOM se empezó a modernizar, y cuenta actualmente con 14 estaciones equipadas con sismógrafos de banda ancha y acelerómetros, registrando colateralmente en el valle de Mexicali y la región norte de Baja California. En 2013, se contempla instalar seis estaciones sísmicas similares en la región del Valle de Mexicali, para conocer mejor la profundidad focal de los sismos que ocurren en esa región.

Es importante resaltar que, en los últimos 36 años, RESNOM ha monitoreado continuamente la actividad sísmica de la región noroeste de México, constituyéndose así en una fuente de información básica para el desarrollo de las actividades de investigación y posgrado del Departamento de Sismología del CICESE.

La información que RESNOM proporciona ha permitido avanzar en el conocimiento del comportamiento estructural de fallas sísmicamente activas, así como del peligro sísmico que éstas representan para los centros de población de la región. Además, cuando ocurren sismos de magnitud relevante, la información derivada de los datos que RESNOM proporciona en tiempo real se pone a disposición de los medios de difusión, del público en general y de las autoridades de los gobiernos local, estatal y federal a través de la página web del CICESE.

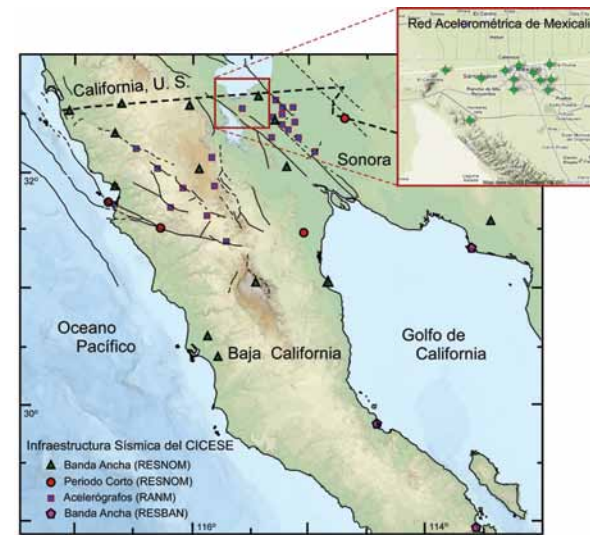
Conforme crecía el CICESE y era reconocido nacional e internacionalmente, nuevas redes sísmicas, con objetivos específicos, se incorporaban a su infraestructura para monitorear otras regiones de interés a través de proyectos de colaboración con universidades extranjeras, o con proyectos externos financiados por la iniciativa privada y por empresas paraestatales.

En 1992, como resultado de la necesidad de conocer la respuesta de las estructuras en suelos blandos bajo la acción de las fuerzas sísmicas, principió el proyecto para instrumentar el edificio del Puesto Central de Control del Metro de la Ciudad de México, financiado por el CONACYT y la Fundación ICA. La información proporcionada



bre la respuesta sísmica de sus suelos y estructuras. Actualmente, la RAM cuenta también con estaciones acelerométricas en las ciudades de Tecate y Tijuana, para alcanzar un total de 19 estaciones de aceleración en operación. En 2013 se instalarán seis estaciones adicionales en la región de Tijuana. Los datos de esta red han permitido estudiar los efectos de sitio, la zonificación sísmica y las propiedades sísmicas *in-situ* del terreno en zonas urbanas, principalmente en las ciudades antes mencionadas.

Adicionalmente a las redes sismológicas mencionadas, desde 1996 ha operado la Red de Deformación de la Corteza en el Valle de Mexicali (REDECVAM). Esta red aporta información para estudios de la distribución espacial y temporal de las deformaciones de la corteza en el Valle de Mexicali. Los instrumentos están instalados en una zona afectada por hundimiento y en la zona de las fallas Cerro Prieto, Imperial y Saltillo. Gracias a estos estudios sabemos que el hundimiento en la región no ocurre en forma continua, sino que se desarrolla como una combinación de *creep* continuo, desplazamiento episódico y desplazamiento sísmico. Por otro lado, y con el objetivo de medir los desplazamientos de fallas activas de la región, con énfasis en la zona del valle de Mexicali, el CICESE ha operado desde 1989 el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en Baja California (SIPOGPSBC). Esto se ha logrado a través de convenios de colaboración con instituciones tales como el Servicio Geológico Americano (USGS), UNAVCO—consorcio de universidades americanas y el CONACYT. Actualmente, el sistema opera con seis estaciones permanentes con GPS geodésico, pero se contempla la instalación de otras seis estaciones que transmitirán la información registrada al CICESE en tiempo real.



Sismos relevantes en la región

La siguiente tabla muestra una relación de sismos relevantes por su magnitud (mayor a 6.0) y, en algunos casos, por los efectos y daños que ocasionaron en la región epicentral. La tabla incluye sólo sismos que ocurrieron en la región noroeste de México durante el periodo 1974 a 2013, periodo que cubre los 40 años de existencia del CICESE. En consecuencia, un buen número de esos sismos fueron registrados con estaciones de alguna de las redes sísmicas

permanentes o temporales operadas por personal científico de la institución. Una de las primeras investigaciones sismológicas realizadas por personal del CICESE, en colaboración con personal de la UCSD, tuvo que ver con la actividad sísmica del Canal de las Ballenas en julio de 1975 (evento 2 de la tabla). En 1977, se publicaron los resultados de este estudio, cuya contribución más importante es haber establecido que la frontera principal entre las placas de Norteamérica y del Pacífico se extiende por el interior del Canal de las Ballenas y no por el este de la Isla Ángel de la Guarda como antes se creía. Muchos otros sismos con magnitudes menores a 6 han ocurrido en la región Baja California-Golfo de California, pero ninguno causó daños semejantes a los ocasionados por los sismos 3, 5 y 17 de la tabla.

Num.	Fecha Día mes año	Latitud (°N)	Longitud (°O)	Mag	Región epicentral del sismo
1	31 05 1974	27.23	-111.24	6.4	Golfo de California
2	08 07 1975	29.18	-113.42	6.5	Bahía de los Ángeles, Golfo de California
3	15 10 1979	32.63	-115.33	6.5	Valle de Mexicali
4	16 10 1979	33.02	-115.58	6.1	Valle Imperial
5	09 06 1980	32.22	-114.99	6.3	Valle de Mexicali
6	26 04 1981	33.13	-115.65	6.3	Valle Imperial
7	30 06 1995	24.62	-110.26	6.3	La Paz, Golfo de California
8	28 08 1995	26.16	-110.35	6.5	Golfo de California
9	03 10 2002	23.40	-108.40	6.3	Golfo de California
10	12 03 2003	26.30	-110.60	6.1	Golfo de California
11	04 01 2006	28.10	-112.10	6.6	Golfo de California
12	13 03 2007	26.31	-110.52	6.0	Golfo de California
13	01 09 2007	24.82	-109.70	6.1	Golfo de California
14	03 07 2009	25.47	-109.64	6.0	Golfo de California
15	03 08 2009	29.04	-112.90	6.9	Bahía de los Ángeles, Golfo de California
16	03 08 2009	29.31	-113.73	6.2	Bahía de los Ángeles, Golfo de California
17	04 04 2010	32.32	-115.33	7.2	Valle de Mexicali
18	21 10 2010	24.84	-109.17	6.7	Golfo de California
19	12 04 2012	28.84	-113.07	6.2	Bahía de los Ángeles, Golfo de California
20	12 04 2012	28.79	-113.14	6.9	Bahía de los Ángeles, Golfo de California
21	25 09 2012	24.67	-110.17	6.3	La Paz, Golfo de California
22	08 10 2012	25.13	-109.70	6.0	Golfo de California

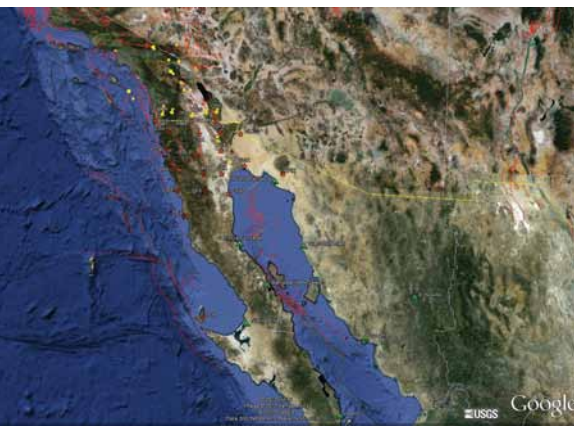
Hasta ahora, entre los resultados logrados con el estudio de la sismicidad registrada por las redes sísmicas del CICESE, podemos mencionar los siguientes: plantear el modelo de la tectónica regional y su correlación con las fallas sísmicamente más activas; identificar nuevas fallas en el valle de Mexicali; generar los modelos de atenuación regional, la respuesta de suelos sedimentarios y rocosos ante movimientos fuertes y movimientos débiles; la contribución de la sismología en la exploración de campos geotérmicos; la microzonificación de suelos; estudios geotécnicos en apoyo a la comunidad de ingenieros en la región; crear la cultura de la prevención entre la población, y mantener informados en tiempo real a los medios y a las autoridades locales, sobre los temas relacionados con los sismos que ocurren en la región.

Los datos generados por estas redes, aunque tienen objetivos particulares de investigación, coadyuvan con el objetivo fundamental de monitorear el riesgo sísmico regional. Adicionalmente, esta información se ha utilizado en la formación de recursos humanos gracias al desarrollo de proyectos de investigación que culminan en tesis de maestría o doctorado. El grado de avance del conocimiento en el área de la sismología requiere que los estudiantes de nuestro programa de posgrado en Ciencias de la Tierra no sólo dispongan de información precisa y completa para sus estudios, sino que adquieran también un amplio conocimiento sobre la instrumentación con la que tal información se obtiene.

Comunicación social y prevención relacionada a la actividad sísmica

Es importante que las redes sísmicas y la investigación que se genera con el uso de la información sísmica tenga una aplicación social. Por ello, consideramos que la información generada por las redes puede servir como auxiliar en las campañas de educación, prevención y mitigación de desastres producidos por sismos, acciones que pueden ser promovidas por los gobiernos locales y estatales. En caso de que ocurra un sismo con magnitud igual o mayor a 5, con la información registrada, se pueden construir modelos computacionales confiables





que permitan visualizar las áreas donde se registran las aceleraciones máximas del terreno. Así, las autoridades locales de protección civil podrían utilizar esta información para el envío de ayuda a la población cercana al epicentro del sismo. Asimismo, las autoridades locales, estatales y federales encargadas del manejo de las situaciones de riesgo se pueden conectar a nuestras bases de datos en tiempo real. Además, se pueden instalar instrumentos en edificios especiales donde con frecuencia se reúne un gran número de personas como escuelas, hospitales, teatros, estadios y otros, como parte de un programa de alertamiento sísmico y diagnóstico sismoestructural.

* Los doctores Víctor Wong Ortega y Luis Munguía Orozco son investigadores del Departamento de Sismología del CICESE.

De lo local a lo internacional: una vocación en los estudios de las Ciencias de la Tierra

Enrique Gómez Treviño*

Antecedentes y vocación temática. El primer proyecto de la División de Ciencias de la Tierra, otrora Departamento de Geofísica, tenía como objetivo realizar observaciones sismológicas en Baja California para apoyar o desmentir la entonces debatida teoría de la tectónica de placas. Proyectos de ciencia básica como éste siguen siendo un fuerte componente de los esfuerzos de la división, reforzada hace dos décadas con la creación del Departamento de Geología. Por otra parte, a pocos años de la fundación del CICESE, nació la necesidad e interés por el diseño, construcción y aplicación de instrumentos para la detección de ondas sísmicas y señales electromagnéticas con fines de exploración de los recursos naturales del subsuelo. Así se definió la vocación de esta división, como una composición de ciencia básica y su aplicación. Cabe también mencionar que el posgrado nació junto con la división. Se cuenta como anécdota que el posgrado nació meses antes, pues se inscribieron estudiantes antes que llegaran los profesores. De cualquier forma, no es casualidad que el primer maestro en ciencias egresado fue de esta división, así como el primer doctor dirigido por un investigador del CICESE. Por último, agregaremos que hace casi dos décadas se unificaron los programas de posgrado de la división en uno solo, Ciencias de la Tierra,





con cuatro orientaciones: sismología, geofísica aplicada, geología y ciencias ambientales.

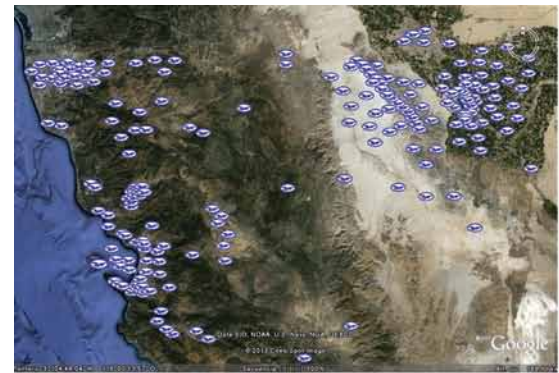
Vocación geográfica. Una vez explicada la vocación temática de la división y cómo se llegó a ella, pasaremos a explorar su vocación en lo relativo a la cobertura geográfica de sus trabajos. Los estudios que se han realizado en los 40 años de existencia de la división, primero por el poco personal que la conformaba y más tarde por su plantilla actual, reflejan inquietudes e intereses muy diversos. Por esta razón, este documento describe los trabajos y actividades realizados de una forma didáctica, para no especialistas. En lugar de clasificar los estudios como artículos en revistas con arbitraje, sin arbitraje o de divulgación, tesis o informes técnicos, lo cual no es muy informativo, preferimos ubicar los trabajos en mapas sin mayor distinción que el área a la cual se refiere el trabajo. Como se trata de un número grande de estudios no se describirán los objetivos particulares de cada uno; lo que se hará es describirlos por grupos, para lo cual se considerarán cuatro regiones: 1) de Santo Tomás, al sur de Ensenada, hasta la frontera norte (local); 2) la península y sus mares adyacentes (regional); 3) el país completo (nacional) y 4) el mundo entero excluyendo a México (internacional). La información se detalla en las cuatro figuras que se acompañan, las cuales se describen a continuación explicando la relevancia científica, económica o social de los trabajos, según sea el caso. Ha sido prácticamente imposible incluirlos todos, pero son suficientes para definir claramente las cuatro regiones.

Vocación local: de Santo Tomás hasta la frontera norte (Figura 1). La mayor densidad de trabajos se presenta en la parte norte de la península, por lo que se decidió ampliar la figura para mejor resolución. Cada símbolo representa un trabajo y todos los símbolos tienen el mismo tamaño para evitar detalles innecesarios. Por lo general, en cada caso se realizaron mediciones a lo largo de perfiles de decenas y hasta de centenas de kilómetros. Los trabajos se ejecutaron durante semanas, meses y hasta años y otro tanto para el análisis de los datos, según el caso. La mayor densidad de símbolos en esta región se debe en parte a su cercanía a Ensenada, pero sobre todo a que confluyen los tres factores de relevancia: científica, económica y social, particularmente en el área de Mexicali. Por un

lado tenemos que ahí se encuentra la frontera entre dos de las placas tectónicas que forman la corteza terrestre. Y las placas se mueven lateralmente, en sentidos opuestos una de la otra un metro cada 100 años aproximadamente, produciendo temblores como el registrado el 4 de abril del 2010, además de que también hay movimientos verticales que frecuentemente destruyen los canales de riego en las zonas agrícolas.

En la misma área se encuentra la planta geotérmica de Cerro Prieto, que produce una cantidad considerable de energía eléctrica y que requiere de nuevas perforaciones bien localizadas para seguir funcionando a su capacidad instalada. No es fortuito que en esta área se haya instalado la primera fase de RESNOM, la red sismológica diseñada y construida en el CICESE y que recibió en su momento el Premio Nacional de Telecomunicaciones Indetel. Esta red permitió definir los contactos entre las placas y su relación con el campo geotérmico. Actualmente se complementan las observaciones sismológicas monitoreando el movimiento relativo entre las placas con la red geodésica de GPS. Se tiene además el problema del manejo adecuado del acuífero y de las aguas superficiales que sostienen la agricultura local, así como la provisión de agua para Tijuana y, posiblemente en el futuro, también para Ensenada. Por si esto fuera poco, existe también la cuestión de la vulnerabilidad a los sismos en las zonas urbanas, lo cual requiere de estudios de zonificación para determinar los lugares más seguros para diferentes tipos de edificaciones.

En el caso de la concentración de símbolos en Tijuana, se trata, en su mayoría, de estudios de riesgo sísmico, así como sobre los deslizamientos de tierra tan comunes en esa ciudad. Destaca la realización del proyecto RADIUS realizado hace algunos años y financiado por la ONU y por el ayuntamiento de Tijuana, en el cual se manejaron diversos escenarios sobre las consecuencias de sismos de magnitud considerable. En el caso de Ensenada, la concentración se debe también a estudios de riesgo sísmico asociados con fallas secundarias al sistema principal de San Andrés, pero sobre todo a la presencia de cuatro valles agrícolas cercanos: Guadalupe, mayor productor de uva para vino de mesa del país; Maneadero, principalmente hortalizas; Santo Tomás, uva para vino de mesa, y Ojos Negros, produc-



Figuras 1, 2, 3, 4.



tor de lácteos. En todos los casos sus actividades dependen de la explotación de agua subterránea y de su buen manejo.

Vocación regional: la península y sus mares aledaños (Figura 2). Como en el caso anterior, escogimos tres áreas con alta densidad de trabajos. La primera es la sierra de San Pedro Mártir, representativa en términos generales de otras sierras de la península, donde la incógnita es descubrir cómo llegaron hasta ahí las rocas que las forman. Y es que se sabe muy bien que esas rocas, similares a las que se aprecian en La Rumorosa, se formaron a grandes profundidades y no a esas alturas en la sierra. Además, están al lado de otras grandes masas de otros tipos de roca que se formaron en la superficie. Descubrir qué es lo que pasó es un trabajo de detective, incluso más difícil porque todo pasó hace muchos millones de años y numerosas huellas o claves puede que se hayan perdido. Problemas como estos hay todavía muchos que están por resolverse en la península.

La siguiente área que comentaremos se localiza alrededor de los volcanes Las Tres Vírgenes en Baja California Sur. En este caso se realizaron campañas de varios meses para recolectar datos sísmicos, electromagnéticos y gravimétricos que permitirían definir los mejores lugares para extraer vapor a presión desde grandes profundidades. Estos trabajos se realizaron hace alrededor de 20 años y fueron decisivos para materializar los planes de la CFE de instalar en esa área una planta generadora de electricidad. La planta se instaló hace algunos años y provee de energía eléctrica a varias comunidades de la región.

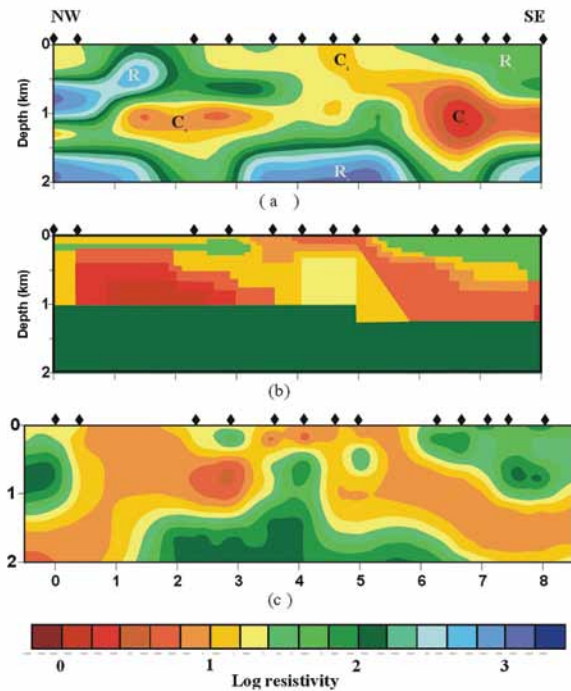
Como última área de esta sección escogimos los mares aledaños a la península, mejor dicho, el fondo de los mares aledaños y lo que está aún más abajo del fondo. Por ejemplo, la mayor parte de los sitios que se encuentran en la parte norte del Mar de Cortés corresponden a imágenes de varios kilómetros de profundidad por debajo del fondo del mar. Se trata de la interpretación de una gran cantidad de datos proporcionados por PEMEX para ser analizados con técnicas modernas. El resto de los sitios en la parte norte y todos los de la parte sur corresponden a imágenes menos profundas. Su objetivo no es la exploración de hidrocarburos sino comprender los procesos que están separando la península del resto del país. Como las

campanas de campo en tierra, los cruceros para la toma de datos en el mar tienen longitudes de hasta centenas de kilómetros o aún más, y pueden durar desde semanas hasta meses. Veamos ahora los sitios marcados en las costas del océano Pacífico, particularmente en las bahías Vizcaíno y Purísima, las dos entradas más amplias al sur de la península. En este caso se trata de imágenes profundas por debajo del fondo oceánico como las del norte del Mar de Cortés, con fines de exploración de hidrocarburos. Se trata de líneas sísmicas de centenas de kilómetros de longitud paralelas y perpendiculares a la costa proporcionadas por PEMEX para su análisis con técnicas modernas.



Vocación nacional: el país completo (Figura 3). Como se puede apreciar, la densidad de símbolos en el resto del país es menor que en la península y sus mares aledaños. Esto se puede deber a que el resto del país es más grande o a la lejanía relativa del CICESE. Sin embargo, la razón principal es que en el resto de país existen otras instituciones en las que recae la responsabilidad de atender ese territorio y que define su vocación. La más importante sigue siendo la UNAM y varios de sus institutos. Más que extrañarse de la menor densidad de símbolos habría que preguntarse por qué hay símbolos a pesar de todo. Parte de la respuesta está en las colaboraciones con esas instituciones. Con el tiempo, las capacidades de la división para realizar análisis químicos y físicos de muestras de roca se han incrementado considerablemente y se complementan con las de las otras instituciones.

Por otro lado, habrá que destacar que la incursión al resto de país ocurrió muy temprano después de la fundación del CICESE. La razón se remonta a las capacidades desarrolladas por los grupos que diseñaron y construyeron tanto la red sísmica ya mencionada, como un equipo electromagnético para exploración profunda, las cuales eran entonces únicas en el país. Se realizaron estudios en regiones con potencial geotérmico como Los Humeros en Puebla, Los Azufres en Michoacán, La Presita en Sinaloa y La Primavera en Jalisco, en varias de las cuales se terminó por instalar plantas geotérmicas para producir electricidad. También relacionado con la producción de electricidad, pero en este caso mediante energía nuclear, se realizaron los estudios de riesgo sísmico en el área donde se instaló la plan-



ta de Laguna Verde en Veracruz. No menos importantes fueron los estudios de zonificación en la ciudad de México, así como la instalación de una red de acelerómetros, motivados ambos por el sismo de 1985 que devastó a la ciudad. Todavía al día de hoy se sigue monitoreando desde la división, en Ensenada, el Puesto de Control Central del Metro de la ciudad de México.

Casi todos los sismos que se sienten en la capital del país se originan, en realidad, en los estados del sur en la costa del Pacífico. Los símbolos en esos estados se refieren a trabajos relativos a sismos de la región, excepto buena parte de los de Chiapas. Y es que Chiapas es especial, pues sus montañas y sierras son en muchos sentidos todo un enigma para la geología, con rocas yuxtapuestas de los más diversos orígenes y edades de formación. Seguramente seguirá inspirando investigaciones a pesar de su lejanía. Para terminar con esta sección, comentaremos que se han realizado algunos trabajos sobre un tema muy relacionado con las ciencias de la Tierra pero con el que hemos tenido relativamente poco contacto: la minería. Además del *Inventario de Recursos Mineales del Estado de Baja California*, los casos en que la división ha hecho algún trabajo se localizan en Baja California (oro y cobre), Nuevo León (calcita óptica), Coahuila (carbón), Chihuahua (oro y plata), Sonora (oro) y Zacatecas (plata).

