



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA



70 Historias exitosas de Innovación y Ciencia

Una recopilación de iniciativas destacadas en Chile entre 2000 y 2008

70 Historias exitosas de
Innovación y Ciencia

70 historias exitosas de innovación y ciencia

*Una recopilación de iniciativas destacadas
en Chile entre el 2000 y 2008*

Entrevistas y Contenidos:

KATALEJO Investigaciones Sociales

Comité Editorial:

Ministerio de Economía
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)
InnovaChile de CORFO
Iniciativa Científica Milenio (ICM)
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

Las cifras que aparecen en este libro provienen de las siguientes fuentes:

FAO
Odepa
Cámara de Comercio Electrónico de Chile
Vinos de Chile ([HYPERLINK "http://www.vinasdechile.com/"](http://www.vinasdechile.com/) <http://www.vinasdechile.com/>)
U. de Concepción
CONACE
Centro de Estudios de la Economía Digital de la Cámara de Comercio de Santiago
Sociedad Internacional de Economía Ecológica Robert Constanza
Evaluación de Ecosistemas del Milenio, ONU.
Centro Médico de la U. de Rochester, en Estados Unidos.
Instituto Nacional de Desordenes Neurológicos y Derrames (NINDS) de EE.UU.
INE
Escuela de Salud Pública de la U. de Chile
Instituto Nacional de Salud (NIH) de Estados Unidos
Corporación del Niño Quemado
Escuela de Medicina de la Universidad Johns Hopkins
Codelco - El Teniente
Oficina de Ciencia del Departamento de Energía de EE.UU.
Revista Chilena de Pediatría en el año 2000
Información proporcionada por los investigadores entrevistados





ÍNDICE

Presentación – Ministro de Economía	5
--	---

I PARTE – DE LA NATURALEZA AL UNIVERSO

Astronomía

1. Un paseo por el vecindario estelar	12
2. En busca de nuevos mundos más allá del Sistema Solar	14
3. El enigmático combustible del universo	16
4. ¿Dónde nacen las superestrellas?	18

Ecosistemas

5. Vigías de los mares al sur del mundo	20
6. Al acecho de la marea roja: científicos y comunidad se unen para enfrentar flagelo	22
7. Recursos: ¿cuánto vale el bosque nativo?	24
8. Narrando la historia de la vegetación del Norte Chico	26
9. Roedores del desierto chileno: guardianes del cambio climático	28
10. Una copa de vino por el cambio climático	30
11. Tolerancia cero con las malezas parásitas	32
12. La promesa gigante de los organismos microscópicos	34

Estudios sísmicos

13. Amenaza subterránea: estudian causas e impacto de grandes terremotos	36
--	----

Física

14. Energía a pequeña escala para resolver grandes problemas	38
--	----

II PARTE – CIENCIA Y SOCIEDAD

Difusión de la Ciencia

15. ¡Eureka!: Llegó la ciencia	40
16. Ciencia, Tecnología y Cultura desde el corazón del Golfo de Arauco	42
17. Entregando herramientas para aprender y crecer	44
18. Científicas del mañana desde las escuelas de Valdivia	46

Educación

19. Para que en Chile ya no se pierda el talento	48
20. Explorando el mundo con los ojos de la ciencia	50
21. Una mejor educación en matemáticas	52
22. Imágenes que valen por mil números	54

Sociedad Contemporánea

23. La programación del fútbol ya no es un juego en Chile	56
24. Midiendo el tiempo que los chilenos invierten en sistemas de Transporte	58
25. Red Wi-fi permite conectar a Catemu con el mundo	60
26. Exploradores del universo virtual	62
27. Analizan el patrón de la escritura para garantizar seguridad en firmas	64
28. Arquitectura y diseño traen el fondo del mar a la superficie	66
29. Buscando la integración y la cohesión en las ciudades chilenas	68

III PARTE – CHILE Y SUS RECURSOS

Aplicaciones Industriales

30. Vida en inhóspitas fronteras	70
31. La riqueza desconocida de la flora que habita la Antártica	72
32. Una nueva alternativa al uso del petróleo y sus derivados	74
33. Usando la basura y reinventando la leña	76
34. Con sistemas matemáticos se estudia optimizar productividad del cobre en Chile	78
35. Matemáticos aplican conocimiento para prevenir accidentes en minería subterránea	80
36. Aires chilenos para el metro europeo	82

Recursos de la Tierra

37. Con biotecnología combaten virus que amenazan a la industria vitivinícola	84
38. Genes dignos de duraznos de selección	86
39. Murtillo: cultivando una pequeña potencia frutícola	88
40. Cultivo de arándanos en Chile: el milagro de Pailimo	90
41. Por la ruta de la biosíntesis directo hacia el campo de la innovación	92
42. Tecnología permite expandir el cultivo olivícola en Chile con nuevas especies	94
43. Nariz electrónica: un sommelier artificial premium fabricado en Chile	96
44. Spirulina: el alma mater de los alimentos	98
45. Un campo de peonías para el mundo	100