Vocación internacional: el mundo excluyendo a México (Figura 4): Además de los trabajos referidos en el territorio nacional, existe un buen número de ellos realizados en otros países. Al igual que para nuestro país, se trata de artículos, tesis e informes técnicos. Estos trabajos tienen diferentes orígenes: sabáticos, utilización de datos del extranjero, colaboraciones y trabajos contratados.

La distribución de símbolos se puede agrupar en tres cúmulos principales. Uno en Estados Unidos (EU), el otro en América latina (AL) y el Caribe y el tercero en la Unión Europea (UE). Sin embargo, se puede apreciar que existen trabajos en los cinco continentes. Las concentraciones en EU no son para sorprenderse dada la cercanía y a que muchos de los problemas geológicos son hasta cierto punto de origen común o continuación unos de otros. Por otra parte, la abundancia en la UE se explica por sabáticos y colaboraciones. La abundancia de símbolos en AL y el Caribe tiene orígenes más varia-

dos. En el caso de América Central, específicamente en El Salvador, se contrataron, con la empresa de energía de ese país, levantamientos electromagnéticos para estudiar potenciales yacimientos geotérmicos. Varias estancias sabáticas en Venezuela explican la concentración de símbolos en ese país; colaboraciones en el caso de Brasil, Cuba y Puerto Rico y tesis en los casos de Colombia y Chile.

Una parte de los trabajos que se realizan en la división no se pueden localizar en un mapa. Se trata de investigaciones teóricas o de laboratorio que, si bien no se aplicaron a un lugar en particular, se aplican a cualquier lugar en general en realidad. Alrededor de 15 por ciento de los trabajos de la división son de este tipo. El hecho de que no se les pueda asignar una localidad específica no los hace menos importantes, pues su relevancia deriva de mejorar la metodología usada en los trabajos que sí se pueden localizar en un mapa. La edición de GEOS, la revista en español de la Unión Geofísica Mexicana y las Olimpiadas de Ciencias de la Tierra son otras actividades que no se representan en un mapa.

Conclusión: vocación equilibrada. Difícilmente se podría imaginar una distribución más equilibrada que la que muestran las cuatro figuras preparadas para este escrito. Lo más interesante es que nadie planeó este equilibrio, ni el temático ni el geográfico. Más bien, todo parece ser el resultado de las adaptaciones de la división a las diferentes políticas científicas de los últimos 40 años. La División de Ciencias de la Tierra del CICESE logró desde hace dos décadas en forma continuada equilibrios en los diferentes aspectos de sus actividades. Aquí se presenta el equilibrio geográfico que no se había considerado antes. El otro equilibrio de la división entre vinculación, captación de recursos externos, relevancia social, posgrado y publicaciones es bien conocido, aunque pocas veces bien reconocido. ¿Será reconocido como virtud este equilibrio geográfico? A juzgar por el pasado y por el presente parece que no lo será. Pero siendo optimistas conviene imaginar que el tiempo de la división no ha llegado, pero que llegará, porque como dice el dicho: “con el tiempo, a cada iglesia le llega su fiestecita”.

*El Dr. Enrique Gómez Treviño es investigador del Departamento de Geofísica Aplicada del CICESE.



El estudio del agua, una aproximación multidisciplinaria

Adriana Castillo, Edgardo Cañón*

El agua siempre será un elemento que da vida, que moldea el planeta y está ligada a procesos fundamentales en la estructura y funcionamiento de nuestra Tierra. El valioso líquido es investigado desde diferentes puntos de acercamiento y profundidad en el CICESE. Los estudios de nuestros investigadores tienen como objetivo conocer y aprovechar el agua de la mejor manera y de forma sustentable, para que las futuras generaciones sigan gozándola en sus diversas formas.

Para lograr esta comprensión, es preciso observar las estructuras subterráneas que pueden contener y conducir el agua, por lo que se requiere conocer los materiales que conforman el subsuelo, sus propiedades físicas, porosidad y conductividad hidráulica, entre otros factores. En el CICESE, el Dr. Rogelio Vázquez González, geofísico especializado en temas de agua, utiliza métodos que pueden compararse con la auscultación que realizan los médicos al interior del cuerpo humano. Por ejemplo, a través de radiografías, tomografías o resonancias magnéticas, un médico llega a conocer el diagnóstico de salud del paciente. El estudio de la infiltración del agua subterránea es similar –comenta Rogelio– ya que, gracias a mediciones realizadas en la superficie del terreno, el investigador y su equipo de colaboradores producen imágenes con tonalidades grises, similares a las reveladas en una radiografía humana. Así llegan a saber si los terrenos tienen suficiente impermeabilidad o no como para formar un acuífero, o bien la relación entre materiales más o menos conductores.

También les interesa la presencia de agua salada, salobre o agua dulce y si el acuífero tiene mezclas de estos tipos de agua, para diagnosticar si es potable o requiere tratamiento.

El Dr. Vázquez asesoró en la maestría a Laura Elizabeth Gil Venegas en 2010, quien usó un modelo numérico para determinar el impacto por la operación de pozos costeros en la zona del acuífero de Maneadero. La ubicación de los pozos ya está determinada por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE), que acepta una variación a lo largo de la costa a una distancia no mayor de 600 m, para decidir colocarlos donde la operación de los pozos afecte lo menos posible al acuífero. Los resultados demostraron que el agua se extraerá en mayor porcentaje de la zona costera. No se observa que la construcción de los pozos afecte la disponibilidad de agua dulce en el acuífero, siendo evidente que, en temporada de lluvias, los pozos extraen agua del acuífero, pero en un porcentaje mínimo. A partir de este trabajo se recomendó realizar más estudios geohidrológicos y un monitoreo constante de los pozos que ya operan en el acuífero, para tener datos con los cuales se pueda calibrar el modelo y dar una predicción con mayor certidumbre del comportamiento del potencial hidráulico, aunado al uso sustentable del recurso.

En 2012, otra estudiante del Dr. Vázquez, Dania Isaura Pasillas Pasillas, trabajó en la evaluación geohidrológica de la fracción norte del acuífero Valparaíso, en Zacatecas. Su estudio caracterizó parte del acuífero, identificó condiciones geológicas que favorecieran el flujo de agua subterránea, analizó la calidad de agua y definió el comportamiento del nivel piezométrico, medición “virtual” que está en función de la profundidad de los pozos. Para el análisis y evaluación del acuífero se estudió la geología regional y local, la información estratigráfica e hidrogeológica disponible, se realizó la delimitación de la zona de estudio y el análisis de la información mediante la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Posteriormente, se adquirieron datos aeromagnéticos de toda el área estudiada y se realizaron visitas de campo para la recopilación y análisis de muestras de agua provenientes de pozos y norias en la zona, para establecer la clasificación y características físico-químicas del agua; asimismo, se determinó la relación entre el recurso y la geología del lugar, analizando factores que intervienen en la canti-





dad y calidad del agua que se extrae. Los resultados finales aún están por obtenerse, pero indiscutiblemente se está incrementando el conocimiento sobre el agua en México.

La pureza del agua es fundamental

Actualmente, un aspecto relevante en el ciclo del agua es la contaminación. Aguas contaminadas con diferentes sustancias que los seres humanos vierten sin mayor recato sobre ríos, océanos, lagos o lagunas, empiezan a producir consecuencias lamentables no sólo para nuestra especie, sino para otros seres vivos, incluidas las plantas.

La Dra. Zaire González Acevedo, investigadora en geociencias ambientales del CICESE, explora la relación entre el agua, la tierra, los contaminantes y la salud. A través del reconocimiento de sustancias tóxicas presentes en acuíferos que penetran el subsuelo e ingresan por las raíces de las plantas y pueden afectar la salud humana, investiga la remoción de sustancias como el arsénico, selenio y antimonio presentes en el agua, y cómo poder eliminarlas o removerlas de esos sustratos para regresarles sus cualidades productivas y saludables. En sus investigaciones, busca incluir y eliminar los efectos causantes de enfermedad o muerte humana, ya que si las personas consumen aguas contaminadas con arsénico, empiezan a acumularlo en sus cuerpos. Debido a que los humanos no deseamos el arsénico, su acumulación produce *arseniosis*, enfermedad que se manifiesta con color amarillento en las manos, uñas y brotes en espalda y pies y que, en casos extremos, puede causar la muerte.



Disponibilidad del agua con bases científicas

Por su parte, el Dr. Thomas Kretzschmar, investigador del Departamento de Geología, plantea sus investigaciones pensando en cómo pueden beneficiar a varios sectores, pues son generadas desde la visión de diversos usuarios: gobierno, productores agrícolas y forestales e investigadores científicos, y están enmarcadas en los niveles regional, nacional, binacional (México-Estados Unidos) e internacional, teniendo como marco de referencia el manejo responsable y sustentable del agua.

El Dr. Kretzschmar y su equipo de investigación saben que 70 por ciento del agua disponible para uso humano en Baja California es de origen superficial, que llega del río Colorado, mientras que el restante 30 por ciento tiene un origen subterráneo, pues está presente en acuíferos. El volumen de agua subterránea alcanza poco más de un millón de metros cúbicos disponibles al año. Sin embargo, muchos de esos acuíferos están sobre explotados; es decir, que se extrae más agua de la que se recarga de manera natural. El problema es más grave pues esta zona es semiárida, por lo que las pocas lluvias que ocurren no alcanzan a recargar los acuíferos.

Las investigaciones de Dr. Kretzschmar se centran en el Valle de Guadalupe, Baja California, y en el valle de Caborca, Sonora, donde determina la cantidad de agua disponible con el objetivo de optimizarla y hacerla sustentable para la agricultura. Está a cargo de un proyecto interdisciplinario patrocinado por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), que opera con fondos regionales otorgados por el CONACYT. Con él se determina la cantidad de recarga de los acuíferos a nivel de cuenca hidrográfica, la eficiencia en la irrigación (aspecto liderado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP), aguas tratadas como uso de riego alternativo (aspecto liderado por la Universidad Autónoma de Baja California, UABC), el impacto de la extracción de arenas en la disponibilidad del agua (aspecto responsabilidad del Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada, IMIP, y la Universidad Estatal de San Diego). Finalmente les interesa explorar el estrés hídrico en las plantas y su susceptibilidad a enfermedades.

La visión de futuro que este grupo de investigación tiene es que funcione el laboratorio de campo por muchos años. De este modo, aspiran a visualizar cambios climáticos a partir de sus datos, a seguir consolidando la retroalimentación con sus colegas investigadores ubicados dentro y fuera del CICESE y a continuar preparando maestros y doctores en ciencias orientados a resolver estos problemas del agua.

*M. en C. Adriana Castillo Blancarte, autora y colaboradora del Departamento de Comunicación; Dr. Edgardo Cañón Tapia, editor del texto e investigador y director de la División de Ciencias de la Tierra.





GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO en

Ciencias de la vida

Baja California, una extraordinaria biodiversidad

María Concepción Aguilar, William C. Clark, Horacio de la Cueva,
Jaime Luévano, Eric Mellink*

El conocimiento biológico y ecológico, fundamental para comprender la biodiversidad de la península de Baja California, sólo se logra a través de una combinación de trabajo de campo y gabinete con reflexiones del contexto evolutivo y ecológico de los organismos que estudiamos, así como su ambiente. Para lograr esto, el grupo que ahora conforma el Departamento de Biología de Conservación del CICESE, ha dedicado más de 20 años al estudio intensivo de las plantas y animales que pueblan los diversos ambientes de la península. Nuestro hablar de la biodiversidad de la península surge de nuestra generación de conocimiento, que realizamos con la ayuda invaluable de nuestros técnicos y la formación de estudiantes de posgrado que devienen en investigadores. Así, esperamos que quien se acerque a esta lectura, quede tan maravillado de la biodiversidad de la península como nosotros.

La península de Baja California es muy larga y con una doble polaridad ecológica peninsular que da lugar a una gran diversidad de hábitats: 1) un gradiente norte sur resultado de la presencia de clima templado en el noroeste y tropical en el sur, con una región árida extensa de transición y 2) un gradiente este oeste resultado de la combinación de una cadena montañosa transpeninsular intermitente y la influencia de dos masas de agua distintas, fría en el Pacífico y cálida en el Golfo de California.





La península es una isla biológica formada en el Terciario, hace entre 5 y 10 millones de años, cuando una capa de tierra estrecha se separó del continente, creando el Golfo de California. El aislamiento evolutivo ha mantenido a la flora y la fauna separadas del continente por tiempos tan largos que casi 30 por ciento de la riqueza biológica es endémica. Desde el Eoceno, la península estuvo sometida a emergencias e inundaciones causadas por oscilaciones oceánicas. Tres zonas nunca se sumergieron y fueron refugio para muchas especies: la zona templada mediterránea del noroeste; el desierto del Vizcaíno, región árida de transición, y la región de Los Cabos, región tropical en el extremo sur. Estos aislamientos propician un efecto de insularidad que favoreció las altas tasas de evolución de endemismos. El desierto del Vizcaíno está rodeado al oeste por el océano y al este por la cordillera costera del Golfo, al norte contacta con territorios de clima mediterráneo limitando la migración de plantas desérticas, por lo que es un modelo de insularidad. Situación similar se presenta en las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, aisladas de las cordilleras peninsulares de Estados Unidos por el desierto del valle bajo del Colorado.



El *efecto de peninsularidad* es un decremento progresivo en la diversidad de especies desde la base hacia la punta. En Baja California hay poca evidencia de este efecto, cuando menos en mariposas, murciélagos y otros grupos de mamíferos; la diversidad de escorpiones es mayor en la parte media de la península y la de aves terrestres residentes se incrementa desde la base hasta la región media, pero desde ahí se mantiene constante.

El impacto del calentamiento global en la península de Baja California creará un futuro irreversible, pero el detalle de sus consecuencias es desconocido. Gran parte de Baja California es un desierto, así que es posible que tolere cambios mínimos de temperatura. Tal vez la biodiversidad de las áreas con agua dulce superficial y riparias serán las más afectadas; el aumento de la temperatura, la pérdida de recursos acuáticos, las demandas humanas y ganaderas para los recursos dulceacuícules afectarán negativamente su biodiversidad.

Sólo unas especies enfrentarán condiciones enteramente inadecuadas para su persistencia; otras tendrán que enfrentar la reducción drástica y la fragmentación de sus áreas de distribución. La reducción del área de distribución es un buen predictor de la extinción de especies. Una simulación realizada con más de 1800 especies de animales de México mostró que hasta 2 por ciento de las especies perderán más de 90 por ciento de su área de distribución actual, y entre 5 y 20 por ciento perderán más de la mitad. Estas predicciones sugieren que algunas especies podrían extender su área de distribución, creando nuevas comunidades naturales con propiedades desconocidas.

Las principales estrategias para la conservación de la biodiversidad en México están centradas en la protección de las especies y en la protección de localidades a través de la conformación de áreas naturales protegidas, pero se deja fuera la conservación en zonas agrícolas y ganaderas donde reside una parte importante de la biodiversidad.

La destrucción y fragmentación de hábitat, específicamente de matorral costero, dunas, áreas riparias y acuáticas, debidos al cambio del uso de suelo, sobrepastoreo, introducción de especies invasoras, generación de residuos sólidos y tóxicos, dispersión de enfermedades y desarrollo costero son amenazas actuales directas a la biodiversidad. Las amenazas no evidentes son la falta de información del público sobre el impacto de las actividades cotidianas y los beneficios de la conservación. Las amenazas futuras incluyen el calentamiento global, mayor desarrollo urbano, sobreexplotación forestal, minería y pastoreo, que resultan en cambio de uso y erosión del suelo, aumento en la abundancia de especies invasoras, contaminación y pérdida neta de hábitat.

Muchas organizaciones e instituciones gubernamentales, académicas y privadas trabajan en la conservación de la biodiversidad. El CICESE, al igual que otros centros de investigación y generadores de recursos humanos, juega un papel triple: Aporta información científica sobre el estado de la biodiversidad; forma recursos hu-





manos comprometidos con la conservación y el manejo de los recursos naturales y divulga los conocimientos científicos hacia la población local, regional y nacional. El Departamento de Biología de la Conservación del CICESE, incluyendo el Museo de Artrópodos, está ayudando a través de la documentación e investigación de la biodiversidad y la preservación de taxa y especímenes para generar información que oriente acciones de conservación de la biodiversidad en la península.

* Los doctores Concepción Aguilar, Horacio de la Cueva y Eric Mellink son investigadores del Departamento de Biología de la Conservación; el Dr. Jaime Luévano es técnico del mismo departamento y el Dr. William C. Clark es curador del Museo de Artrópodos del CICESE.



La medicina que viene del mar

Alexei F. Licea Navarro*

Los tiburones existen desde antes de que los vertebrados poblaran la tierra, incluso antes de que algunas plantas habitaran los continentes. ¿Por qué han sobrevivido 450 millones de años?

Esta pregunta nos llevó a estudiar al tiburón *Heterodontus francisci*, mejor conocido como tiburón cornudo o toro que, convenientemente para nosotros, habita las costas del Océano Pacífico y del Mar de Cortés; además, el mayor tamaño que puede alcanzar es 120 cm, lo que nos facilita tenerlo en cautiverio. El tiburón cornudo es parte del grupo de peces cartilaginosos (tiburones, rayas y quimeras) a partir de los cuales evolucionaron los vertebrados hace millones de años. Como todos los tiburones, ha desarrollado una gran capacidad de sobrevivencia, ya que posee un genoma inmunológico de más de mil millones de anticuerpos. Desde hace varios años, hemos trabajado con esta especie hasta aislar una pequeña fracción de sus anticuerpos mediante ingeniería genética.

Esta fracción de anticuerpos del tiburón cornudo es muy pequeña en comparación con los anticuerpos humanos, lo cual nos brinda grandes ventajas terapéuticas, ya que tienen una mayor capacidad de penetración en los tejidos y, a su vez, se eliminan más rápido. Hemos utilizado estos anticuerpos como moléculas precursoras de fármacos innovadores y hemos desarrollado biotecnología de diagnóstico rápido contra enfermedades infecciosas y crónico degenerativas como la tuberculosis y la diabetes. Por ejemplo, hemos creado un reactivo para el diagnóstico rápido y sencillo de la tuberculosis. Con los exámenes de cultivo de células en sangre, el





diagnóstico puede tardar hasta cuatro semanas; mientras que con nuestra tecnología, el examen de una gota de sangre nos permite diagnosticar en 10 minutos la presencia o no de tuberculosis. Las pruebas rápidas que existen en el mercado tienen 65 por ciento de precisión, mientras que las pruebas con anticuerpos de tiburón son 98 por ciento precisas.

A partir de estos anticuerpos, hemos desarrollado antivenenos contra el alacrán, la viuda negra y la araña violinista. Los anticuerpos neutralizan las principales toxinas responsables de las manifestaciones clínicas en humanos.

Hemos aislado anticuerpos contra citocinas humanas como el VEGF TNF, involucradas en la formación de vasos sanguíneos y en procesos inflamatorios, respectivamente. Estos anticuerpos se pueden emplear como moléculas de diagnóstico y fármacos en padecimientos como artritis reumatoide, enfermedad de crohn, cáncer, glaucoma, trasplantes y otras. En nuestros experimentos, hemos comprobado la efectividad de estos anticuerpos en casos de choque séptico en ratones de laboratorio. Hemos sometido patentes para ambos anticuerpos.

Otro depredador que llamó nuestra atención es el caracol marino. Los caracoles marinos del género *Conus* se caracterizan por poseer un aparato venenoso sofisticado que cuenta con un sistema de inyección y liberación del veneno que utilizan para capturar a sus presas o como medio de defensa contra sus depredadores y competidores.

El caracol inyecta el veneno a la presa o depredador por medio de pequeños dientes radulares que funcionan como arpones que atraviesan el tejido, lo cual aumenta la eficiencia para inmovilizar al organismo, ya que una vez insertados sobre la presa, expulsan el veneno que contienen. Su veneno está constituido por proteínas que actúan sobre canales iónicos y receptores de membrana por los que pasan descargas eléctricas a las células, regulando su función; es por esto que, en el laboratorio, se aíslan las diferentes toxinas que conforman el veneno de estos caracoles y se evalúa su efecto sobre padecimientos específicos, entre ellos el cáncer.

Estamos trabajando con cuatro especies de caracoles marinos: *C. ximenes*, *C. regularis*, *C. californicus* y *C. princeps*; también se han estudiado las toxinas del veneno de distintas anémonas del género *Anthopleura* sp. Estas especies resultan de interés porque sus venenos pueden regular las funciones de las células, por lo que se utilizan para desarrollar medicamentos contra padecimientos donde los canales iónicos no funcionen adecuadamente, como por ejemplo, el mal de Parkinson o el Alzheimer. Actualmente, se han probado como precursores de fármacos moduladores de la respuesta inmune y contra tuberculosis, cáncer, diabetes y dolor.

Actualmente, tenemos proyectos de transferencia de tecnología, tanto con anticuerpos anticitocinas y para diagnóstico en humanos y en animales, como con toxinas para elaborar medicamentos contra el dolor, el cáncer de mama y de colon, la diabetes y la tuberculosis.

El conjunto de estos proyectos motivó a las autoridades federales, específicamente la SHCP, a otorgarnos un apoyo especial para impulsar y acelerar los resultados de la investigación biomédica, por lo que ahora, en CICESE, contamos con la Unidad de Desarrollo Biomédico (UDB). En esta unidad tenemos contemplada la contratación de cinco investigadores y el mismo número de técnicos, los cuales trabajarán en conjunto para obtener el mayor número de productos en el mercado en el menor tiempo posible. Con esto, planteamos que la UDB será la entidad con mayor vinculación, tanto con la industria nacional como con la industria internacional dentro de CICESE, por lo que, en un mediano plazo, también será el principal generador de recursos propios dentro de la institución.




*El Dr. Alexei Fedorovich Licea Navarro es investigador del Departamento de Biotecnología Marina y director de la División de Biología Experimental y Aplicada del CICESE.



GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO en

Cómo hacer ciencia y para qué



Cómputo de frontera en apoyo a la investigación

Roberto Ulises Cruz Aguirre, Raúl Rivera Rodríguez*

La utilización de recursos computacionales de vanguardia como apoyo a la investigación científica ha sido una constante en los 40 años del CICESE. La investigación, la buena investigación, requiere de buenos recursos computacionales. Y esto, en el CICESE, afortunadamente ha podido gestionarse de manera exitosa a lo largo de los años.

Ciertamente, las dos primeras computadoras del CICESE tenían un desempeño limitado: la Wang 700 que llegó en 1972 era una calculadora programable en lenguaje ensamblador, con 1.5 Kb de RAM, impresora, graficador y una unidad de casete correspondiente a 15 minutos de cinta. La pantalla de despliegue era de una sola línea (de bulbos que alojaban en sus circuitos los resultados numéricos). La segunda, una Nova Jumbo 1200 que costó 20 mil dólares en 1973, contaba con 16 Kb de RAM, disco duro de 1 Mb, discos removibles de 1.6 Mb, unidad de cinta magnética, lectora rápida de cinta perforada y tarjeta digitalizadora.

Con estas máquinas, en 1975, se creó el Centro de Cómputo Electrónico del CICESE, uno de los primeros en su tipo en México y en donde Rubén Prieto y Hugo Strubbe implementaron el concepto de “servicio abierto para los usuarios”, que aún subsiste. Los lenguajes utilizados entre 1973 y 1976 en esas primeras computadoras eran Fortran IV, Basic, Cobol y Algol.





Lo verdaderamente vanguardista comenzó en 1977, cuando se adquirió la primera minicomputadora de memoria virtual y tiempo compartido de Latinoamérica: la Prime 400 *wire-wrap*, un equipo prácticamente de laboratorio (su tarjeta madre estaba alambrada a mano) que tenía 512 Kb de RAM y disco duro de 80 Mb. Su costo: 450 mil dólares. A los pocos meses llegó su complemento: una Prime 350.

Ambos equipos se convirtieron en un polo de atracción para investigadores y estudiantes. Con ellas se construyó la primera red digital telemetrizada de sismógrafos en el mundo y se estableció la primera red de cómputo en Latinoamérica que permitía compartir archivos, utilizar los discos de una y otra máquina y establecer, a partir de 1978, los primeros enlaces para hacer *login* remoto, ya que había unidades de servicio en edificios del CICESE distribuidos en varias partes de Ensenada que lo requerían.



Nueve años después, en 1986, llegaron las primeras estaciones de trabajo Apollo Domain con red Token Ring propietaria y un procesador Motorola 68020. Una vez más, eran las primeras en Latinoamérica. Con ellas se integró la primera red de estaciones de trabajo con sistema operativo Unix, enlazadas con Ethernet.

Dos años después, se adquirió el primer servidor y las primeras estaciones Sun Microsystems. De origen académico (Stanford University Network), proveían una tecnología abierta basada en el sistema operativo Unix. Con ellas, en ese año y el siguiente (1989), personal del CICESE diseñó e instaló la primera red dorsal de fibra óptica en una institución académica mexicana.

Esto permitió dos cosas relevantes: conectarse a la red de la UNAM, a través del Observatorio Astronómico Nacional, siendo así la segunda institución mexicana con conectividad a Internet (con dirección IP y dominio "cicese.mx") y conexión vía satélite al Centro de Supercómputo de la Universidad de California en San Diego, en La Jolla, California. Así, el CICESE se convirtió en el nodo con mayor cobertura de México y el de mayor confianza, dados los niveles de conectividad que alojaba.

Gracias a esto, el siguiente paso natural fue la adquisición de supercomputadoras propias. En 1997 sólo había una supercomputadora para fines académicos en México, y estaba en la UNAM. El CICESE compró la segunda: una Silicon Graphics Origin 2000, con 10 procesadores R10000 de 195 MHz cada uno, con 4 MB de memoria caché y un total de memoria RAM de 1 GB. En 2002 se compró otra: una Sun Fire 4800 de ocho procesadores Ultra Sparc III de 900 Mhz, y cinco estaciones de trabajo Sun Blade 1000 que, al conectarse a través de una PC enrutadora con dos interfaces y un switch, dieron origen al primer clúster del CICESE, denominado “Tribus”.

En abril de 1999, se creó la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) como una entidad encargada de operar la infraestructura de telecomunicaciones y medios de transmisión de alta velocidad para apoyar la investigación, la educación y permitir el desarrollo de aplicaciones de nueva generación. El CICESE fue socio fundador de CUDI. Era el año 2000, y con Internet 2, la era del cómputo de alto desempeño había llegado a México.

Esto obligó, por un lado, a aumentar la capacidad de cómputo del CICESE y, por otro, a participar en iniciativas de colaboración nacionales y extranjeras. Sin embargo, mejorar la capacidad de cómputo de una institución –cualquiera que ésta sea– en un entorno de recesión económica no es tarea fácil. Resultó obligado el compartir recursos para optimizarlos; es decir, trabajar de manera colaborativa. ¿Cómo? En grides, es decir, redes conectadas en red.

En 2004, el CICESE, junto con la UNAM, la Autónoma Metropolitana, la Universidad de Guadalajara y el CINVESTAV, presentaron la iniciativa para integrar la Grid Académica Mexicana (GRAMA), una grid de prueba para compartir recursos de supercómputo y que serviría, además, para integrarse a infraestructuras internacionales.

Con esta experiencia, en junio de 2005, el CICESE recibió la invitación para participar en el proyecto PRAGMA, una asociación de universidades y centros de investigación de diferentes países de la cuenca del Pacífico.





Mientras esto pasaba, desde 2002, la *National Science Foundation* (NSF) de Estados Unidos, otorgaba al *California Institute of Telecommunications and Information Technology* (Calit²) con sede en San Diego, el mayor financiamiento para un proyecto en computación en los últimos años: el proyecto OptiPuter.

Casi desde su nacimiento, el Calit² empujó la idea de hacer partícipes a las instituciones mexicanas en este proyecto. Entre 2003 y 2006, directivos de CUDI, CONACYT, CICESE y Calit² sostuvieron varias reuniones para integrar el proyecto en la parte mexicana, hasta que, en 2007, se pudo presentar en el CICESE el primer optiPortal latinoamericano, con un despliegue de visualización a manera de panel o mosaicos de 12 monitores, en arreglo de 4 por 3 pantallas y conectividad limitada: apenas 34 megabytes por segundo. La operatividad del conjunto se logró en 2008.

Es fácil entender que en ese momento había una política en el CONACYT, impulsada en buena medida por CUDI, de apoyar iniciativas multidisciplinarias, regionales e integradoras, como el Laboratorio Nacional de Grides de Supercómputo (con 10 instituciones participantes, incluido el CICESE), el Delta Metropolitano de Cómputo de Alto Rendimiento impulsado por la UNAM, la UAM y el CINVESTAV en el Distrito Federal, y el Centro Nacional de Supercómputo (CNS) que se constituyó en el IPICYT.



Pero en el CICESE, la conectividad era un factor limitante. La NSF había cumplido su compromiso de llevar de San Diego hasta Tijuana el enlace de 1 Gigabyte (Gb) por segundo que se había comprometido a instalar. Pero hasta ahí llegó. La puerta de entrada a la infraestructura más poderosa en cómputo mundial quedó a 100 kilómetros del CICESE.

No obstante, en 2008, gracias a un cuantioso proyecto contratado con PEMEX, se integró otro clúster para modelar específicamente la circulación de corrientes en el Golfo de México. Con ello, la infraestructura del CICESE en cómputo de alto desempeño, que incluía dos supercomputadoras, dos clústers, la propuesta para integrar aquí el Laboratorio Nacional de Grides, y el primer OptiPortal en México para

proyectos de visualización, todo con acceso a Internet², colocó a este centro de investigación junto con la UNAM, la UAM y el IPICYT, entre las instituciones con mayor capacidad de cómputo del país.

Quizá fue este posicionamiento, o el interés y necesidad de los investigadores por estar en contacto con sus pares, o la ventaja de estar cerca de California, donde instituciones como Calit² y la UCSD han demostrado una y otra vez su deseo de colaborar con el CICESE, o quizá la mística que ha caracterizado a los computólogos de este centro para estar en la vanguardia del desarrollo mundial, o todo a la vez, lo que permitió entre 2009 y 2011 retomar el proyecto, involucrar nuevamente al CONACYT, hacerlo binacional y destinar los recursos que hacían falta para conectar esta supercarretera a 10 Gb por segundo. La primera “luz” que recorrió el enlace óptico Calit²–Tijuana–CICESE a esta velocidad, se envió a principios de marzo de 2012.

Este proyecto binacional sobre redes avanzadas en donde participan, como ya hemos señalado, Calit², la UCSD, la NSF, el CICESE, CONACYT y CUDI, obtuvo, el 14 de marzo de 2012, el premio *Innovaciones en Redes de Alto Rendimiento en Aplicaciones de Investigación 2012*, que otorgó la CENIC, debido al papel que desempeñará en la habilitación de colaboraciones científicas y educativas a través de la frontera entre ambos países.

Así, la inauguración oficial de este enlace hecha en el marco de la Reunión de Primavera de CUDI 2012 celebrada del 23 al 25 de mayo en Ensenada, representa, a mediano y largo plazo, un paso importante para el desarrollo de la investigación científica en México.

O como dijo el director general del CICESE, Federico Graef, en su plática inaugural, “representa una nueva forma de hacer ciencia, porque crea nuevas redes de colaboración entre investigadores y estudiantes para proveer soluciones a problemas que afectan nuestra vida, como nación y como humanidad en general...”

²El Oc. Roberto Ulises Cruz Aguirre es técnico del Departamento de Comunicación; el Dr. Raúl Rivera Rodríguez es director de Telemática.





Sin fronteras: la investigación interdisciplinaria y el derrame del Golfo de México

Sharon Z. Herzka, Juan Carlos Herguera, Julio Sheinbaum,
Alexei Licea*



Interdisciplinary research is defined as “a mode of research by teams or individuals that integrates information, data, techniques, tools, perspectives, concepts, and/or theories from two or more disciplines or bodies of specialized knowledge to advance fundamental understanding or to solve problems whose solutions are beyond the scope of a single discipline or area of research practice” (National Academy of Sciences 2004 report: Facilitating interdisciplinary research).

En 1973, Theodosius Dobzhansky, uno de los biólogos más reconocidos del siglo XX, publicó un artículo que se tituló “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” (En la biología, nada tiene sentido si no se observa a través de la perspectiva de la evolución). Dobzhansky se refería a que, para poder entender la diversidad biológica, es indispensable considerar que es producto de diversos procesos evolutivos. Análogamente, no podemos entender la variabilidad natural de los ecosistemas marinos si no es bajo un enfoque interdisciplinario que integre de manera conjunta el entendimiento de diversos procesos físicos y biogeoquímicos con los ecológicos. Por consiguiente, tampoco se pueden evaluar impactos de actividades humanas sobre los ecosistemas marinos sin una aproximación interdisciplinaria.

Entre abril y julio del 2010, un derrame ingente de hidrocarburos en el norte del Golfo de México amenazó con alterar dramáticamente las condiciones del ecosistema y, necesariamente, propició un esfuerzo de investigación interdisciplinaria para poder evaluar sus efectos y consecuencias. El reto era enorme: evaluar los efectos de una fuga descontrolada de hidrocarburos a 1500 metros de profundidad, en un ambiente marino extraordinariamente distinto al que se observa cerca de la superficie. El agua está gélida y no hay más luz que los extraordinariamente escasos parpadeos generados por organismos con adaptaciones especializadas a estas grandes profundidades. La presión es equivalente a una pesa de 175 kg sobre una plataforma de 1 centímetro cuadrado. Sin embargo, aunque como humanos esto nos parezca inhóspito, estas profundidades albergan una diversa comunidad de organismos diminutos adaptados a esas condiciones extremas. Podemos observar las huellas de su actividad en las características químicas del agua y en el lecho marino, donde se acumulan los restos de una lluvia de partículas que provienen de procesos tan diversos como la actividad biológica en el océano superficial hasta el transporte por ríos y corrientes de los materiales erosionados sobre el continente. Las características de las corrientes que conectan unas regiones con otras en un flujo lento y continuo nos permiten identificar su proveniencia. Aunque conocemos las condiciones generales de las zonas profundas de los océanos, en términos comparativos, se sabe muy poco sobre el funcionamiento de estos ecosistemas.

El océano profundo que abarca la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Golfo de México es considerada la región menos conocida de los mares territoriales mexicanos. En el golfo, la zona de aguas profundas se extiende desde el borde de la plataforma hasta la planicie abisal de *Sigsbee* la región más profunda del Golfo de México (con más de 4 mil metros de profundidad).

El derrame ocasionado por la explosión de la plataforma *Deepwater Horizon* en la zona de aguas profundas al sureste de Louisiana, EUA, fue el de mayor volumen en la historia de la explotación petrolera.

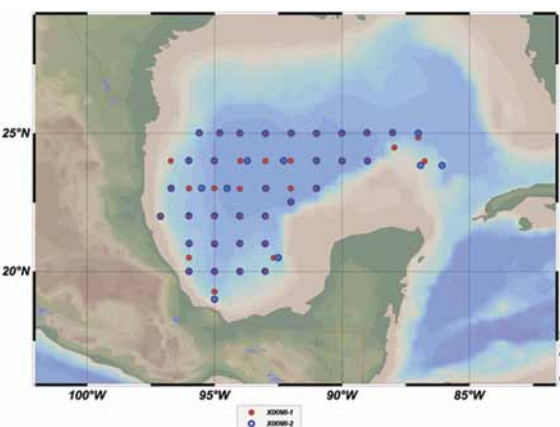
Las noticias sobre la cantidad de hidrocarburos y gases vertidos por el pozo estuvieron mediatizadas por la compañía BP, en un princi-





pio, con estimaciones sensiblemente menores a las estimadas más tarde por expertos independientes. Las estimaciones de los expertos convergen en un vertido cercano a los 5 millones de barriles de crudo. Esto es suficiente para llenar el tanque de los 25 millones de vehículos que hay en México casi dos veces. También se usaron más de 4 millones de litros de dispersantes, que son formulaciones químicas diseñadas fundamentalmente para disgregar ciertos componentes del petróleo con el fin de hacerlos más susceptibles a la degradación natural. Los efectos de estos dispersantes sobre el ecosistema del mar profundo eran y siguen siendo desconocidos, pero se consideró su utilización a gran escala por resultar el menor de dos males. Aún se debate cuánto contribuyó el uso de dispersantes a la degradación del petróleo que emanó del pozo Macondo.

Si hubiese una sola palabra que describiese, desde la perspectiva científica, el proceso del derrame y sus consecuencias sobre el gran ecosistema del Golfo de México, ésta sería, sin lugar a dudas, *incertidumbre*. Incertidumbre sobre el destino del petróleo, su impacto sobre el ecosistema, la magnitud espacial y temporal del desastre ecológico y su persistencia en el tiempo. Lo trascendente de esta incertidumbre es que ni la comunidad científica de Estados Unidos —que desplegó su capacidad humana, técnica y financiera investigando lo que ocurría cerca al pozo en una carrera contra el tiempo— ni las autoridades americanas, ni la compañía que se suponía tenía planes de contingencia y la capacidad necesaria para sellar un pozo a gran profundidad, sabían exactamente qué consecuencias tendría el derrame a corto, mediano y largo plazo. Lo que sí fue evidente desde un principio es cómo el transporte de petróleo por las corrientes marinas y los vientos lo dispersaron y propiciaron su arribo a zonas costeras vulnerables que sustentan actividades turísticas, pesqueras y recreativas, cerca de las cuales habitan millones de personas.



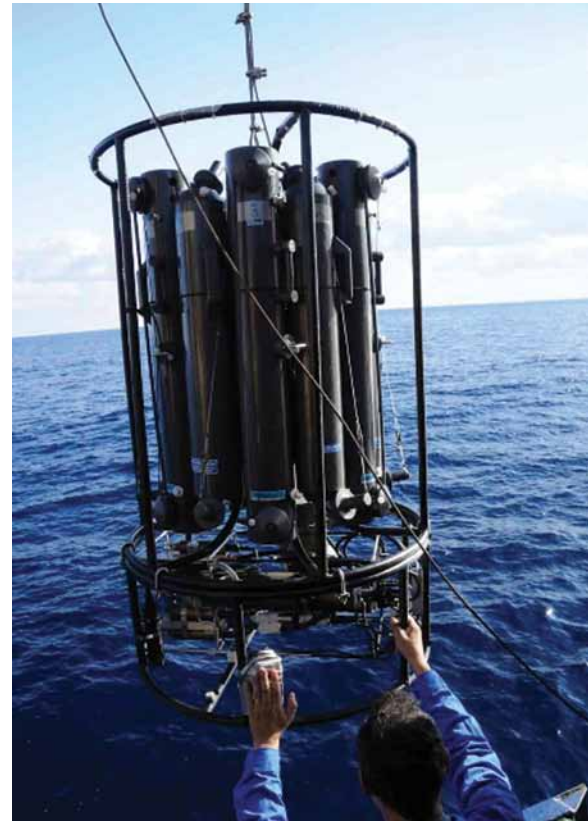
En México, por la magnitud del derrame y la incertidumbre que lo acompañó, la atención del gobierno, la comunidad científica y el público se vertió rápidamente sobre el desastre. ¿Llegaría el petróleo o algunos de sus componentes a las aguas o costas mexicanas? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo lo reconoceríamos? ¿Cuál sería la manera de detectar y evaluar los impactos del derrame? ¿Habría consecuencias

negativas sobre las poblaciones de mamíferos y tortugas marinas, y sobre las pesquerías? De llegar petróleo a la costa de México, ¿cómo afectaría todas esas actividades que están íntimamente ligadas al mar?

Empezar el proceso de entender el sistema requería de un esfuerzo interdisciplinario y coordinado. La respuesta notable del gobierno mexicano fue implementar y financiar, en un tiempo muy corto, programas de investigación y monitoreo diseñados específicamente para entender y enfrentar la contingencia del derrame con base en información científica. El mandato de coordinar este esfuerzo en todo el Golfo de México se encomendó al Instituto Nacional de Ecología (INE), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quienes convocaron a instituciones académicas y gubernamentales con el objetivo de desarrollar un programa de trabajo coordinado. En esta convocatoria nacional participaron el CICESE, la UNAM, el CINVESTAV-Mérida, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la UAM y otras instituciones.

El CICESE fue invitado a participar desde un principio por su experiencia reconocida en la investigación de frontera sobre diversos aspectos de la oceanografía física en el Canal de Yucatán, el Caribe y el Golfo de México. El proyecto aprobado por el INE y financiado a través de la Comisión Nacional para el Aprovechamiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Fondo Institucional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), “Establecimiento de la línea base en aguas profundas del Golfo de México en respuesta al derrame petrolero asociado a la plataforma Deepwater Horizon”, comenzó en 2010 y continúa hasta la fecha. Es un esfuerzo conjunto en el cual participan expertos de distintas disciplinas de la oceanografía, desde oceanógrafos físicos a geoquímicos y ecólogos.

Este esfuerzo tiene dos vertientes: por un lado, la descripción de las características físicas, geoquímicas y ecológicas del gran sistema del Golfo de México (la caracterización de la llamada línea base) y, por otro, el monitoreo a través del tiempo para evaluar los posibles impactos del derrame. Si no conocemos cuáles son las condiciones tí-





picas de un sistema, es prácticamente imposible detectar cambios y, mucho menos, atribuirlos a una causa en particular. Esta línea base, que no existía para una buena parte de la zona de aguas profundas del Golfo de México, es indispensable para tener la capacidad de poder distinguir entre cambios naturales e impactos antropogénicos sobre el ecosistema.

Al ser un proyecto interdisciplinario y sumamente ambicioso, fue evidente desde un principio que era indispensable la colaboración de expertos en diferentes áreas del conocimiento para que este resultara fructífero. Participan doce investigadores de los departamentos de Ecología, Oceanografía Biológica, Oceanografía Física, Microbiología y Biotecnología Marina del CICESE, junto con cinco expertos del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California (IIO-UABC). Con el apoyo del personal técnico y estudiantes que colaboran en el proyecto, este grupo de trabajo ha aportado un gran acervo de conocimiento y una alta capacidad técnica. Empleamos técnicas y aproximaciones muy diferentes, incluyendo mediciones de parámetros hidrográficos *in situ* desde embarcaciones y empleando vehículos autónomos controlados por vía satelital. Aplicamos metodologías geoquímicas analíticas tradicionales y de frontera, incluyendo algunas de muy alta sensibilidad, y herramientas moleculares. El valor de cualquier estudio interdisciplinario consiste en la integración conceptual y práctica de distintas fuentes de información.



Hasta la fecha, se han llevado a cabo tres cruceros oceanográficos: XIXIMI-1 en 2010, XIXIMI-2 en 2011, y XIXIMI-3 en febrero y marzo del 2013. Los cruceros *XIXIMI*, que quiere decir derramar en Náhuatl, abarcan toda la zona de aguas profundas dentro de la ZEE mexicana. Durante cada uno de ellos, llevamos a cabo diferentes tipos de mediciones en tiempo real, recolectamos muestras de agua desde la superficie hasta casi los 4000 m de profundidad y se obtuvimos núcleos de sedimentos que sirven como testigos de lo que ha ocurrido en el golfo a través del tiempo. Son miles de muestras para la medición de docenas de parámetros físicos, biogeoquímicos y ecológicos que, en conjunto, no sólo cuentan la historia de la zona de aguas profundas del Golfo de México, sino que contribuyen de ma-

nera fundamental al entendimiento de su funcionamiento, pues se prevé la creación de una base de datos nacional que será pública.

Luego de casi tres años del hecho, y de millones de dólares invertidos en investigación y monitoreo en EUA y México, aún no se sabe con certidumbre cuál fue el destino de parte del petróleo y cuáles serán sus consecuencias. Por la complejidad del problema y la magnitud y características del derrame, llegar a un nivel de comprensión y evaluación más completo tomará más tiempo. Involucrará un esfuerzo sostenido, coordinado y consistente, y requiere necesariamente de una aproximación interdisciplinaria que contribuya al conocimiento de los sistemas marinos.

No debemos dejar de mirar hacia el futuro. La ampliación de la explotación petrolera en la zona de aguas profundas del Golfo de México, tanto en EUA como en México, y en países como Brasil es una realidad que responde a fuerzas económicas asociadas a necesidades energéticas. Sin embargo, el derrame accidental de mayor volumen en la historia de la explotación petrolera nos deja un legado innegable: el reconocimiento de que los ecosistemas marinos son vulnerables a derrames de gran escala, y de la necesidad de una aproximación interdisciplinaria en el estudio de estos sistemas con el fin de tener las bases para la evaluación de impactos y su mitigación. Esto implica un compromiso decidido del gobierno, la comunidad científica y del pueblo mexicano.



*Los doctores Sharon Z. Herzka, Juan Carlos Herguera, Julio Sheinbaum y Alexei Licea son investigadores de los departamentos de Oceanografía Biológica, Ecología Marina, Oceanografía Física y Biotecnología Marina, respectivamente.



Retos y paradigmas: de la gestión tecnológica al impulso de la innovación

Carlos Gerardo López Hernández*



Uno de los grandes retos de los centros públicos de investigación en México a través de su historia ha sido transferir el conocimiento de diferentes áreas de su competencia a los sectores productivos. Este reto no es una excepción para el CICESE que, después de 40 años de su creación como centro público descentralizado, ha tenido que romper con paradigmas para lograr transferir su conocimiento y tecnologías en beneficio de la sociedad. Los procesos, las formas, modelos y herramientas para tal efecto han ido variando y ajustándose a través de su historia. Haciendo una remembranza podemos reconstruir esta trayectoria y cómo se ha ido desarrollado el proceso de transferencia de tecnología.

Este proceso comienza de manera no formal e incipiente entre 1981 y 1987 en la División de Física Aplicada, y no es hasta 1989 cuando se crea el proyecto de transferencia de tecnología de manera formal.

En 1991, se creó en el CICESE la primera Dirección de Gestión Tecnológica de los centros SEP-CONACYT, así como el primer Departamento de Gestión de Proyectos de Innovación Tecnológica. Es en junio de

1997 cuando la Junta Directiva del CICESE aprueba la creación de la Dirección de Vinculación –que substituye a la Dirección de Gestión Tecnológica– con una estructura funcional formada por los departamentos de Educación Continua, Proyectos y Comunicación.

Para continuar su evolución, en marzo de 2004 se crea la Dirección de Innovación y Desarrollo (DID) y, en noviembre de 2009, se transita por un proceso de reestructuración, del cual surge la Dirección de Impulso a la Innovación y el Desarrollo (DIID), constituida por el Departamento de Propiedad Intelectual y el Departamento de Promoción y Administración de Proyectos, los cuales están en funcionamiento hasta la fecha.

A través de esta línea del tiempo, el reto principal para vincular al CICESE con los sectores productivos del país ha sido cómo convertir el conocimiento básico en desarrollo tecnológico y éste, a su vez, transformarlo en ente económico que impacte favorablemente a estos sectores.

La década de los años 70

Entre 1973 y 1980, se empieza a delinear el desarrollo de proyectos con aplicación hacia la industria.

La década de los 80

El periodo de arranque va de 1981 a 1987, con una transferencia incipiente de tecnología, y no es hasta 1989 cuando se crea el proyecto de Transferencia de Tecnología en el Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones.

Se crea el programa de la Cultura de la Propiedad Intelectual en el CICESE, apoyado por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

TITULO DE PATENTE DE INVENCIÓN NUMERO: 189056

TITULAR(ES):	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y, DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, B.C.		
DOMICILIO(S):	KM. 107 CARR. TULIANA ENSENADA, 22960, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA NORTE		
DENOMINACION:	DISPOSITIVO DE FILTRACION CON SISTEMA SIMULTANEO PARA SEPARAR DIFERENTES TAMAÑOS DE FITOPLANCTON		
CLASIF.INT :	B01D061/14		
INVENTOR(ES):	SILA NAJERA MARTINEZ, GILBERTO GAXIOLA CASTRO, SAUL ALVAREZ BORREGO		

SOLICITUD		
NUMERO: 9502476	FECHA DE PRESENTACION: 5 DE JUNIO DE 1995	HORA: 12:03

PRIORIDAD		
PAIS:	FECHA:	NUMERO:

ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACION DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPITULO REVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA DE VEINTE AÑOS IMPROCORRIGIBLES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACION DE LA SOLICITUD.

FECHA DE EXPEDICION
4 DE JUNIO DE 1998
EL DIRECTOR GENERAL

LIC. JORGE AMIGO CASTAÑEDA



The Director of the United States Patent and Trademark Office

The United States of America

Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.

Therefore, this

United States Patent

Grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America for the term set forth below, subject to the payment of maintenance fees as provided by law.

If this application was filed prior to June 8, 1995, the term of this patent is the longer of seventeen years from the date of grant of this patent or twenty years from the earliest effective U.S. filing date of the application, subject to any statutory extension.

If this application was filed on or after June 8, 1995, the term of this patent is twenty years from the U.S. filing date, subject to any statutory extension. If the application contains a specific reference to an earlier filed application or applications under 35 U.S.C. 120, 121 or 365(c), the term of the patent is twenty years from the date on which the earliest application was filed, subject to any statutory extensions.





James W. Dudas
Director of the United States Patent and Trademark Office



La década de los 90

En agosto de 1990, se crea, en Ensenada, la primera Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del país, con un fideicomiso donde participan el CICESE, CONACYT y Nacional Financiera.

En 1991, se crea la primera Dirección de Gestión Tecnológica de los centros SEP-CONACYT, así como el Departamento de Gestión de Proyectos de Innovación Tecnológica.

Al conmemorarse el 25 aniversario del centro en 1998, el IMPI otorga al CICESE su primera patente: “Dispositivo de filtración con sistema simultáneo para separar diferentes tamaños de fitoplancton”, que fue inventado por Sila Nájera Martínez, Gilberto Gaxiola Castro y Saúl Álvarez Borrego.

En 1998, previa aprobación de la Junta de Gobierno del CICESE, se instaure la Dirección de Vinculación, que substituye a la Dirección de Gestión Tecnológica. En 1999, se desarrolla un plan de negocios para establecer la Unidad de Servicios Tecnológicos (UGST) del CICESE. Con el apoyo del CONACYT, la cual opera hasta 2002.



Primera década de 2000

En marzo de 2004 se crea la Dirección de Innovación y Desarrollo (DID), con los departamentos de Alianzas Estratégicas y Educación Continua, y de Proyectos Especiales y Propiedad Intelectual. Las labores de comunicación y difusión institucional las lleva a cabo el Departamento de Comunicación, también adscrito a esta dirección.

Dentro del plan estratégico de la DID 2004-2007 se crean los programas de Empresas Aliadas, de Cultura de la Propiedad Intelectual, de Capacitación Integral hacia el Sector Productivo, de Cátedras Empresariales, de Mercadotecnia y Comercialización, así como el de Asesores Externos.

En abril de 2004, el CICESE instituye la celebración del Día Mundial de la Propiedad Intelectual bajo los lineamientos de la OMPI. Esta celebración se ha efectuado aquí por más de ocho años.

En 2004, se gestiona y administra el programa Chevron Texaco-CICESE. Por primera vez en la institución se establece un proceso de capacitación sistemático para el personal técnico del CICESE.

En 2005, se crea el primer sitio web sobre propiedad intelectual de los centros CONACYT y en Baja California. Participamos asimismo en la creación del programa *Borderless Innovation, Innovación sin Fronteras*; los participantes de esta iniciativa son San Diego Dialogue y sus socios, incluyendo CDT-CENTRIS.

También este año, comenzó el Programa Estatal de la Propiedad Intelectual en Baja California PEPI-BC, cuyo objetivo es implantar y difundir la cultura de la propiedad intelectual en la entidad, de manera que la industria, el gobierno, la academia y la sociedad participen en el desarrollo de la región. Para ello, se firma un convenio entre el CICESE, el gobierno estatal y el IMPI.

En 2006, participamos en la creación del Centro para la Innovación e Integración Tecnológica (CENI²T), cuyo propósito fue implantar en la economía de Baja California las capacidades de un polo regional innovador de clase mundial, mediante un proceso gradual y dirigido de transferencia, adquisición y desarrollo de competencias tecnológicas.

En octubre de este año, el CICESE se hace acreedor del *Premio a la Vinculación Universidad-Empresa*, otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). El reconocimiento al CICESE fue en la categoría denominada de vinculación orientada en maestría e investigación.





En 2007, se establece de manera conjunta con el farmacéutico grupo Silanes S.A. de C.V. un modelo de gestión de propiedad intelectual denominado La Triada, basado en la transferencia del conocimiento generado de la investigación básica, en este caso, del área de biotecnología marina. Se realiza así el primer licenciamiento desde un centro público de investigación a una empresa.

Como una acción derivada del PEPI-BC, en noviembre de este año se crea el Centro de Patentamiento del CICESE, el primero en la entidad. Se inaugura oficialmente el 10 de julio de 2008.

En febrero de 2008, se realiza el documento de *Diseño de las políticas, criterios y lineamientos de propiedad intelectual del CICESE*. Además, se crea la Red de Centros de Patentamiento en Baja California y se participa en la Gestión de Redes y Capital Humano, perteneciente a la Red Iberoamericana para el Fortalecimiento de la Cultura de la Propiedad Intelectual, adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), del cual México forma parte.



Se crea, el 23 de octubre de 2009, la Dirección de Impulso a la Innovación y el Desarrollo (DIID), que opera oficialmente con dos departamentos: el de Promoción y Administración de Proyectos, y el de Propiedad Intelectual.

Con apoyo del programa de fondos mixtos 2007-2009, se establece el proyecto *Formación y fortalecimiento de capital humano asociado al ámbito de la cultura de la propiedad intelectual, para apoyar la competitividad y crecimiento económico en el estado de Baja California; creación de una Red de Gestión de la Propiedad Intelectual*. Con estos recursos se ofrecen dos diplomados con grado de certificación académica; se lleva a cabo el primer foro de Estrategias de gestión de la innovación, la tecnología y la propiedad intelectual, y se firma, en julio de 2012, el acuerdo de creación de la Red de Gestión de Propiedad Intelectual del Pacífico Mexicano, que tiene como miembros fundadores al CICESE, la UABC, Cambiotec, LES-México y la UdeG.

Hasta 2013, cuando el CICESE cumple sus primeros 40 años, se tienen los siguientes resultados en cuanto a propiedad intelectual: nueve patentes otorgadas, cinco nacionales y cuatro en Estados Unidos; nueve solicitudes de patente (una bajo el sistema PCT); 5 marcas registradas en las clases 9, 16, 38,41, 42 y dos solicitudes en trámite; 14 derechos de autor y un aviso comercial.

Los retos del futuro inmediato

En el proceso de cooperación, los centros públicos de investigación (CPI) basados en el conocimiento básico, como fue el origen del CICESE, tendrán que seguir evolucionando en el desarrollo de sus habilidades y capacidades en los procesos relacionados con la gestión del conocimiento, gestión de proyectos tecnológicos, detección oportuna de las demandas del mercado nacional e internacional y gestión de la propiedad intelectual. Con ello podrán enfrentar y satisfacer en forma oportuna y eficiente los requerimientos tecnológicos de los sectores productivos en los ámbitos regional, nacional e internacional.

El CICESE ha tenido alianzas y proyectos con :



*El M. en C. Carlos Gerardo López Hernández es investigador del CICESE, adscrito al Departamento de Propiedad Intelectual de la Dirección de Impulso a la Innovación y el Desarrollo.



Interior de pino jeffrey,
San Pedro Mártir.
Foto: Tere Frías

3

Formación de
capital humano:
el posgrado
en el CICESE



Erick Falcón*



En el marco del 40° aniversario de su fundación, el CICESE se ha consolidado como una institución generadora de conocimiento académico de nivel internacional gracias al prestigio de sus programas de posgrado, todos ellos incluidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) SEP-CONACYT.

Desde la apertura oficial de sus primeros cursos en 1972 hasta la matrícula récord que se registró al inicio de 2013 –con 492 estudiantes inscritos en los programas de maestría y doctorado–, la Dirección de Estudios de Posgrado ha sido fundamental para administrar, coordinar y evaluar el desarrollo de las actividades académicas en esta institución y así contribuir a que el CICESE sea un referente en la escena científica nacional.

Este centro de investigación es el único en México que ofrece posgrados con un enfoque multidisciplinario en ciencias de la vida, de la Tierra, físicas y del mar, lo que permite un enriquecimiento educativo de clase internacional.

Cabe destacar que, al momento de la edición de este libro, seis de los posgrados que oferta CICESE están en el nivel de competencia internacional del PNPC SEP-CONACYT, el más alto que otorga este pa-

drón: la maestría y el doctorado en Óptica, la maestría en Ecología Marina, la maestría en Oceanografía Física, la maestría en Ciencias de la Tierra y la Maestría en Administración Integral del Ambiente (MAIA), ésta última en coordinación con El Colegio de la Frontera Norte.

Al 31 de mayo de 2013, el CICESE tenía registrados 2 mil 100 egresados (1,724 de maestría y 376 de doctorado), quienes se desempeñan en centros de investigación, instituciones públicas y empresas en México, Estados Unidos, Canadá, Australia y numerosos países de Europa, Asia y América Latina.



La encomienda de 1973: forjar investigadores de alto nivel

Creada en 1973, la Coordinación Académica del CICESE fue el primer antecedente de la actual Dirección de Estudios de Posgrado, cuyos objetivos fueron ayudar a la formación de investigadores a nivel de maestría y doctorado de calidad académica comparable o superior a la de las mejores universidades nacionales y extranjeras y proveer a los estudiantes con las herramientas necesarias para vincularlos a la problemática nacional.

El primer programa de posgrado en el CICESE fue la maestría en ciencias con especialidades en Oceanografía Física y Geofísica, que comenzó en octubre de 1972 con el ingreso de 13 estudiantes. Un año después, se incorporó la maestría en ciencias en Física Aplicada con especialidades en Instrumentación Óptica y Electrónica y, posteriormente, se detectó la necesidad de incorporar especialidades adicionales y crear programas de doctorado, por lo que comenzaron a trazarse los planes para regular el funcionamiento de los nuevos posgrados entre 1974 y 1975.

Para 1976, la Coordinación Académica se centró en aspectos prioritarios, como la organización y establecimiento de reglamentos, planes, programas de estudio y actividades de docencia del CICESE con el fin de incrementar la población estudiantil. En este contexto, se creó la



Sección Escolar, que proporcionaba la infraestructura y operaciones administrativas requeridas, y la Sección de Apoyo a las Actividades de Docencia, que se convirtió posteriormente en el actual Departamento de Comunicación.

La oferta académica crece: 1980-1990

En la década de 1980, la matrícula de posgrado aumentó gradualmente a medida que mejoró la coordinación entre los departamentos vinculados con la formación académica, y al ejercer un mayor presupuesto para instalaciones y equipos de laboratorio. Con ello, el CICESE fue aceptado en la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), la Organización Interamericana de Universidades (OIU) y la Unión de Universidades de América Latina (UDUAL).

La oferta académica del CICESE creció a medida que sus programas ganaban confianza y credibilidad. El número de cursos de posgrado había aumentado de 11 en 1973 a 72 en 1982, y la matrícula se incrementó de 13 a 91 estudiantes en 1981.

En 1983, la Coordinación Académica se transformó en Dirección, aunque la crisis económica de 1982 afectó actividades clave como la contratación de personal adicional, apoyos económicos para desarrollo de tesis, actualización de suscripciones en biblioteca e infraestructura. Sin embargo, el principal esfuerzo del CICESE se centró en la creación y consolidación del programa de doctorado en ciencias, que comenzó en agosto de 1984. Para el final de la década, el CICESE había producido cuatro doctores y 180 maestros en ciencias.

Consolidar la formación académica del CICESE hacia el fin del siglo XX

El período entre 1991 y 1995 está marcado por la creación del Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT, con el fin de poner orden

y controlar la proliferación de programas de posgrado de calidad cuestionable.

En este periodo, la Dirección de Estudios de Posgrado (DEP), formada en 1989, trabajó arduamente para lograr que todos los programas fueran reconocidos en ese padrón: se trató de mejorar el criterio de selección de estudiantes al adoptar el EXCOBA (examen de conocimientos básicos, desarrollado inicialmente por el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la UABC y después por el Tecnológico de Monterrey) y se regularizaron las reuniones del Comité de Docencia. En este periodo de transición y consolidación para la DEP, se participó en el Congreso Nacional de Posgrado, presentando avances, experiencias y filosofía de los posgrados del CICESE, además de tener presencia activa en la ANUIES.

Para 1998, se decidió establecer un Programa de Seguimiento de Egresados, cuyo objetivo fue conocer la situación laboral de los estudiantes graduados del CICESE, su inserción en el mercado laboral y su desempeño como profesionistas, lo cual permitió cumplir con los nuevos requerimientos del Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional de CONACYT (PFPN) y generó información que permite evaluar la calidad de la formación ofrecida por el CICESE y conocer las actividades profesionales de más de 70 por ciento de los egresados de esta institución.





También en este periodo, por primera vez, se calcularon correlaciones para saber qué tanto nos sirven el promedio de licenciatura y el resultado del examen de admisión como predictores del desempeño del estudiante en el CICESE. El resultado convenció a nuestros académicos de que el examen debería continuar como un elemento más en el proceso de admisión de estudiantes y, actualmente, es todavía parte de los requisitos de admisión.

Para 1999, los cursos de posgrado habían aumentado a 215 y la matrícula registrada era de 103 estudiantes de doctorado y 342 de maestría, además de presentarse 54 tesis ese año. En 2000, la DEP organizó el Primer Encuentro de Egresados al cual fueron invitados el Dr. René Drucker y el Dr. Raúl Herrera, primer egresado del doctorado en Física de Materiales del CICESE.

Rumbo a la excelencia: 2001-2007

En el 2001 desapareció el Padrón de Excelencia del CONACYT y se crearon el Padrón Nacional de Posgrado (PNP) y el Programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP), lo cual creó una serie de retos para la DEP: al tener que interpretar las reglas para continuar con el reconocimiento de la oferta académica de CICESE, especialistas del departamento desarrollaron indicadores de datos históricos sobre eficiencia terminal, tiempos de residencia, seguimiento a egresados y productividad. Pese a los obstáculos, se logró que todos los programas del CICESE ingresaran al PFPN en una u otra modalidad y, a doce años de esas experiencias, todos los programas tienen un perfil bien definido.

Motivada por las exigencias del PFPN, la DEP cambió la estructura del Comité de Docencia, integrando a éste a los coordinadores de todos los posgrados, en lugar de tener representantes por división académica. También se ajustó el Reglamento de Estudios de Posgrado, se transparentó la productividad del centro a través de su página de Internet y se diseñó el *Marco operativo de becas otorgadas a través de la Dirección de Estudios del Posgrado*, norma interna para el otorgamiento de apoyos económicos a los estudiantes y docentes.

También se diseñaron los logotipos de los posgrados y se ofrecieron cursos de escritura e inglés, así como talleres de apoyo psicológico para estudiantes, los cuales se plantearon después de que los coordinadores de cada posgrado y especialistas de la Universidad Pedagógica Nacional hicieran un diagnóstico sobre el funcionamiento de nuestros programas.

Las perspectivas y planes a corto plazo fueron crear nuevas orientaciones estratégicas, de preferencia dentro de un marco multidisciplinario, con una amplia gama de líneas de investigación. Así nace la orientación en Geociencias Ambientales dentro del posgrado de Ciencias de la Tierra, y Microbiología, dentro del programa de Ciencias (que tenía ya orientaciones en Acuicultura y Biotecnología Marina), ambas aprobadas en febrero de 2006 por el Consejo Técnico Consultivo (CTC), junto con la orientación de Físicoquímica del programa conjunto CICESE-UNAM de Física de Materiales.

Posgrados en CICESE, sinónimo de calidad internacional

Para 2007, el reto principal en el posgrado institucional era y sigue siendo consolidar su presencia en el posgrado nacional e internacional. En noviembre de ese año, por primera vez se aplicó el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, bajo el cual se evaluaron 15 de los 16 programas de posgrado del CICESE. El doctorado en Ciencias, después de haber sido rechazado en ocasiones anteriores, en la evaluación del 2007, logró su ingreso al PNPC, con lo cual los 16 programas de posgrado del CICESE, más la Maestría en Administración Integral del Ambiente (MAIA), ofrecida conjuntamente con El Colegio de la Frontera Norte, fueron reconocidos en este programa. Además, la maestría en ciencias en Óptica alcanzó el nivel de competencia internacional en el PNPC.

En el 2008, el personal de la DEP se involucra en la creación del *Plan de Desarrollo de la Dirección de Estudios de Posgrado del CICESE 2008-2012*, en el cual se establecen una nueva misión y visión que le permite a la DEP asumir un rol de mayor trascendencia al pasar de





ser sólo coadyuvante a ser la entidad responsable de establecer, coordinar y aplicar las políticas del posgrado institucional.

Al ser considerada institucionalmente la acuicultura como un área estratégica, el posgrado en Ciencias decide este año separarse en dos nuevos programas de posgrado: maestría y doctorado en Ciencias de la Vida, y maestría y doctorado en Acuicultura. Ambos fueron evaluados en el PNPC en el 2009 y recibieron, a partir de 2010, la maestría y doctorado en Ciencias de la Vida el nivel de “nueva creación”, y la maestría y el doctorado en Acuicultura el nivel “en desarrollo”.

Con apoyo del CONACYT, en 2009 se realizó por primera vez la evaluación por pares externos de 12 de los programas de posgrado del CICESE, atendiendo un requerimiento importante en las evaluaciones del PNPC. Por otro lado, la DEP estableció un plan denominado *Estrategia para Alcanzar el Nivel de Competencia Internacional de los Posgrados del CICESE*, con el cual se definió una metodología para lograr este nivel en el corto, mediano y largo plazo en un porcentaje mayor de posgrados del CICESE. También se diseñó, en conjunto con el Departamento de Comunicación del CICESE, el *Plan Institucional de Difusión del Posgrado*, a través del cual se busca tener una mayor uniformidad, continuidad, proyección y cobertura de la oferta educativa del CICESE, así como el Plan de Movilidad Estudiantil, para que los estudiantes puedan realizar de manera ordenada y coordinada sus estancias en otra instituciones.

Durante 2012, como resultado de la *Estrategia para Alcanzar el Nivel de Competencia Internacional de los Posgrados del CICESE*, 6 de los 19 posgrados del CICESE, incluyendo la MAIA alcanzaron el nivel de “competencia Internacional”, cumpliendo uno de los objetivos del *Plan Institucional del Posgrado*. Otro aspecto relevante a mencionar del posgrado institucional es la matrícula. Los resultados obtenidos hasta el 2012 muestran un incremento de cerca de 40 por ciento en el número de nuevos ingresos a los posgrados del CICESE, alcanzándose valores históricos de matrícula en los últimos tres años.

Con el objetivo de sensibilizar a estudiantes e investigadores para que sus actividades se realicen en un marco de honestidad, legítimi-

dad y moralidad, la DEP en colaboración con el Comité de Docencia elaboró la propuesta de un Código de Ética que servirá de guía para trabajos de investigación, autoría de artículos, uso de organismos vivos y otros temas.

Debido a la continuidad y complejidad del proceso para alcanzar el nivel de competencia internacional de los 13 posgrados restantes, la DEP propuso la creación del Departamento de Coordinación y Seguimiento Académico, el cual fue aprobado por la Junta de Gobierno a finales de 2012. Este departamento se encargará de dar seguimiento continuo a los indicadores de calidad de los posgrados del CICESE. Durante el primer cuatrimestre de 2013, ocho programas de posgrado del CICESE están siendo evaluados en el PNPC.



*El Lic. Erick Falcón es colaborador del Departamento de Comunicación. Texto escrito con información de los doctores Luis E. Calderón Aguilera, Raúl R. Castro Escamilla, David H. Covarrubias Rosales, Luis A. Delgado Argote y Federico Graef Ziehl, exdirectores de Estudios de Posgrado.



Tiburón blanco,
Carcharodon carcharias.
Foto: Guillermo Martínez

4



Las
unidades
foráneas



LAS UNIDADES FORÁNEAS en

Unidad La Paz: inicio, evolución y estado actual

Luis Farfán*



La unidad foránea del CICESE en La Paz, Baja California Sur, inició actividades en julio de 1996 con el objetivo de extender la investigación de los distintos departamentos de este centro hacia el sur de la península de Baja California, así como proporcionar apoyo logístico a proyectos existentes en el CICESE. Fue fundada por el Dr. Armando Trasviña Castro, investigador de la División de Oceanología, por lo que los primeros proyectos se desarrollaron en el área de oceanografía física, mientras que el Dr. Luis Munguía Orozco, de la División de Ciencias de la Tierra, estudió problemas regionales asociados a la actividad sísmica en la región.

Durante los últimos 10 años de existencia, los investigadores adscritos a la unidad desarrollamos actividades relacionadas con proyectos de investigación financiados mediante recursos internos del CICESE, CONACYT y la ANUIES, así como por organismos internacionales, como la Fundación Nacional para la Ciencia y el Consorcio para la Colaboración de la Educación Superior en América del Norte (NSF y CONAHEC, respectivamente).

A continuación, se describen las principales contribuciones de cada una de las líneas de investigación que aquí se desarrollan:





Estudio del Pacífico Tropical-Subtropical frente a México

Emilio Beier

Promovimos la formación de grupos de investigadores de diferentes instituciones científicas que estudian la macroecología de la convergencia tropical-subtropical del Pacífico frente a México. Guiamos el avance en el conocimiento sobre las relaciones físico-biológicas en la convergencia y, en especial, del sistema frontal de Baja California Sur. El éxito se basa en haber desarrollado métodos para descomponer la dinámica y termodinámica en escalas temporales con propiedades físicas bien diferenciadas, como la mesoescala (generación y propagación de remolinos), la estacional (ondas internas largas) y la interanual (propagación de eventos ecuatoriales de gran escala hacia la región de la convergencia). Cada escala ambiental afecta la vida en el océano, imprimiéndole sus características dinámicas y termodinámicas, lo cual constituye el objeto de estudio de la macroecología. Hemos publicado y formado alumnos de posgrado enfocados al estudio del ambiente marino y su efecto en la distribución de larvas de peces pelágicos mayores y cetáceos.



Sismología

Roberto Ortega

Desde su formación, el grupo de sismología ha sido el punto de referencia de la sociedad sudcaliforniana. En general, somos reconocidos por nuestras labores de investigación y divulgación durante el desarrollo de varios fenómenos sísmicos. Además, nuestra participación en la prevención de desastres ha sido fundamental para la entidad por la colaboración en diversos proyectos para la mitigación y análisis del peligro sísmico. Cabe destacar la inmensa cantidad de enjambres sísmicos que son comunes a lo largo de Baja California Sur. En la actualidad, estamos consolidando el grupo gracias a nuestra ubicación en la provincia extensional del Golfo de California. Esta privilegiada localización geográfica hace que instituciones nacionales e internacionales soliciten colaboración para estudios de tectónica global; algunas instituciones que han participado con este

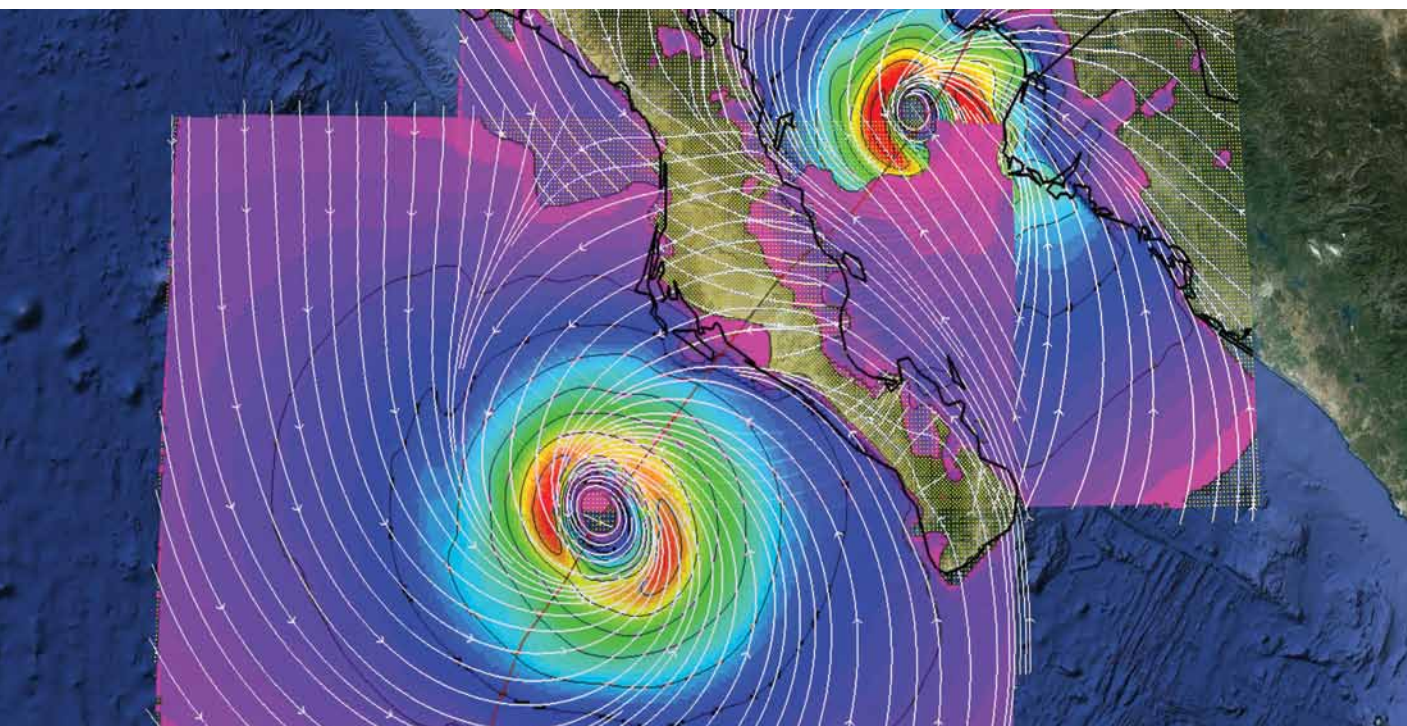
grupo son: el Servicio Geológico de los Estados Unidos, las Universidades de Caltech, Utrecht, Berkeley y la Universidad de Brest, en Francia. Además, estamos promoviendo la realización de estudios de frontera en el área de sismología en fallas transformes, tectónica en ambientes dorsales y estudios de sismología que interactúan con fenómenos meteorológicos. Con frecuencia divulgamos en medios locales y nacionales todo tipo de información acerca de los fenómenos sísmicos.

Biología de la conservación

Eduardo Palacios

Hemos realizado investigación sobre ecología y conservación de las aves acuáticas así como sus hábitats en el noroeste de México, especialmente sobre el desarrollo de indicadores de integridad ecológica de los hábitats prioritarios. Los resultados se han usado para el manejo de las áreas naturales protegidas de la región; para documentar problemas de conservación; priorizar las acciones de conservación de hábitats críticos para especies migratorias y residentes; asesorar a organizaciones civiles de conservación en el establecimiento de prioridades de investigación y formar recursos humanos en el posgrado. Además, hemos desarrollado protocolos de monitoreo de aves en humedales que han sido adoptados por el gobierno federal; capacitamos a técnicos de la CONANP en protocolos de monitoreo y organizamos talleres sobre el estudio y conservación de las aves del noroeste de México. Los estudios también han servido para la designación de sitios de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, específicamente el complejo lagunar de San Quintín, Baja California, y el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, así como para desarrollar el plan de recuperación para las aves playeras en el noroeste de México. Nuestros estudios también han servido para asegurar la protección legal de cuatro especies de aves playeras a través de su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010.





Meteorología tropical

Luis Farfán

Hemos concentrado las actividades de investigación en la recopilación y análisis de observaciones meteorológicas, así como en la aplicación de la modelación numérica para el estudio de ciclones tropicales que han entrado a tierra por las costas de México. Esto se deriva de proyectos de colaboración con personal de instituciones a nivel nacional e internacional.

Algunas de nuestras aportaciones relevantes son las siguientes:

- Desde 2003, monitoreamos e informamos a organismos del gobierno municipal la actividad de ciclones tropicales en el Océano Pacífico Oriental.
- Desde 2008, contamos con una red de estaciones meteorológicas para monitorear condiciones del tiempo en la parte sur de la península.

- Analizamos ciclones tropicales que, desde el océano Pacífico oriental, se han aproximado o entrado a tierra por las costas oriental y occidental de México entre 1970 y 2010, provocando afectaciones y muertes en la población.
- En colaboración con personal de la Dirección de Telemática del CICESE en Ensenada, hemos aplicado modelos numéricos de alta resolución para estudiar cambios en la estructura y movimiento de estos ciclones.
- Realizamos actividades de vinculación con las autoridades de Protección Civil y Cruz Roja de Baja California Sur, durante la aproximación de los ciclones tropicales que han afectado a la región desde 2006.

*El Dr. Luis Manuel Farfán Molina es investigador del CICESE, unidad La Paz; fue coordinador de esta unidad de julio de 2007 a mayo de 2013. Para la elaboración de este texto recibió el apoyo de los doctores Emilio Beyer, Roberto Ortega y Eduardo Palacios.





LAS UNIDADES FORÁNEAS en

Unidad Monterrey: conocimiento para la innovación

Arturo Serrano, Candelario Moyeda, Ulises Cruz*

Por iniciativa de la Dirección General del CICESE y en colaboración con el Dr. Ricardo Villagómez Tamez, entonces investigador del Departamento de Óptica, y la Dirección de Vinculación de ese tiempo, en el año 2000, se establecieron las bases para contar con una unidad foránea del CICESE en la ciudad de Monterrey.

Durante ese año, se asignó un presupuesto para las labores de gestión, exploración y análisis de la viabilidad para comenzar las operaciones de esta unidad. El 17 de agosto de 2001, se firmaron los convenios de colaboración con la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), uno general y el otro específico para albergar la unidad foránea del CICESE en Monterrey, una ciudad de gran capacidad industrial, con grandes necesidades de actividades de investigación, desarrollo científico y tecnológico (I+D), así como de formación de recursos humanos de alto nivel.

Según consta en el convenio específico con la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UANL, donde se instaló la unidad del CICESE campus Monterrey (CCM), el Dr. Villagómez adquirió la figura de director, y el nuevo campus los siguientes objetivos:

“[...] realizar investigación científica y aplicada y formación de recursos humanos a nivel de posgrado, así como la prestación de servicios tecnológicos enfocados a la solución de problemas de las empresas de la región noreste de México.

“Las líneas de investigación que se proponen [...] deberán tener compatibilidad con las necesidades de las industrias de la región, [...] alrededor del diseño y construcción de láseres industriales.

“[...] sus actividades de investigación aplicada, tendrán como fin elaborar productos y servicios que demande el mercado regional, nacional e internacional, lo cual significa que el CCM realizará proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, siempre y cuando exista un cliente que los demande o exista un socio externo que aporte capital de riesgo por lo menos en la misma medida que los recursos aportados por el Centro.

“Asimismo, el CCM se encargará de la formación de recursos humanos de alto nivel en las disciplinas, materias y especialidades re-





lacionadas con las áreas mencionadas, con énfasis en las áreas tecnológicas [...]”

En esos primeros años, se consolidan las actividades de investigación y se establecen estrategias para una búsqueda sistemática de vinculación con el sector productivo del noreste a través de la incorporación, en 2007, del maestro Candelario Moyeda como administrador y vinculator.

La primera tarea en esta nueva etapa fue planear el cambio hacia el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT), donde el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) amablemente nos albergó de enero de 2008 a octubre de 2012. En paralelo, se elaboró una cartera de servicios y tecnologías de los investigadores adscritos a esta unidad en las áreas de nanoóptica y láseres industriales.

Este mismo año, el CIDESI donó un equipo laser pulsado Nd:YAG de estado sólido d. Con base en esta oferta se iniciaron actividades de promoción y difusión del CICESE y se hizo una presentación al director del Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología de Nuevo León, Dr. Jaime Parada Ávila, quien mostró interés y ofreció un terreno en el PIIT, así como el apoyo en la gestión de un fondo mixto que permitiera iniciar la construcción de nuestro edificio propio.



El parque PIIT está catalogado como el parque científico y tecnológico más grande de América Latina; tiene una superficie de 70 hectáreas totalmente urbanizada y comprometida, además de otras 40 hectáreas en proceso de urbanización en donde se han invertido, entre infraestructura y centros, alrededor de mil millones de pesos. En él están asentados centros CONACYT como el CIMAT, CIMAV, CIDESI y CIATEJ, centros privados e instituciones de educación superior. Forma parte de un programa denominado “Nuevo León, Economía y Sociedad del Conocimiento”, que busca convertir a esta región en una de las 25 más competitivas del mundo, en un plazo de 25 años.

Con el visto bueno del Consejo Técnico del CICESE, en 2010, se presentó la solicitud de un terreno al fideicomiso del parque PIIT y

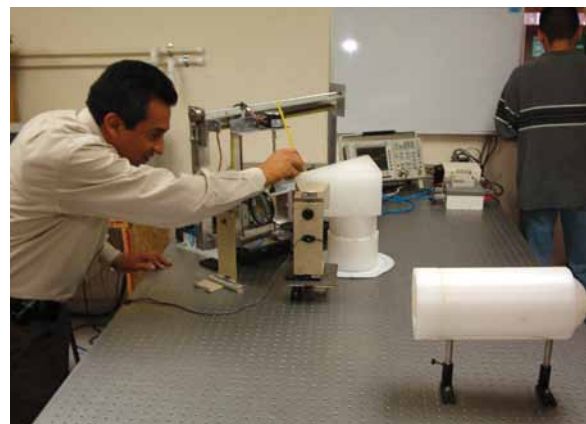
una propuesta a la convocatoria Fomix CONACYT y gobierno de Nuevo León. Obtuvimos un terreno de media hectárea y el recurso económico para construir la primera etapa de un edificio de 570 m², la cual empezó en abril de 2011 y concluyó en agosto de 2012. A la fecha, se cuenta con dos laboratorios de láseres industriales, uno de electrónica y un laboratorio de nanoóptica, donde se instalaron dos equipos láser de última generación que se adquirieron con apoyo del Programa de Fortalecimiento de Laboratorios del CONACYT.

En materia de vinculación, se ha logrado la integración a diversas cámaras industriales y agrupaciones como el Clúster Automotriz de Nuevo León (CLAUT), el Monterrey Aeroclúster y el Clúster de Electrodomésticos, y se han detectado oportunidades de colaborar en sus planes de capacitación y en desarrollo de proyectos tecnológicos. Se firmó un convenio de colaboración con la Cámara de la Industria de la Transformación (CAINTRA) de Nuevo León, otro con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y un convenio de confidencialidad con la empresa Prolec-GE que abrirá el camino para compartir estrategias y explorar puntos de colaboración.

Las líneas de investigación que aquí se desarrollan incluyen, en nanoóptica, plasmónica y nanodispositivos, biosensado y dispositivos médicos; mientras que en láseres industriales se trabaja en aplicaciones en manufactura: corte, marcado, soldadura y microprocesamiento de materiales.

La creación del CICESE campus Monterrey representa una ventana de oportunidad desde la cual este centro de investigación podrá colaborar con la industria, agrupamientos estratégicos e instituciones académicas de Monterrey y de la región noreste de México, así como con diversas dependencias de los gobiernos estatales y federal en proyectos de desarrollo tecnológico, asesorías, cursos especializados y transferencia del conocimiento adquirido en el CICESE a lo largo de estos 40 años.

* El Dr. Arturo Serrano Santoyo es investigador adscrito a la Dirección de Impulso a la Innovación y el Desarrollo; el Ing. Candelario Moyeda coordinó la Unidad Monterrey del CICESE, de mayo de 2007 a febrero de 2013; Roberto Ulises Cruz Aguirre es técnico del Departamento de Comunicación.





LAS UNIDADES FORÁNEAS en

Unidad de Transferencia Tecnológica Tepic

José Alberto Fernández*

A finales de 2010, el gobierno de Nayarit convocó a las instituciones de educación superior y a empresas a unirse al proyecto estratégico *Ciudad del Conocimiento* con la finalidad de transitar hacia una economía basada en el conocimiento, impulsar el desarrollo tecnológico, establecer empresas donde el conocimiento sea el recurso de mayor importancia estratégica y crear centros de innovación tecnológica.

Coincidentemente, el CICESE realizó un ejercicio de planeación estratégica con miras a establecer su misión 2012, de donde emanaron 13 objetivos estratégicos, de los cuales es el segundo “ampliar y mejorar la vinculación con los sectores público, privado y social a los niveles regional, nacional e internacional”. Así, el CICESE decidió participar en dicha convocatoria con el fin de instalar la Unidad de Transferencia Tecnológica Tepic (UT³) en la *Ciudad del Conocimiento*. El objetivo principal de la UT³ es comercializar los productos y servicios que genera el CICESE.

La solicitud del CICESE se aprobó y, con una inversión de 15 millones de pesos otorgada por el fondo mixto CONACYT-Nayarit, se construye un edificio de 450 metros cuadrados con equipamiento básico. Esta inversión va acompañada de un terreno de aproximadamente 8 mil metros cuadrados en la *Ciudad del Conocimiento*. Otras instituciones que participan en este proyecto, además del CICESE, son el CIBNOR, el CIAD, la Universidad Autónoma de Nayarit y el Instituto Tecnológico de Tepic. Para su ejecución, el proyecto se dividió en tres fases.

La primera fase consistió en la planeación y el diseño de la UT³. En ese momento, se planeaban varios proyectos que podrían ser de interés para la región en las áreas de tecnologías de la información, acuicultura, desarrollo regional sustentable, recursos naturales y medio ambiente.

Después de realizar un estudio de mercado y de factibilidad, se descubrió que a pesar de que tales proyectos son necesarios en la región, no son viables económicamente debido, sobre todo, a la falta de un cliente o patrocinador del proyecto. Cabe hacer notar que uno de los objetivos de la UT³ es que fuera, en lo posible, independiente de





subsidios y que, con el transcurso del tiempo, pudiera sostenerse con recursos autogenerados.

Por tal razón, de los proyectos propuestos inicialmente, se decidió enfocar los esfuerzos de la UT³ a dos áreas: las tecnologías de la información y la acuicultura. Una vez que estuvieran instalados estos grupos de trabajo, se podrían ir incorporando algunos de los otros grupos en un esquema “bajo demanda”, dependiendo de la disponibilidad de clientes.

La segunda fase del proyecto incluye la construcción del edificio de la UT³ y de la formación de su estructura organizativa. El edificio que albergará la UT³ tiene un avance de 80 por ciento (hasta abril de 2013) y se espera que esté concluido a finales de mayo del mismo año.



La tercera fase del proyecto es la demostración y puesta en marcha. En esta fase se tiene que demostrar que la unidad de transferencia puede operar y se debe tener una cartera de proyectos financiados.

El producto más importante que se pretende desarrollar y comercializar en el área de tecnologías de la información es un sistema de planeación de recursos empresariales para acuicultura. Este sistema de información integra y maneja muchas de las actividades asociadas con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de las granjas acuícolas. Algunas de las características de este sistema son que facilita el registro de los datos generados durante las actividades de la granja, facilita el control de inventarios de materiales y de organismos, facilita el registro de las cosechas realizadas, automatiza el registro y empaquetado de las piezas procesadas, facilita la trazabilidad de los pedidos de los clientes (origen, distribución y ubicación del producto) mediante la lectura de códigos de barras a través de dispositivos móviles.

En el área de acuicultura, se está trabajando en el diseño de una planta de depuración de moluscos bivalvos. Esta planta tiene como función eliminar el material particulado y las bacterias que los moluscos acumulan cuando se cultivan en ciertas granjas. Esta acumulación se

produce porque los moluscos bivalvos obtienen su alimento filtrando el agua por sus branquias, por lo que, si un ambiente acuático contiene gran cantidad de contaminantes, éstos se pueden acumular en los organismos. En caso de que el material acumulado sea muy grande o de que existan bacterias que sean patógenas para los humanos (y no para los moluscos), esta acumulación puede ser nociva, por ello se requiere que los moluscos bivalvos eliminen cualquier material tóxico de origen biológico. Este sistema podría comercializarse como un paquete tecnológico.

Una de las dificultades que tiene la unidad de transferencia tecnológica es que muchos de los productos y servicios que actualmente genera el CICESE o son muy especializados o se generan a nivel de prototipo, por lo que se requiere de un gran esfuerzo para poderlos comercializar. Por esto, la UT³ debe ser capaz de captar las demandas de los sectores productivos y determinar cuáles podría resolver el CICESE. Al hacerlo, la UT³ debe ser capaz de diseñar los mecanismos para implantar dichas soluciones y proveer los servicios necesarios para su correcta aplicación y operación. Es claro que se requiere tiempo y mucho esfuerzo para que esta unidad funcione como se ha planeado.



*El Dr. José Alberto Fernández Zepeda es investigador y jefe del Departamento de Ciencias de la Computación del CICESE.



Procesadores de un cluster
usado en modelación.
Foto: Guillermo Martínez

5



Comunicar
a la sociedad
que nos
sustenta



Norma Herrera*

Ya no es necesario reflexionar más sobre la conveniencia de una sociedad con mayor cultura científica, lo que ahora se requiere es actuar para lograr esa meta.

Pierre Fayard¹



Esta publicación estaría trunca si sus páginas no incluyeran una somera revisión de las vías y medios que ha seguido el CICESE para dar a conocer las actividades que realiza en investigación, docencia y vinculación, así como para establecer un acercamiento con la sociedad que lo sustenta. Si hace 40 años, en el naciente CICESE, los esfuerzos se centraban mayoritariamente en la difusión de sus posgrados, en la actualidad, la apuesta se ha ampliado y se acerca más a la definición de Ana María Sánchez Mora: “La divulgación de la ciencia es una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento científico con fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible”.²

Publicaciones impresas y electrónicas; estancias de investigación científica; talleres para niños, jóvenes, maestros, periodistas; exposiciones y conferencias a diversos públicos y en foros bajacalifornianos y nacionales; visitas guiadas al CICESE, en atención de grupos desde preescolares hasta universitarios; la Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra; la Escuela de Óptica y Optoelectrónica; el Programa Pelicano; el reciente proyecto “El vaivén de la ciencia, de la exposición presencial al espacio digital”; un trabajo creciente y sistemático con medios de comunicación impresos, audiovisuales y electrónicos, regionales y nacionales; la incursión en redes sociales –Facebook, Twitter– y YouTube, para contribuir al cumplimiento del cuarto objetivo estratégico del CICESE: “Eleva la visibilidad institucional ante la sociedad, que proyecte la pertinencia e impacto académico y social de nuestras labores”³, son algunas de las acciones impulsadas para comunicar el quehacer del CICESE.

Publicaciones

De 1977 a 1989 se publicaron simultáneamente *Colección de reimpresos y Discusiones internas sobre labores de investigación y docencia*. La primera se caracterizó por compilar los artículos científicos publicados en revistas arbitradas, en tanto *Discusiones internas* describía los programas de investigación, formación de recursos humanos y objetivos institucionales a alcanzar en el periodo de referencia. Durante trece años, se publicó igual número de volúmenes de *reimpresos y discusiones*. La distribución de ambas publicaciones era limitada, por intercambio con instituciones, bibliotecas, laboratorios y centros de investigación. La edición era responsabilidad de la Coordinación Académica.

Al entrar Mario Martínez como director general, en 1989, ambas publicaciones dejaron de editarse. En su lugar, la Dirección Académica –a cargo de Héctor Echavarría– instauró un sistema que denominó *Comunicaciones Académicas*, cuyo objetivo fue publicar, por una parte, trabajos internos como informes técnicos, informes de datos, notas de cursos y prácticas de laboratorio, manuales e incluso reimpresos de artículos arbitrados y publicados, así como participaciones en congresos, en fascículos individuales y por series temáticas. Se habilitaron coeditores en cada departamento académico para que revisaran estos trabajos antes de publicar cada fascículo, y porque, además, pretendía publicar artículos arbitrados. Asimismo, cada año se editaba el *Compendio Anual de Productividad* con “...la finalidad de presentar de manera sintetizada los resultados de las labores académicas realizadas por el personal de nuestra institución...” El compendio incluía los resúmenes de los artículos científicos publicados en revistas especializadas, los resúmenes de las tesis de posgrado, la relación de informes técnicos y la de publicaciones en memorias de congresos. *Comunicaciones Académicas* dejó de funcionar en 1994.

De 1995 a 1997, para reportar la productividad académica del centro, la Dirección de Estudios de Posgrado imprimió *Productividad*, y de 1998 a 2003, el *Informe anual*, bajo la responsabilidad de la extinta Dirección de Vinculación. Su distribución también era restringida.





Impresas y por áreas

Un segundo grupo de publicaciones emergió al interior de divisiones y departamentos académicos, y de la administración; todas reflejaban temas de interés específicos.

El Ecosistema nació en 1986 como un boletín informativo de la División de Oceanología, entonces dirigida por Rubén Lara. Con irregularidades más, irregularidades menos, el boletín continuó imprimiéndose y, en su etapa final (septiembre de 1999), fue electrónico y del Departamento de Ecología. Daniel Loya fue su último editor.

El Mensajero Académico, “gaceta de información académica para el CICESE” fue publicado por la Dirección Académica de Héctor Echarvarría, con periodicidad bimensual, de enero de 1990 a abril de 1991. Posteriormente, la naciente Dirección de Estudios de Posgrado, con Luis Calderón al frente y el entonces Departamento de Difusión y Relaciones Públicas retomaron el proyecto que ofreció “información para el fortalecimiento académico” hasta septiembre de 1996, con su edición número 29.

En 1992, el CICESE entró en un proceso de mejora hacia la calidad total. Uno de los grupos de trabajo que se formó para lograr ese fin, el de Comunicación, impulsó la creación de un boletín de información administrativa y de boletines departamentales en las áreas académicas.

Así, surge *El Heraldo Administrativo* y más tarde *El Nuevo Heraldo Administrativo* que entre mayo de 1993 y octubre de 1997 sumaron 44 números.

También nació el *Optoelectrónico*, órgano de difusión y comunicación entre personal y alumnos de la División de Física Aplicada, que editó 22 números entre el 30 de abril de 1993 y el 21 de agosto de 1995, por iniciativa del entonces director de la división, Moisés Castro.

Acuanotas fue un boletín informativo del Departamento de Acuicultura; se editó hacia 1995 y duró un año aproximadamente.

El Solitón, una solitaria hoja, a decir de Antonio Badán, su creador, “informaba lo esencial sobre la marcha académica del Departamento de Oceanografía Física”. Su publicación era semanal y se mantuvo mientras Badán fue jefe del departamento.

Nuevas webs fue una gaceta electrónica de la Dirección de Telemática; se editaron cinco números en 1997.

Facto, boletín y más tarde revista de la Asociación de Personal Académico del CICESE (APACICESE) tuvo dos épocas de edición. La segunda, de julio de 2000 a marzo de 2002, se caracterizó por la publicación de siete números bajo la edición de Moisés Castro; la distribución era entre los miembros del APACICESE, aunque, podía leerse en la página electrónica de la asociación.

El salto a lo electrónico

De este abanico, el *Mensajero Académico* y *El Nuevo Herald Administrativo* eran publicaciones que llegaban a la mayoría de los empleados y estudiantes del centro. Con su desaparición, el CICESE se quedó sin un medio de comunicación interna. Ante la falta de ese medio, se trabajó en el proyecto editorial y la planeación para comenzar la nueva publicación, *TODoS@CICESE*, cuyo primer número vio la luz el 24 de mayo de 1999. Desde su origen, el proyecto se planteó reforzar la comunicación al interior del centro mediante la creación de una gaceta electrónica con tantas y diversas secciones que dieran cabida a la información, la opinión, el análisis de actividades académicas, administrativas, escolares, deportivas, culturales e incluso anuncios clasificados pensando en estudiantes provenientes de distintas latitudes. Desde entonces, 1999, hasta mediados de 2013, *TODoS@CICESE*, continúa siendo el medio de comunicación de este centro de investigación.

En la publicación se da cuenta de las tres actividades principales del CICESE: la investigación, la formación de recursos humanos y la vinculación con diversos sectores sociales, a través de secciones específicas. Además, contamos con la sección semblanza, la cual



durante los 14 años que tiene la publicación en línea, mes tras mes, es la más leída. Con esta sección hacemos eco de las palabras que tan atinadamente apunta el periodista científico Manuel Calvo: “Humanizar la ciencia es mostrar que detrás de una investigación o descubrimiento hay no solamente ideas sino seres humanos, que no suelen ser héroes inaccesibles...”⁴

Acercamiento con los jóvenes

En actividades dirigidas a estudiantes de bachillerato sobresale el Taller de Ciencia para Jóvenes, la Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra, estancias de estudiantes en programas de verano de investigación y concursos científicos.

Taller de ciencia para jóvenes. La suma de esfuerzos de las tres instituciones organizadoras, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), sedes Ensenada, ha permitido atender a más de 500 jóvenes de bachillerato, ya que este taller nació en 2001 y desde entonces, anualmente, ha seleccionado a 40 estudiantes provenientes de diferentes estados de la república mexicana.

A fines de junio o principio de julio de cada año, con todos los gastos cubiertos por las instituciones organizadoras, los jóvenes llegan a Ensenada e interactúan con científicos de las tres instituciones, conocen de primera mano las actividades de investigación que ellos realizan y pasan una semana divertida experimentando y acercándose al mundo de la ciencia. A través de una serie de cursos teóricos y prácticas en campo y laboratorio, así como una visita al Observatorio Astronómico Nacional y un recorrido ecológico en la sierra de San Pedro Mártir, los estudiantes se acercan a la ciencia desarrollada en las tres instituciones asentadas en el puerto bajacaliforniano.

Con el objetivo de difundir y promover los conocimientos de las ciencias de la Tierra entre futuros profesionistas para formar una cultura básica acerca de la disciplina y el planeta, cada año, desde 1994, el CICESE y la Unión Geofísica Mexicana (UGM) organizan la

Olimpiada de Ciencias de la Tierra. Previo registro y de acuerdo con una guía de estudio que los organizadores dan a conocer con antelación, los estudiantes presentan un examen de 100 preguntas. Al término, recorren las instalaciones de la División de Ciencias de la Tierra mientras esperan resultados.

Otra interacción con el público joven es a través de asesorías a proyectos que se presentan en concursos científicos y la participación de investigadores y técnicos del CICESE como jurados en dichos concursos. En este rubro destaca de manera particular la colaboración que durante casi dos décadas ha mantenido nuestro centro con el Colegio de Bachilleres de Baja California, que anualmente realiza un concurso científico interbachilleres. Los proyectos que ahí se presentan son evaluados por personal del CICESE, entre otros expertos, y los ganadores pasan una semana de estancia académica en instalaciones del CICESE.

Sólo para universitarios

En acciones con estudiantes universitarios, sobresale la recepción de jóvenes participantes en el Verano de la Investigación Científica promovido por la Academia Mexicana de Ciencias, desde 1991, para fomentar el interés de los estudiantes de licenciatura por la actividad científica en cualquiera de sus áreas: físico matemáticas, biológicas, biomédicas y químicas, ciencias sociales y humanidades e ingeniería y tecnología. El programa contempla una estancia de siete semanas de duración en instituciones como el CICESE, bajo la supervisión y guía de investigadores en activo, quienes los introducen al mundo de la ciencia al permitirles participar en algún proyecto de investigación.

De manera similar, el Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico, mejor conocido como Programa Delfín, impulsa el Verano de la Investigación Científica del Pacífico. Éste se creó en 1995 con el propósito de fortalecer la colaboración interinstitucional y el desarrollo de la investigación y el posgrado nacional. Una particularidad de este programa es que, al término de las estancias, los estudiantes se reúnen en un congreso,





con sede cambiante cada año, para dar a conocer los resultados de lo investigado en el verano.

En programas específicamente creados en el CICESE para este público, existe la Escuela de Verano de Óptica y Optoelectrónica, dirigida a estudiantes de las licenciaturas en ciencias e ingenierías que tengan interés en la óptica y la optoelectrónica. Los seleccionados –20 en promedio, cada año– reciben cursos introductorios a la óptica y se suman a un proyecto de investigación y trabajo de laboratorio. Este programa nació en 2002 por iniciativa del Departamento de Óptica para promover sus programas de posgrado. Los estudiantes llegan de diferentes universidades y estados de la república; en 2012 por vez primera recibió una estudiante de España, lo cual le dio un carácter internacional.

Acércate al mar es un programa dirigido a estudiantes interesados en el estudio de la física del océano que cursen alguna licenciatura o maestría en áreas afines, como oceanología, física, matemáticas, ingenierías y ciencias de la Tierra, entre otras. Coordinado por el Departamento de Oceanografía Física del CICESE, el programa otorga anualmente cinco becas para realizar una estancia corta en este centro de investigación. Los beneficios incluidos en la beca son un apoyo económico mensual para gastos de manutención y apoyo parcial para transporte. Las actividades a realizar, bajo la dirección de un investigador del departamento, incluyen trabajo de investigación, asistencia a cursos y seminarios acerca de temas de oceanografía física, así como la posibilidad de interactuar con jóvenes que cursan estudios de posgrado en el área.

Conferencias y exposiciones para unos, para todos

Una actividad constante de acercamiento con diversos públicos son las conferencias de divulgación de la ciencia ofrecidas dentro y fuera del CICESE, desde primarias hasta universidades y espacios públicos. En los años noventa, durante la vigencia del programa Semana de la Investigación Científica, financiado por la Academia Mexicana de Ciencias, el CICESE participó activamente en ciclos de conferencias

de divulgación de la ciencia. También, desde 1994 cuando el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología instauró la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, el CICESE ha participado con conferencias o exposiciones.

Pero esta actividad no sólo se ha centrado en estudiantes, también ha llegado a públicos heterogéneos cuando se ha realizado en foros como el Centro Cultural Tijuana (CECUT), los museos Sol del Niño, el Trompo, el museo Caracol, el Centro Cultural Riviera del Pacífico y, desde su fundación en 2007, el Centro Estatal de las Artes de Ensenada (CEARTE), en ciclos organizados por la Asociación de Personal Académico del CICESE, en el histórico Festival del Conocimiento, en 2009, y en este 2013 en el marco del cuadragésimo aniversario del CICESE.

En diversas ocasiones, las conferencias han ido de la mano de exposiciones itinerantes e interactivas. Algunos escenarios de exposiciones han sido la Cámara de Diputados y el zócalo, en la Ciudad de México; Balboa Park, al sur de California, y en plazas de las principales ciudades de Baja California: Mexicali, Tecate, Tijuana, Rosarito, Ensenada, participando en programas de gran tradición, por citar algunos: Expoambiente –para festejar el Día Mundial del Medio Ambiente–, Expomar –para conmemorar el Día de la Marina–, Baja Sea Food, Fiesta Viva, Día GIS, Ferias de ciencia (*Science Fair*), Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, Día de la Tierra y, a partir de este 2013 en Ensenada de Todos, Suma de Culturas. En estas exposiciones prácticamente se ha mostrado el quehacer multidisciplinario del CICESE al lograr la participación de los departamentos de Acuicultura, Biología de la Conservación, Biotecnología Marina, Ciencias Computacionales, Ecología Marina, Electrónica y Telecomunicaciones, Geofísica Aplicada, Geología, Microbiología, Oceanografía Biológica, Oceanografía Física, Óptica y Sismología.

Además, para contribuir a la actualización profesional y a la consolidación de una cultura científica, hemos organizado seminarios en temas de ciencia para docentes, mayoritariamente a través del Programa Pelicano, y para periodistas, promovidos por el Departamento de Comunicación y en coordinación con las áreas académicas

del CICESE. Algunos temas han sido prevención y riesgo por sismos, biotecnología y sociedad, cambio climático, propiedad intelectual, obtención de nuevos fármacos con organismos acuáticos y técnicas moleculares, periodismo científico, entre otros.

También, con el fin de incrementar la difusión de las actividades del centro, a lo largo de cuatro décadas, se han producido videos institucionales, de posgrado y conmemorativos de la historia del CICESE; se han impreso y distribuido dípticos, trípticos, carteles y folletos en general del centro y específicos de sus posgrados, áreas académicas, proyectos y temáticas, como el fenómeno “El Niño”, tsunamis, sismos; separadores de libros; calendarios; el libro *Más de tres décadas de aportaciones a la ciencia y a la sociedad*.

Programa Pelicano

El Programa Pelicano, adscrito a la Dirección General del CICESE, comenzó actividades en octubre de 2008. Entonces se planteó promover y facilitar la participación de la comunidad científica en el fortalecimiento de la enseñanza temprana de la ciencia y en la transmisión del conocimiento científico a la ciudadanía de Baja California. Desde su puesta en marcha, el programa ha tenido penetración en los niveles de educación preescolar, básica –mayoritariamente–, media y media superior, a través de presentaciones del programa en las escuelas, el CICESE y otros foros; cursos y talleres de actualización para maestros, y la creación de recursos didácticos.

Tres han sido sus objetivos: promover acciones y programas para fortalecer la enseñanza de la ciencia, estimular el interés de las nuevas generaciones por las carreras científicas y tecnológicas, y fomentar la divulgación de la ciencia. Las acciones del programa han sido ejecutadas por algunos miembros de la comunidad científica del CICESE y por estudiantes promotores adscritos a la Universidad Autónoma de Baja California, a dos universidades privadas –UNIDEP y Xochicalco– y al propio CICESE. La atención a grupos escolares ha sido tanto en sus aulas como en las instalaciones del centro y de

otras instituciones, foros públicos y museos, utilizando material didáctico específico, en su mayor parte desarrollado por el programa, como carteles temáticos, prototipos museográficos, juegos didácticos, experimentos y prácticas para demostrar conceptos básicos de física, química y biología.

Durante los meses de julio y agosto de 2009, a través de Pelicano, el CICESE ofreció a la comunidad talleres de verano denominados “Tu conexión con la ciencia”, en los cuales se presentaron diversos temas de ciencia de manera accesible y divertida, con actividades educativas interactivas, en la Plaza Cívica de la Patria y en la Ventana al Mar. Ese mismo año, en abril, se tuvo presencia en el primer San Diego Science Festival y el Ruben H. Fleet Museum invitó al programa a impartir talleres a niños hispanos en la ciudad de San Diego.

En la convocatoria 2010 del Fondo Mixto (FOMIX) CONACYT – Baja California, la propuesta “Consolidación del programa Pelicano para el impulso a la enseñanza de la ciencia y la disseminación del conocimiento científico-tecnológico desde los niveles educativos básicos en Baja California” resultó aprobada y recibió un apoyo de 1.3 millones de pesos. El proyecto, coordinado por la Dra. Irma Olguín Espinoza, planteó como objetivo la impartición de talleres de estrategias didácticas de ciencia para maestros de educación básica (preescolar, primaria y secundaria) y media superior (preparatoria) del estado.

Relación con los medios de comunicación

Si bien es cierto que desde su creación, el CICESE ha mantenido relación con medios de comunicación de Baja California y de presencia nacional, ésta se ha incrementado en los últimos años con el envío sistematizado de por lo menos un comunicado de prensa a la semana, la convocatoria a conferencias de prensa, una agenda de entrevistas exclusivas, la colaboración constante en espacios radiofónicos y televisivos. También hemos incursionado en las redes sociales, Twitter y Facebook, en sintonía con la tendencia actual de comunicación.





En lo que respecta a radio, se aprovecharon los espacios disponibles sin costo alguno para el CICESE, en radiodifusoras privadas y universitarias, regionales y algunos enlaces nacionales, en programas como “Panorama informativo”, “Charlas de café”, “Foro 1590”, “Voces”, “A los 4 vientos”, “En la frontera del conocimiento” y “Baja la ciencia”. Además de estas colaboraciones, es preciso destacar el surgimiento de Radio CICESE, que a partir de 2011, se transmite por el URL de nuestra publicación electrónica *TODoS @ CICESE* y que probablemente sea la semilla para expandir la producción y crear nuestra propia estación en Internet. Actualmente, la producción radiofónica consta de seis series.

A partir de 2008, de manera sistemática, comenzamos la producción de videos de divulgación de la ciencia, como la serie *¿Sabías que...?* y la producción de videos de promoción institucional, spots y cápsulas informativas de los posgrados y algunas áreas de investigación, producción que nutre nuestro canal en YouTube (<http://www.youtube.com/user/CICESEciencia/>), el CICESEciencia. Este material también se ha distribuido para su transmisión en Televisa, Síntesis TV, Varivisión y, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se difunden en exposiciones itinerantes.

El material de comunicación se muestra en el portal “Difusión” en la web institucional donde ponemos al alcance de medios de comunicación y otros grupos sociales: boletines de prensa, fotografías y logotipo de la institución en diferentes formatos, el acceso a un formulario en línea para inscribir sus solicitudes de visita al centro, así como la síntesis informativa y la programación de actividades y seminarios.

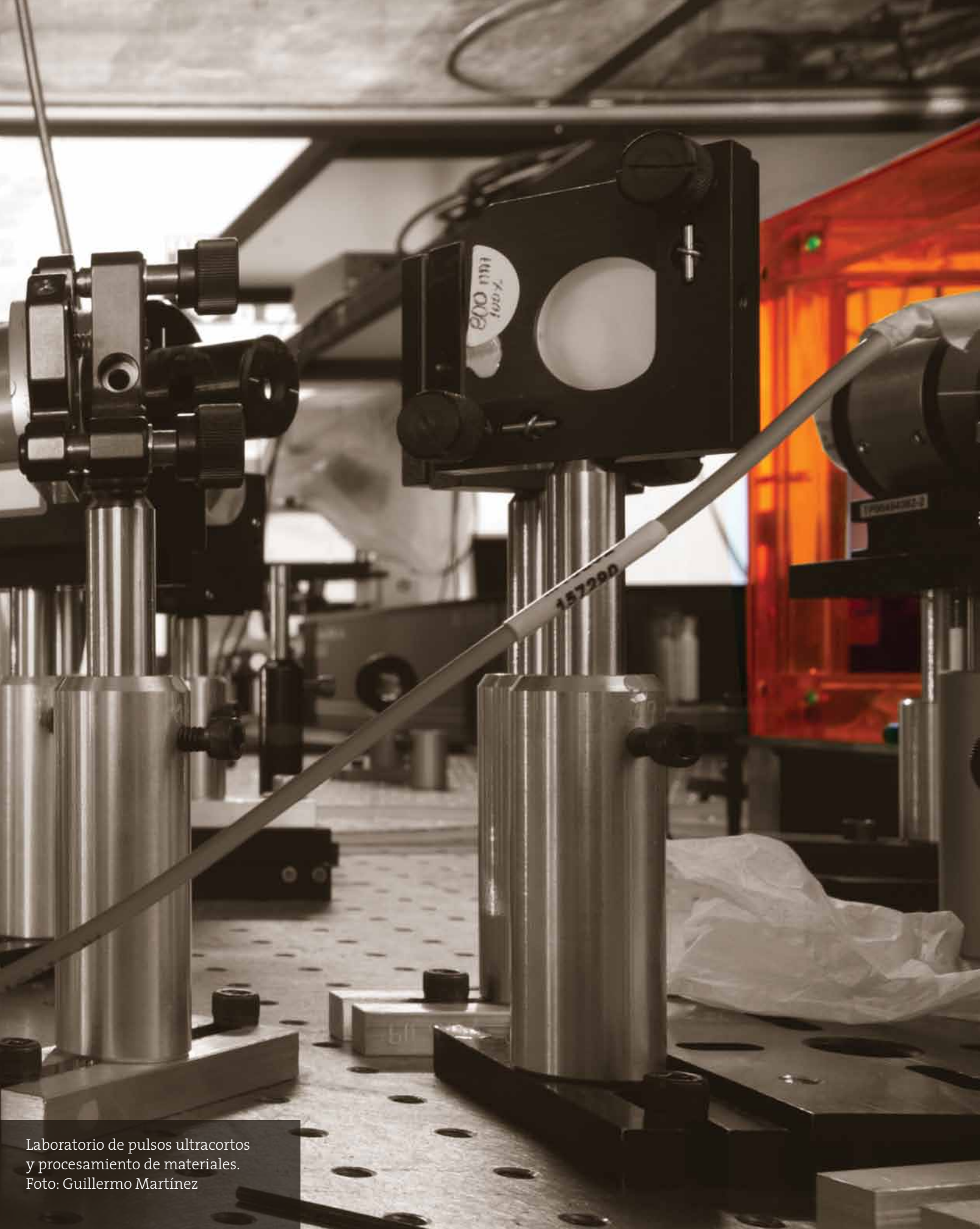
Finalmente, como resultado de la convocatoria que emitió el CONACYT en 2012 para apoyar proyectos de comunicación pública de la ciencia, el CICESE, a través de su Departamento de Comunicación, sometió la propuesta de “El vaivén de la ciencia: de la exposición presencial al espacio digital” que recibió un millón de pesos como apoyo a su realización. La exposición, que consta de ocho módulos y hará recorridos en las principales ciudades de Baja California, producirá materiales y experiencias que serán puestas a disposición de todos a través de un portal en Internet.

Del CICESE, del sistema

Desde el 2006, el Departamento de Comunicación forma parte del Consejo Asesor en Divulgación, Comunicación y Relaciones Públicas (CADI), cuyos esfuerzos se centran en desarrollar con éxito el proyecto de visibilidad del Sistema de Centros Públicos de Investigación del CONACYT. Entre los productos más destacables destacan: el sitio MéxicoCyT (<http://www.mexicocyt.org.mx/>), una página que muestra todas las potencialidades del sistema en investigación, docencia y vinculación; la Gaceta CyT (<http://www.gacetacyt.org/>), una publicación electrónica que conjunta colaboraciones de los 27 centros y sus dos afiliadas (FLACSO y COLMEX); el blog *Con-Ciencia* del periódico *El Universal* (<http://blogs.eluniversal.com.mx/concien/>), una colaboración semanal escrita directamente por los propios investigadores del sistema; videoconferencias temáticas, con el análisis de una problemática de agenda o coyuntura periodística y la participación de tres visiones diferentes y complementarias de tres expertos de centros CONACYT; colaboraciones en los periódicos *La Crónica*, *Milenio* –particularmente el suplemento *Campus*– y la Agencia I+D (Investigación y Desarrollo) (<http://www.invdes.com.mx/agencia-id>); dos producciones radiofónicas, 110 Grados, el cuadrante de la ciencia, producido por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) para todo el sistema, y colaboraciones en el programa La Caja Negra, de Radio Universidad de Guadalajara, entre otros.

1. Fayard, P. (2004). *La comunicación pública de la ciencia. Hacia la sociedad del conocimiento*. México: UNAM-DGDC.
2. Sánchez Mora, A.M. (2002). El bestiario de los divulgadores. En Tonda, J., Sánchez, A.M. y Chávez, M. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: UNAM-DGDC.
3. Plan de Desarrollo Institucional 2008-2012. Ensenada, Baja California, México: CICESE. Recuperado de http://www.cicese.mx/dirgeneral/plan/1_PLANEACION_ESTRATEGICA.pdf
4. Calvo, M. (2003). *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. México: UNAM (Colecc. Divulgación para Divulgadores).

* La MCTS Norma Herrera Hernández es jefe del Departamento de Comunicación.



Laboratorio de pulsos ultracortos
y procesamiento de materiales.
Foto: Guillermo Martínez

6



Cuarenta
años de
crecimiento



CUARENTA AÑOS DE CRECIMIENTO en

Infraestructura científica

Integración del campus



Primeras oficinas y personal del CICESE en 1972: Av Gastélum y calle Novena.



Oficinas en la Av. Ruiz y calle 17; se rentaron en junio de 1973.



En 1976 se rentó el local de la Av. Espinoza No. 843. Se ocupó hasta 1996.



En junio de 1977 empiezan los trabajos de preparación del terreno para construir el edificio del Departamento de Física Aplicada, ya en el campus actual.



Avance de la obra de Física Aplicada.



En 1979 quedó listo el edificio de Física Aplicada.



En 1982 la UNAM terminó el edificio de apoyo del Observatorio Astronómico Nacional. El CICESE ya tenía listo el edificio de Geofísica (hoy de Ciencias de la Tierra) que apenas se distingue en la extrema derecha.



Acceso al campus a principio de los años 80.



Edificio de Ciencias de la Tierra.



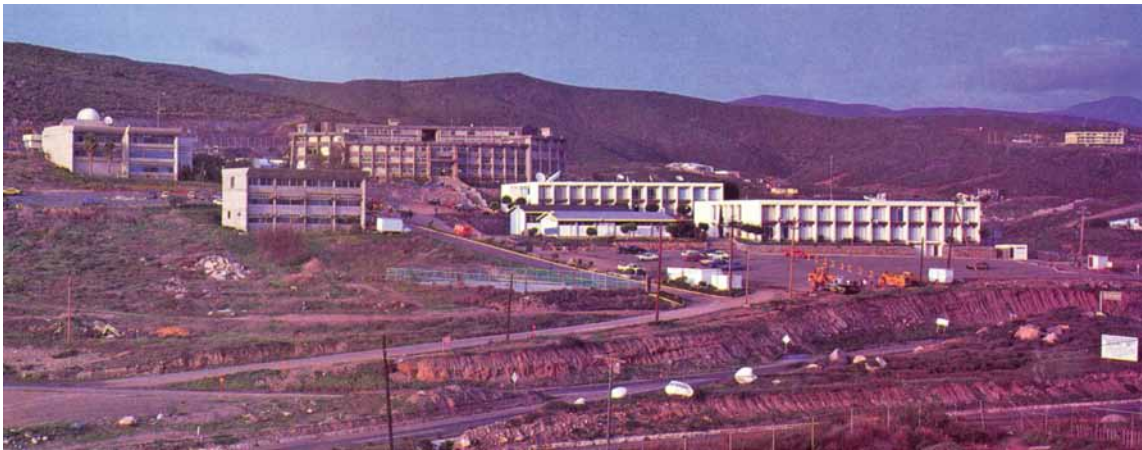
A finales de 1986 empezó la construcción de Oceanología. La UNAM ya tenía listo el Laboratorio en Ensenada del Instituto de Física.



Avance de obra del edificio de Oceanología.



Oceanología, terminado en 1990.



El campus hacia 1990.



Preparativos en 1995 del acceso a la parte superior del campus. Ahí se construirán a partir de ese año la biblioteca, Acuicultura y el edificio administrativo.



Cimientos de la biblioteca.



Construcción de Acuícultura.



El campus hacia 1995.



Edificio administrativo, 1995.



El campus hacia 1997.



A principios de 1999 inició la construcción del edificio de Telemática.



En 1999 comienza la construcción del edificio de la actual División de Biología Experimental y Aplicada. Los trabajos se prolongan hasta 2005.



Telemática a punto de concluirse e inaugurarse, en 2003.



En 2006 el edificio de la División de Biología Experimental y Aplicada ya estaba funcionando, incluida la cafetería en la terraza del tercer piso.



El 18 de junio de 2010 se inaugura el Auditorio Institucional, el de Ciencias de la Tierra, y el laboratorio húmedo de Biotecnología Marina.



El campus hacia finales de 2011.



En 2010 comenzó la construcción del Laboratorio FICOTOX, que fue inaugurado el 4 de agosto de 2011.



En diciembre de 2010 comenzó la construcción del edificio del Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos (SUBNARGENA). Se inauguró el 7 de agosto de 2012.



Entre junio y diciembre de 2012 se construyó la Unidad de Desarrollo Biomédico, adscrita a la División de Biología Experimental y Aplicada.



El campus a principios de 2013.

Los contrastes



1996



2013

Campus



1981



2013

Entrada al CICESE



1995



Biblioteca

2013



1995



Administración

2013



1988



Exbiblioteca. Auditorio de Ciencias de la Tierra

2013



2010

SUBNARGENA



2013



1999

Telemática



2013



2012

Unidad de Desarrollo Biomédico



2013

El campus hoy



Física Aplicada



Ciencias de la Tierra



Biblioteca



Administración y Posgrado



Acuicultura



Telemática



Oceanología



Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos



Biología Experimental y Aplicada



Auditorio



Unidad de Desarrollo Biomédico



Entrada al Departamento de Ciencias de la Computación



Laboratorio Húmedo del Departamento de Biotecnología Marina



CUARENTA AÑOS DE CRECIMIENTO en

Premios otorgados al CICESE y su comunidad

1979

- Se otorga el *Premio Nacional de Telecomunicaciones de INDETEL* al Dr. Jorge Valerdi Caram y al Ing. Mauro Medina por un proyecto de telemetrización de datos sísmicos.

1987

- Se otorga el *Premio Nacional Ericsson en Telecomunicaciones* al grupo de Telecomunicaciones del CICESE que dirige el Dr. Arturo Serrano Santoyo.

1988

- El M.C. Jaime Sánchez García, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, obtuvo el primer lugar en el *Certamen Anual de Telecomunicaciones IIE-CFE*.
- El M.C. Ricardo Núñez Pérez, con su tesis “Sistema Monitor de Vibraciones-SIMОВI”, ganó el primer lugar en el *IV Certamen Nacional de Diseño de Equipo Electrónico* organizado por CFE, CONACYT e IIE.
- El M.C. Ricardo Núñez Pérez ganó el primer lugar en el *IV Certamen Nacional de Proyectos Creativos Científicos y Tecnológicos de la Juventud* organizado por el Consejo Nacional de Recursos para la Atención de la Juventud-CREA, con los proyectos: “SIMОВI y Monitor Portatil de vibración MOPOVI” en la categoría de Electrónica.
- El M.C. Ricardo Núñez Pérez ganó la *Presea en Ciencia y Tecnología “Gral. Francisco J. Mújica”*, por obtener el primer lugar absoluto en el *IV Certamen Nacional de Proyectos Creativos Científicos y Tecnológicos de la Juventud* participando con los proyectos: “SIMОВI y Monitor Portatil de vibración MOPOVI”.
- El M.C. Ricardo Núñez Pérez ganó placa de reconocimiento del gobierno del estado de Baja California, por los premios nacionales del CREA obtenidos. La otorgó el gobernador, Lic. Xicoténcatl Leyva Mortera.

1991

- El Dr. Enrique Gómez Treviño, investigador del Departamento de Geofísica Aplicada, obtuvo la medalla “Manuel Maldonado-Koerdell”, que otorga la Unión Geofísica Mexicana (UGM).

1993

- El Dr. Armando Trasviña Castro, investigador del Departamento de Oceanografía Física obtuvo el primer lugar en el *Premio Nacional de Oceanografía 1993*.
- El Dr. Pedro Ripa Alsina, investigador del Departamento de Oceanografía Física, obtuvo la medalla “Manuel Maldonado-Koerdell” que otorga la UGM.

1994

- Los doctores Gilberto Gaxiola Castro y Josué Álvarez Borrego obtuvieron el primero y segundo lugar, respectivamente, del *Premio Nacional de Oceanografía 1994*.

1995

- El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, ganó el Premio “Emilio Rosenblueth” de la Academia Nacional de Ingeniería.

1998

- El Dr. Rafael Kelly Martínez, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, recibió el *Premio a Investigadores Jóvenes* de la Academia Mexicana de Ciencias y el premio “Luis Enrique Erro” del INAOE.
- El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez ganó el *Premio Anual 1998* de la Academia Mexicana de Óptica.
- El Dr. Saúl Álvarez Borrego, investigador del Departamento de Ecología Marina, ganó la “Medalla Mariano Bárcena” que otorga la UGM, por su larga trayectoria académica y de investigación.

1999

- El M.C. Arturo Arvizu Mondragón, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, ganó el *Premio a la Excelencia en Desarrollo e Innovación Tecnológica* del Sistema de Centros SEP-CONACYT.

2002

- El Dr. Ricardo Villagómez Tamez, responsable del proyecto Tecnologías de láseres industriales de bióxido de carbono, recibió en Monterrey el *Premio Tecnos 2002*, otorgado por el gobierno de Nuevo León.

2004

- El Dr. Rafael Kelly Martínez, investigador del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, obtuvo el *Primer Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2004*.

2005

- El Dr. Saúl Álvarez Borrego, investigador del Departamento de Ecología Marina, ganó el *Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2005*.

2006

- El Dr. Eugenio Méndez Méndez, investigador del Departamento de Óptica, ganó el *Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2006*.
- El CICESE recibió el primer *Premio a la Vinculación Universidad-Empresa*, otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la ANUIES, en la categoría denominada de vinculación orientada en maestría e investigación.
- El Dr. Saúl Álvarez recibió el *Doctorado Honoris Causa* otorgado por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).
- Reconocen a Juan Carlos Pérez Jiménez, estudiante del doctorado en Ecología Marina del CICESE, como el descubridor de la nueva especie de tiburón que nombró *Mustelus hacat*, como un reconocimiento a los indios seri de Sonora (hacat significa tiburón en su lengua).

2007

- Por su libro *Plumas y cantos. El Occidente de México*, Sandra Gallo Corona, egresada del programa de maestría en ciencias en Ecología Marina del CICESE, ganó el *Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2007* que otorga el gobierno de Jalisco, en la categoría divulgación.

2009

- La Universidad de Sonora entregó el *Doctorado Honoris Causa* al Dr. Saúl Álvarez Borrego por su destacada trayectoria y aportaciones al estudio de la oceanografía en México.
- Una nueva especie de nemátodo descrita por investigadores del CICESE y de la Universidad de California en Riverside, fue nombrada *Diplopetloides axayacatl*, para reconocer la labor desarrollada por el Dr. Axayácatl Rocha Olivares, investigador del Departamento de Oceanografía Biológica.
- Pavel Hayl Lugo Fabres, estudiante de la maestría en Biotecnología Marina del CICESE, obtuvo el primer lugar en la categoría de carteles del *XIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y del VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras (SIPAL)*, por el método de diagnóstico para tuberculosis humana que desarrolló basado en la hemoaglutinación, a partir de anticuerpos de tiburón.

2010

- El Dr. Eric Mellink Bijtel, investigador del Departamento de Biología de la Conservación, recibió el *Premio al Mérito Ecológico 2010* otorgado por la SEMARNAT.
- Lourdes Vásquez Yeomans, egresada del programa de maestría en ciencias en Ecología Marina del CICESE, recibió el *Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010* otorgado por el estado de Quintana Roo.

2011

- Karina Garay Palmett, egresada del posgrado en Óptica del CICESE, recibió el *Premio Weizmann 2010* en Ciencias Exactas que otorga el Instituto Weizmann de Ciencias y la Academia Mexicana de Ciencias.
- El Dr. Ricardo Villagómez Tamez, investigador del CICESE en Monterrey, obtuvo el premio *Tecnos 2011* que otorga el gobierno de Nuevo León, por el proyecto “Micro-soldadura láser en películas delgadas de Nylon”.

2012

- Entregan al CICESE el premio *Innovaciones en Redes de Alto Rendimiento en Aplicaciones de Investigación 2012*, que otorga la Corporación para Iniciativas en Redes de Educación de California (CENIC), por el uso de redes avanzadas en temas de colaboración fronteriza.
- El Dr. Modesto Ortiz Figueroa, investigador del Departamento de Oceanografía Física, recibió el *Premio Nacional de Protección Civil 2012*, en la modalidad de Prevención, que otorga la Secretaría de Gobernación.
- La UGM otorgó la “Medalla Mariano Bárcena” al Dr. Enrique Gómez Treviño, investigador del Departamento de Geofísica Aplicada, por su larga trayectoria académica y de investigación, y por sus actividades a favor de las ciencias de la Tierra.

2013

- Entregan al Dr. Eric Mellink Bijtel, investigador del Departamento de Biología de la Conservación, el *Premio a la Investigación Científica en Conservación Biológica 2012*, que otorga la empresa Volkswagen a través de su programa “Por amor al planeta”.
- La Dra. Mónica Tentori Espinosa, investigadora del Departamento de Ciencias de la Computación, se hace acreedora a la beca *Microsoft Research Faculty Fellowship 2013*, anunció el 11 de junio la fundación Microsoft.



CUARENTA AÑOS DE CRECIMIENTO en

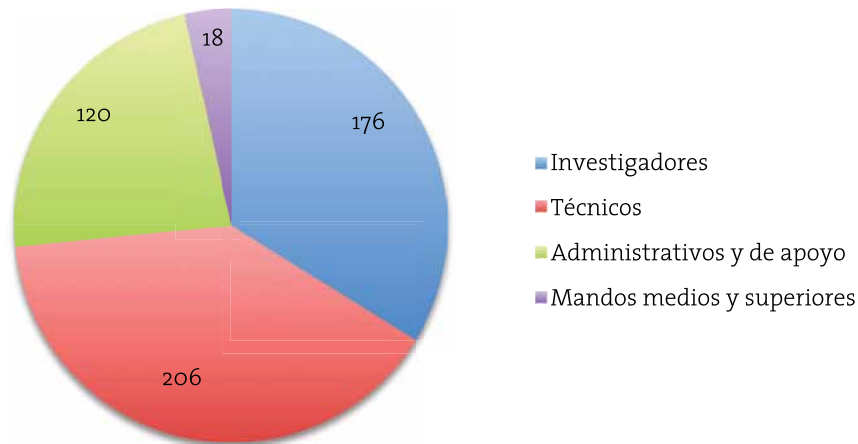
Compendio estadístico

Fuente: CICESE: Dirección de Estudios de Posgrado
Subdirección de Programación, Presupuestación y Estadística
Subdirección de Recursos Humanos

Personal del CICESE

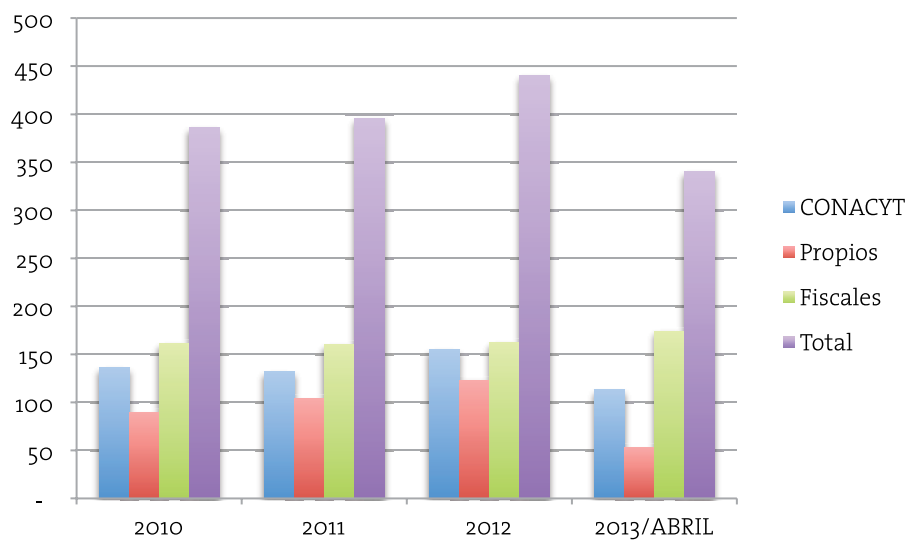
Total: 520

Datos al 31 de mayo de 2013

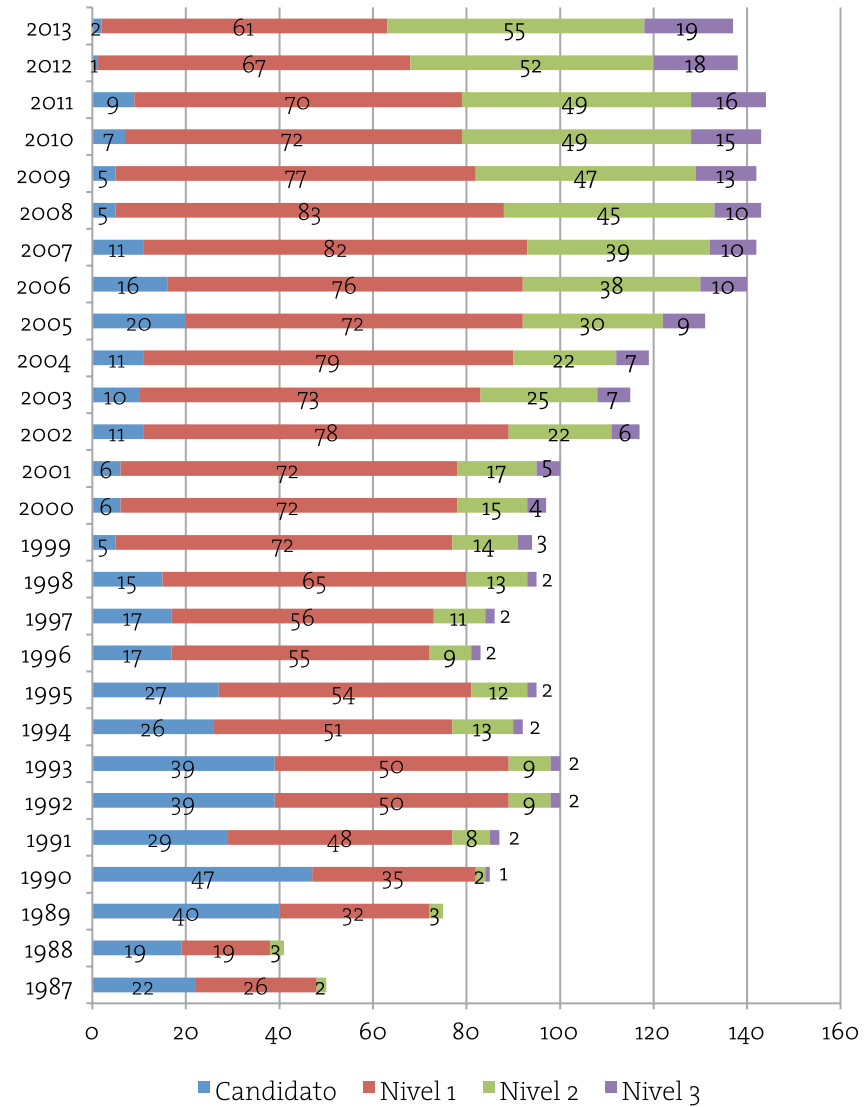


Proyectos de investigación vigentes

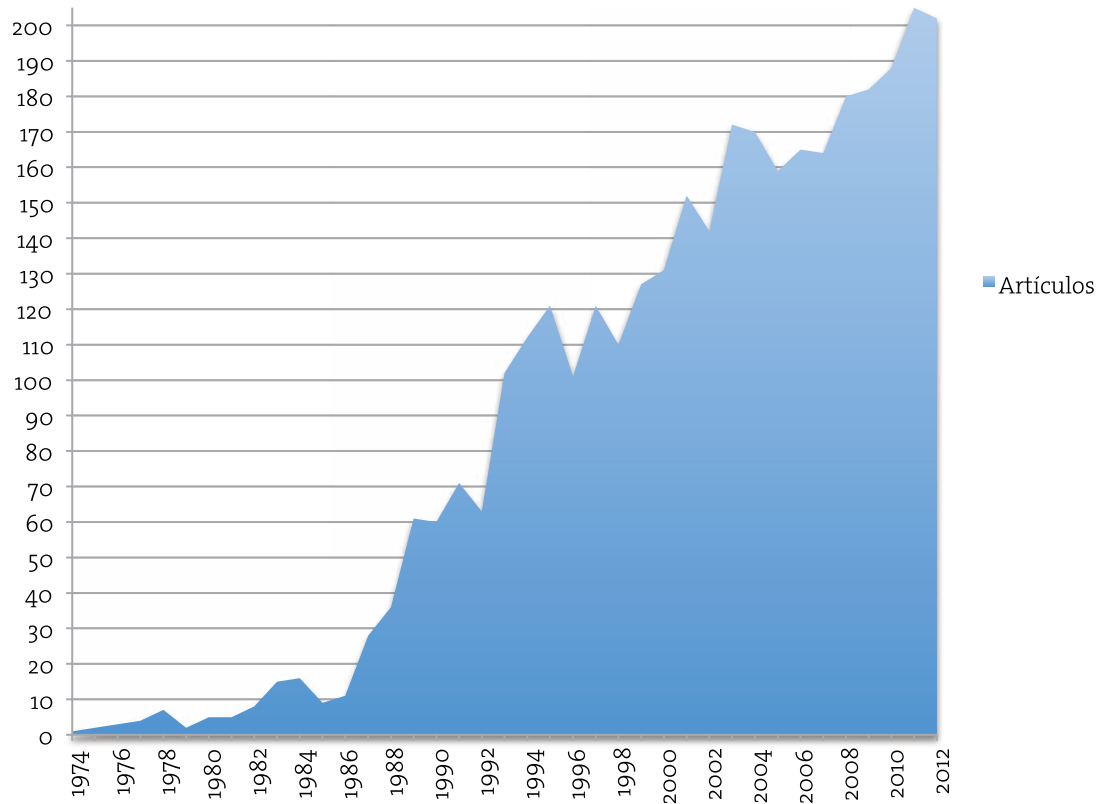
Desglosados por tipo de proyecto



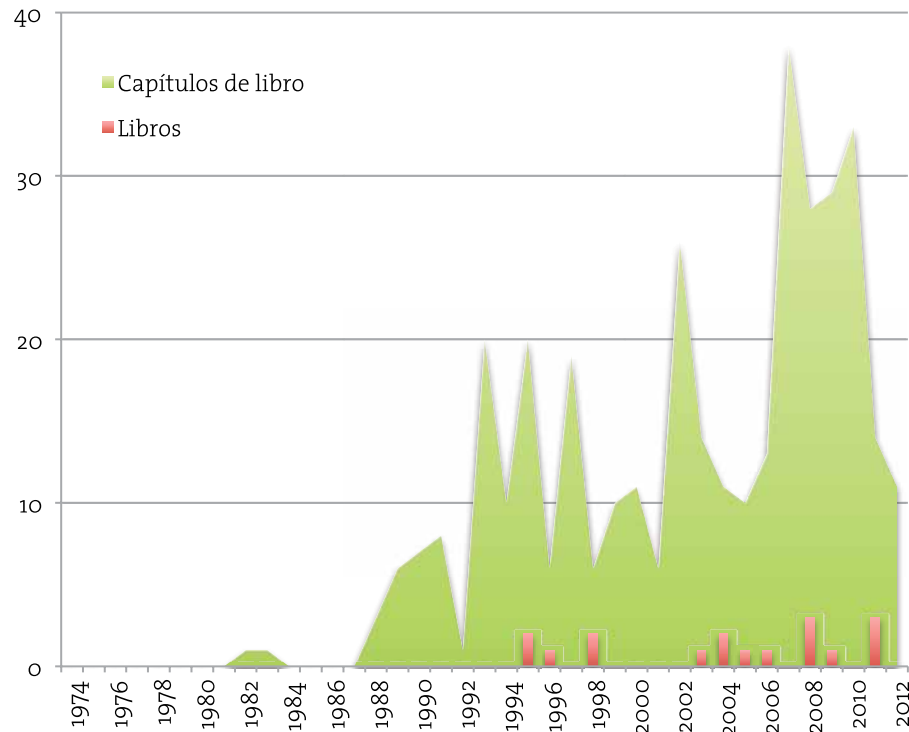
Sistema Nacional de Investigadores, membresía por nivel



Artículos arbitrados publicados por año



Libros y capítulos de libro publicados por año



Factor de impacto promedio de artículos publicados por personal del CICESE

Datos de 2002 a 2011

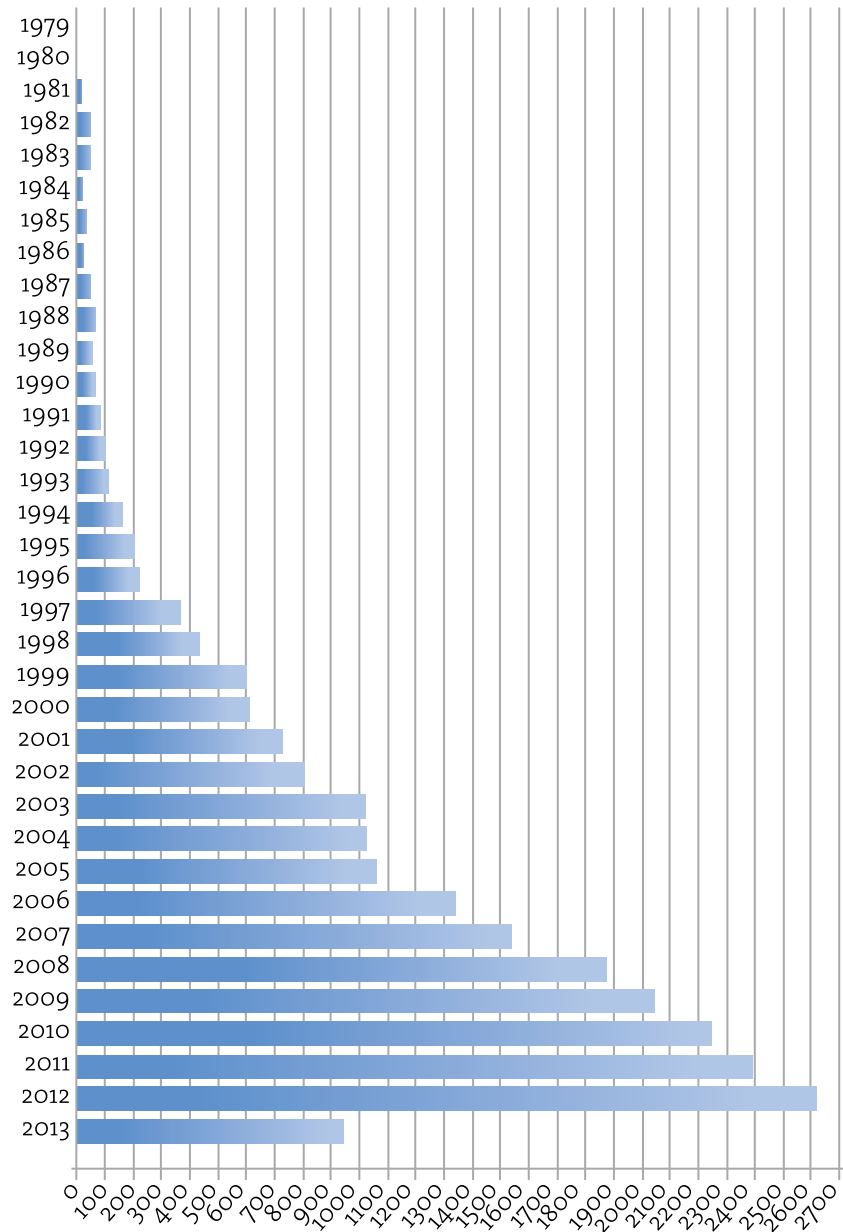
CICESE		
Artículos	Citas	Factor de Impacto
2,628	11,625	4.4

Fuente: Institute for Scientific Information. Recuperado de Indicadores Científicos y Tecnológicos, Anexo Estadístico del Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2011. Capítulo III, Inciso 14.

<http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/cms/paginas/IndCientifTec.jsp>

Número de citas por año de artículos publicados por personal del CICESE

Datos al 3 de julio de 2013

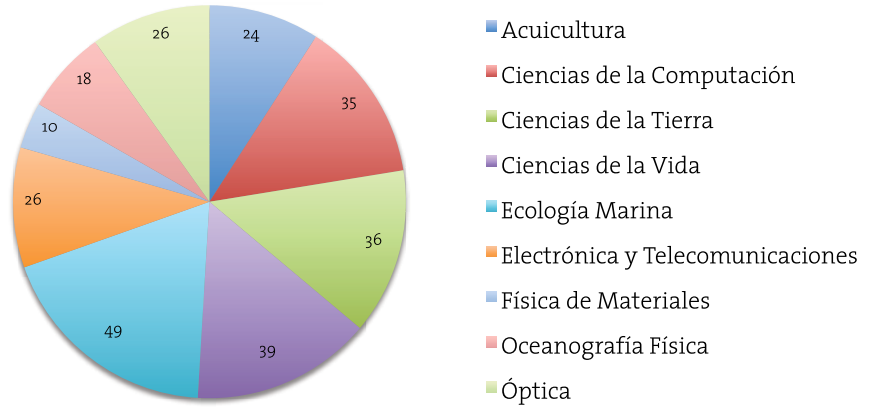


Fuente: Web of Science Thomson Reuters

Matrícula total: 437
 Datos al 31 de mayo de 2013

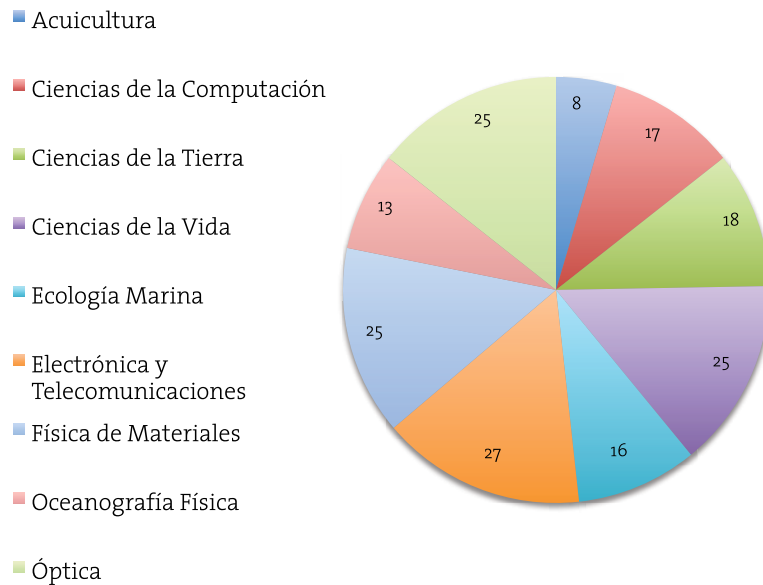
Total de alumnos de maestría vigentes

Total: 263



Total de alumnos de doctorado vigentes

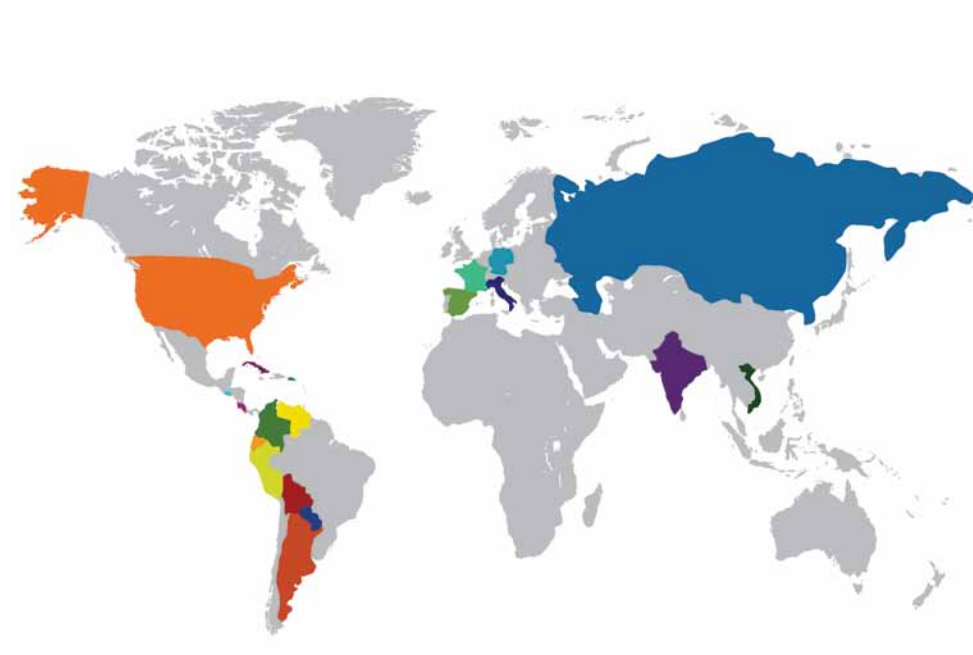
Total: 174



Procedencia de estudiantes extranjeros vigentes

Total: 67

Datos al 30 de abril de 2013

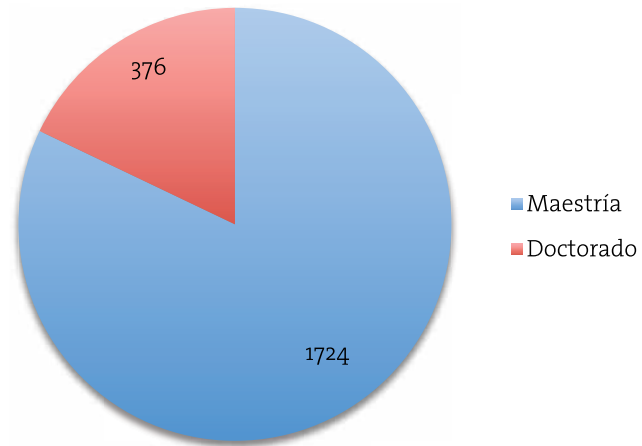


Colombia	17
España	14
Perú	5
Venezuela	4
Ecuador	3
Estados Unidos	3
Argentina	2
Bolivia	2
Costa Rica	2
Cuba	2
India	2
Italia	2
Paraguay	2
Rusia	2
Alemania	1
El Salvador	1
Francia	1
Puerto Rico	1
Vietnam	1

Total de egresados de maestrías y doctorados del CICESE

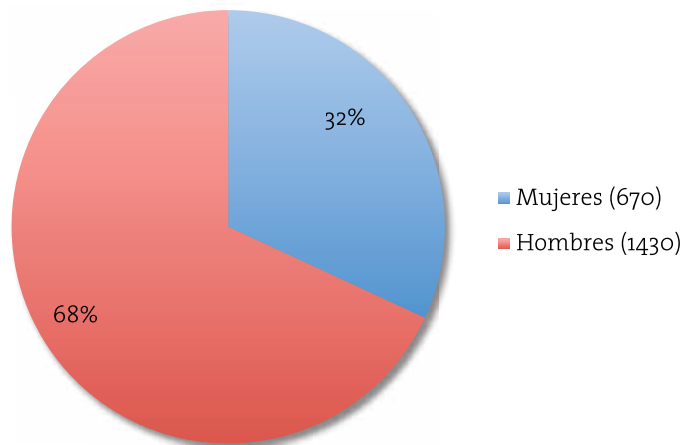
Total: 2100

Datos al 31 de mayo de 2013



Distribución por género del total de egresados

Datos al 31 de mayo de 2013



Egresados por año y por programa de posgrado: maestrías y doctorados

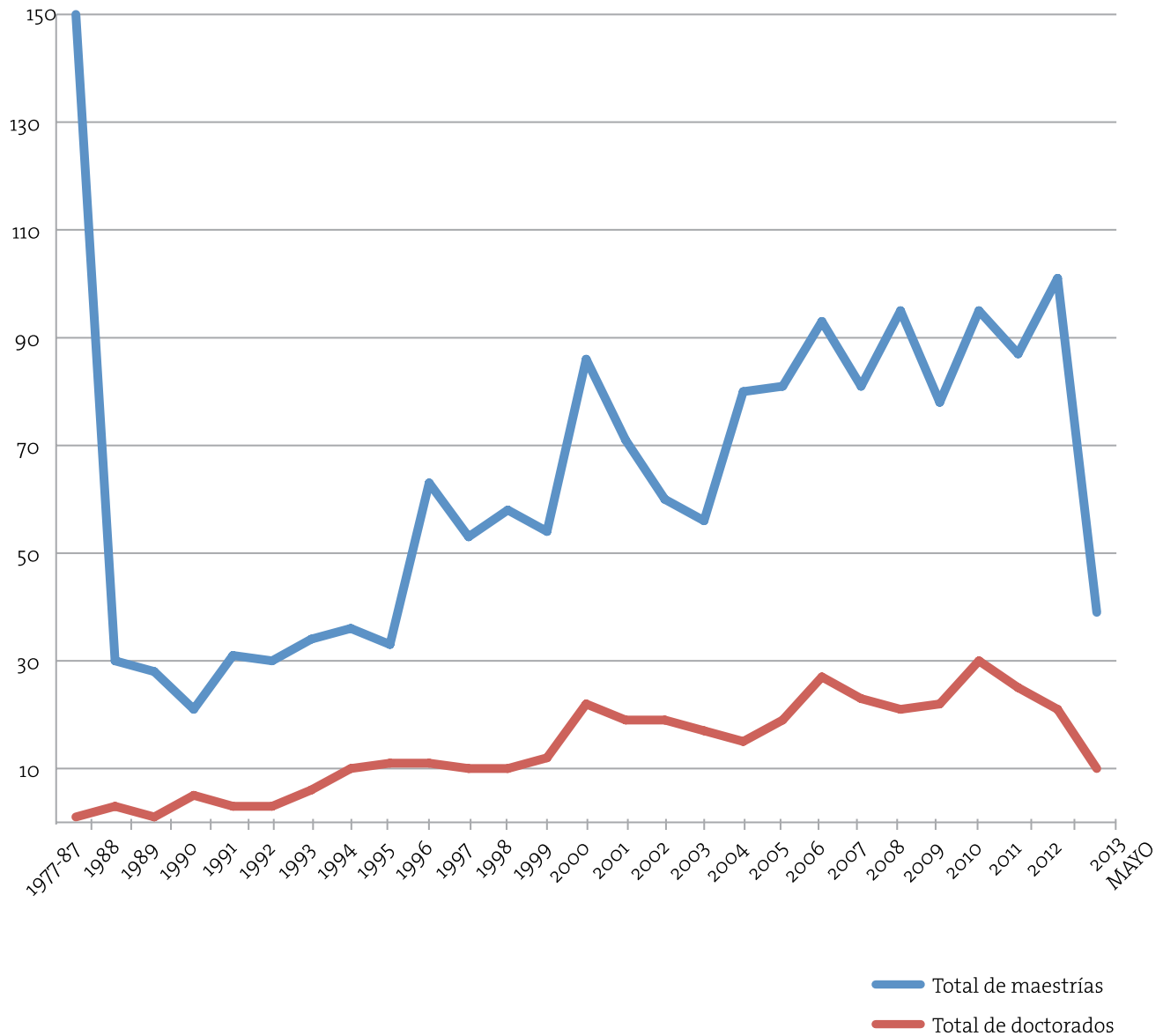
Datos al 31 de mayo de 2013

MAESTRÍA	1977-87	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Totales
Acuicultura																								3	10	8		21
Ciencias													7	9	11	10	7	15	16	11	10	15	20	7				138
Ciencias de la Computación		1	3		2		1		1	4	4	9	6	17	9	15	14	18	11	18	11	21	11	13	13	11	8	221
Ciencias de la Tierra	29	7	5	3	4	3		4	2	10	7	10	7	7	7	7	10	7	6	14	8	3	6	21	9	17	10	223
Ciencias de la Vida																								14	10	17	6	47
Ecología Marina	48	13	8	5	8	11	12	11	17	15	18	10	6	13	17	8	3	10	8	14	17	17	14	9	15	13	5	345
Electrónica y Telecomunicaciones	34	3	3	7	6	5	10	13	3	19	14	12	15	25	15	12	14	14	17	18	22	21	12	15	8	21	2	360
Física de Materiales		1	1	1	5		3	1	2	5	2	3	1	2	1	3	1	4	3	3	2	1	8	3	5	5	1	67
Oceanografía Física	26	3	4	1	2	5	7	5	3	7	7	1	6	4	1	5	3	7	9	7	3	6	2	3	5	3	3	138
Óptica	13	2	4	4	4	6	1	2	5	3	1	13	6	9	10		4	5	11	8	8	11	5	7	12	6	4	164
Total maestrías	150	30	28	21	31	30	34	36	33	63	53	58	54	86	71	60	56	80	81	93	81	95	78	95	87	101	39	1724

DOCTORADO	1977-87	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Totales
Acuicultura																								1				1
Ciencias												1		1	1	3	2	2	5	8	3	2	4	2				34
Ciencias de la Computación																				1	3	5	3	5	4	4		25
Ciencias de la Tierra					1			1		1		1	1	2	2	2	1	2	1	3	5	1	4	2	4	3		37
Ciencias de la Vida																								1	3	2		6
Ecología Marina					1		1	3	4	2	2	3	5	6	3	5	2	2	3	5	5	3	3	3		1	2	64
Electrónica y Telecomunicaciones							1	1		1	2	1		3	3	3	4	2	6	5	3	3	5	4	7	3	2	59
Física de Materiales		2	1	3	1	2	3	4	4	7	3	5	4	10	5	3	3	6	3	4	1	1	0	3	5	2	2	87
Oceanografía Física											2		1		3					1	3	1	1	1	3	3	1	20
Óptica	1	1		2		1	1	2	2	1			1	1	2	3	4	2		2	2	1	5	6	1	2	43	
Total doctorados	1	3	1	5	3	3	6	10	11	11	10	10	12	22	19	19	17	15	19	27	23	21	22	30	25	21	10	376

Total de egresados de maestrías y doctorados por año

Datos al 31 de mayo de 2013



Nacionalidad de egresados extranjeros

Total: 137

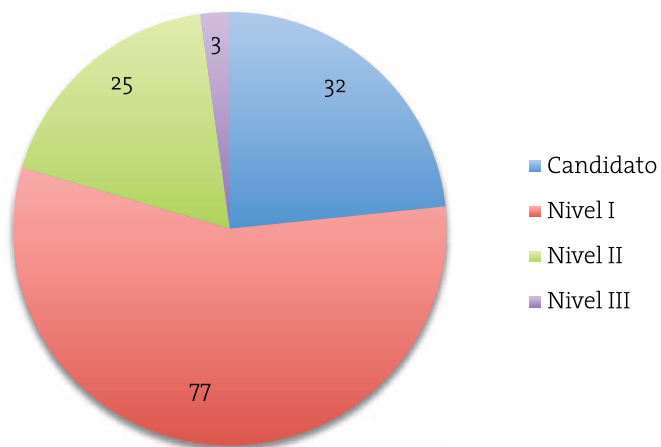
Datos al 31 de mayo de 2013



Nacionalidad	Núm
Colombiana	28
Argentina	18
Española	17
Cubana	11
Peruana	11
Chilena	9
Venezolana	6
Costarricense	5
Rusa	4
Ecuatoriana	3
Panameña	3
Alemana	2
Boliviana	2
Brasileña	2
Canadiense	2
Estadounidense	2
Francesa	2
Paraguaya	2
Portuguesa	2
Salvadoreña	2
India	1
Nicaragüense	1
Suiza	1
Uruguaya	1
Total	137

Número de egresados de maestría miembros del SNI

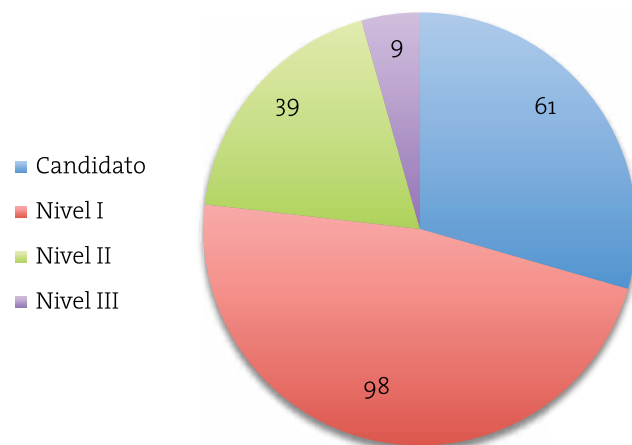
Total: 137



Número de egresados de doctorado miembros del SNI

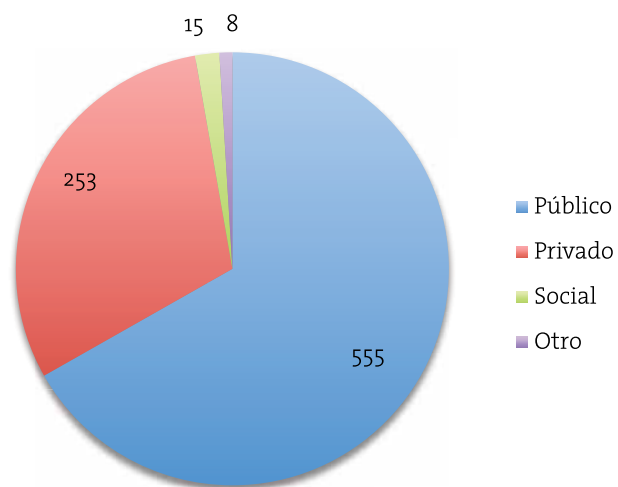
Total: 207 (representan 55% del total de egresados)

Datos al 31 de mayo de 2013



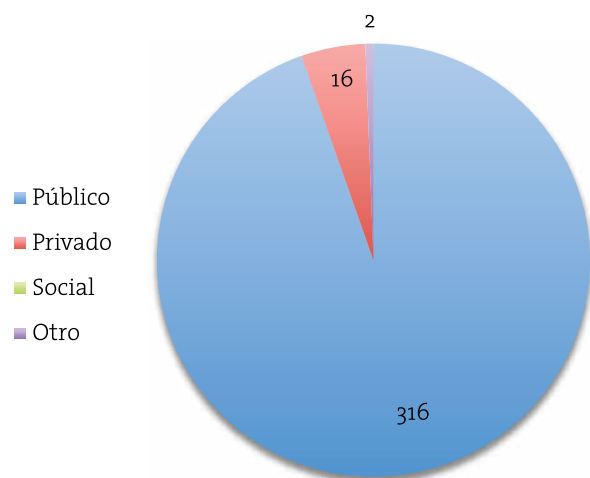
Sectores de ubicación laboral de los egresados

De maestría



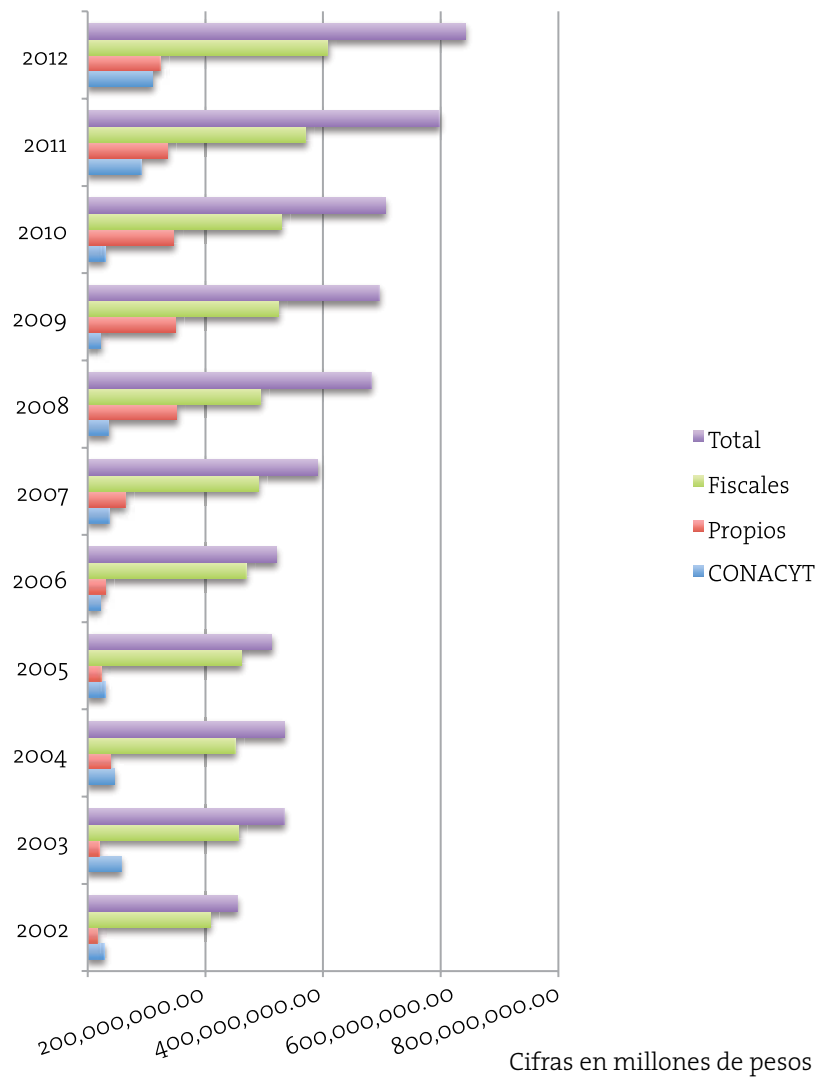
De doctorado

Datos al 31 de mayo de 2013



Presupuesto ejercido por año y por fuente de ingreso (Recursos CONACYT, propios y fiscales)

Cifras en millones de pesos



Agradecimientos

Por colaborar en la elaboración de este libro, agradecemos a Ivonne Best, Lil Bidart, Maritza Chávez, Elena Enríquez, Leonor Falcón, Ruby Granados, María Elena Gutiérrez, Cecilia Hirata, Guadalupe Morales, Víctor Olvera, Oscar Rodríguez, Citlali Romero, Jorge Romo, Dolores Sarracino, Karla Torres, Roberto Yáñez, Carolina Yescas.

Créditos de fotografías

Fotografía de portada y contraportada: San Luis Gonzaga, Baja California, México.
Autora: Sharon Herzka.

Interiores: Archivos: Agencia Espacial Mexicana, Calitz, CICESE, CINVESTAV, Centro de Nanociencias y Nanotecnología-UNAM, COLEF, CONACYT, FCM-UABC, Gobierno de Baja California, Instituto de Astronomía-UNAM, PLANTRONICS, Presidencia de la República, SEMAR, Senado de la República.

Saúl Álvarez, Josué Álvarez, Arturo Arvizu, Antoine Badan (QEPD), Enrique Botello, Stephen Bullock, Luis Calderón, Santiago Camacho, Alfonso Cardona (QEPD), Efraín Carpio, Ernestina Castro, William H. Clark, Víctor Coello, Juan Contreras, David Covarrubias, Ulises Cruz, Roger Cudney, Jennyfer de la Cerda, Horacio de la Cueva, Luis Delgado, Marco Antonio Esponda, Luis Farfán, Salvador Farreras, John Fletcher, Oscar Gálvez, Karina Garay, Gilberto Gaxiola, Enrique Gómez, Ignacio González (QEPD), Javier González, Zaire González, Manuel Grijalva, Norma Herrera, Sharon Herzka, Rafael Kelly, Judith Laredo, Alexei Licea, Carlos Gerardo López, Jaime Luévano, Guillermo Martínez, Eric Mellink, Eugenio Méndez, Marco Arturo Moreno, Víctor Moreno, Ramón Muraoka, Antonio Navarro, Francisco Ocampo, Gustavo Olague, Luis Orozco, Roberto Ortega, Enrique Pacheco, Eduardo Palacios, Carmen Paniagua, Mario Pardo, Alejandro Parés, Sergio Ramos, Raúl Rangel, Pedro Ripa (QEPD), Israel Rocha, José Luis Rodríguez, Jorge Rosales, Laura Ruiz, Víctor Ruiz, Jaime Sánchez, Julio Sheinbaum, Jorge Simental, Mónica Tentori, Armando Trasviña, Armando Valenzuela, Rogelio Vázquez, Oscar Velasco, Diana Venegas, Ricardo Villagómez, Ricardo Zambrano.

Nota: Ofrecemos una disculpa si omitimos mencionar al autor de alguna de las fotografías publicadas en este libro. De existir, la omisión fue por desconocimiento, no por dolo. Agradecemos profundamente todos los testimonios gráficos que han aportado al desarrollo del CICESE.

El presente libro, *CICESE: los primeros 40 años*, se terminó de imprimir en agosto de 2013 en los talleres de Imprecolor del Noroeste, con un tiraje de 2,000 ejemplares.



Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada, Baja California
www.cicese.mx