Recursos del Mar

46. Energía con ayuda del señor del mar	102
47. Aplicando ciencia de avanzada para controlar la fiebre del loco	104
48. Centolla: El rey de los cangrejos	106
49. Enzimas descubiertas en Chile para el mercado mundial	108
50. Protegiendo a las generaciones de salmones producidos por Chile	110
51. Misterios celulares tras la vacuna del salmón	112

PARTE IV – CIENCIA Y SALUD

Conducta

52. Cerebro adicto: científicos descubren zona que genera el deseo por consumir drogas	114
53. Desentrañando los misterios del ADN en la lucha contra el alcoholismo	116
54. El sistema nervioso: una fábrica de conductas	118
55. Psicólogos tejen red de ayuda psicológica para tiempos de crisis	120

Contaminación

56. Muestras atmosféricas: buscando un respiro para Santiago	122
57. Midiendo el impacto real de la nube negra	124

Medicina

58. Una esperanza en la lucha por erradicar al letal rotavirus	126
59. Vacuna chilena podría prevenir el virus respiratorio sincicial	128
60. Con caparazones de crustáceos crean piel artificial para sanar heridas	130
61. Tecnología de exportación para la medicina regenerativa	132
62. Encontrando el talón de Aquiles del cáncer	134
63. Haciendo que el sistema inmune combata el cáncer.	136
64. Exámenes médicos: cuando la inmovilidad es el factor clave	138
65. En busca de la piedra Rosetta de las enfermedades	140
66. Estudian rol del calcio y hierro en enfermedades como el Parkinson	142
67. Buscando las raíces neurológicas del dolor	144
68. Drogas de origen natural podrían combatir el temido mal de Alzheimer	146
69. Científicos estudian en ratones nuevas formas para combatir la fibrosis	148
70. Un golpe directo al cáncer	150

Presentación

El Chile del bicentenario enfrenta uno de sus mayores desafíos: transitar desde una economía basada primariamente en la producción y exportación de recursos naturales a un modelo que agregue valor a esos recursos, construyendo ventajas competitivas dinámicas en la llamada Economía del Conocimiento.

Esto se logra a través de una política de promoción de la innovación, definida por el Comité de Ministros para la Innovación sobre la base de las recomendaciones del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. Dicha política tiene que orientarse a impulsar el desarrollo de la ciencia y, especialmente, la aplicación del conocimiento en las empresas, con nuevos productos y mejoramiento de procesos productivos. Para ello es necesario promover la formación de capital humano altamente especializado, con capacidad para potenciar diversas áreas del conocimiento y de las aplicaciones. Es fundamental que este capital humano esté formado para trabajar en la academia y en el sector productivo, de manera de generar sinergias entre ambos mundos.

Para alcanzar este objetivo, resulta crucial construir puentes de acercamiento entre los investigadores y las empresas, considerando que las universidades y centros de I+D no sólo contribuyen al desarrollo humano, sino también a la competitividad de la economía nacional, por ser las fuentes donde tradicionalmente se genera el conocimiento.

En ese sentido, el impulso a la ciencia, la tecnología y la innovación ha sido un objetivo central del Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet, que ha duplicado la inversión pública en esta área en cuatro años, pasando de \$ 134.000 millones en 2005 a \$ 295.000 millones en 2009.

Sólo en el área de I+D, al año 2010 se habrán creado 17 centros de investigación de categoría mundial a lo largo del país, y tendremos instalado en Chile al destacado instituto alemán Fraunhofer, que desarrollará investigación en energías renovables, nanobiotecnología y acuicultura, entre otros. También se habrán creado 27 consorcios tecnológicos empresariales y se habrá consolidado una inversión de \$ 5.400 millones en equipamiento científico de mayor escala, con el fin de crear capacidades científicas que hoy no existen en el país.

En este marco, y sobre la base de los desarrollos de los últimos años, hemos ido constatando la emergencia de un nuevo Chile, un país creador del conocimiento del mañana. Eso es lo que ha motivado la preparación de este libro, para dar a conocer este nuevo Chile a toda la sociedad. Aquí se describen las actividades de científicos y empresarios, algunos de ellos muy jóvenes, que

están silenciosamente aportando con sus conocimientos, pasión y empuje a la tarea de innovar y, con ello, de contribuir a la competitividad y al desarrollo económico de nuestro país.

Los casos que forman este libro han tenido apoyo de distintos programas que el Gobierno ha creado a lo largo del tiempo para impulsar el conocimiento, y abarcan áreas tan diversas como la astronomía, la física, la educación, los recursos naturales, las aplicaciones industriales, la medicina o la conducta humana. Todos ellos cumplen con criterios de alta calidad e impacto a favor de la generación de conocimiento y del desarrollo nacional en distintas regiones de nuestro país.

CONICYT, InnovaChile de CORFO, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y la Iniciativa Científica Milenio de Mideplan aportaron valiosos recursos para esta iniciativa. Por su parte, los científicos e investigadores aportaron su experiencia y sus vivencias al contenido del libro. A todos ellos, nuestros agradecimientos.

Esperamos que esta obra no sólo sea una recopilación de casos puntuales, sino que un verdadero estímulo a nuevas iniciativas y que constituya un espacio de descubrimiento y orientación para todos aquellos que quieran sumarse al esfuerzo de construir un Chile innovador, próspero y socialmente integrado.



Hugo Lavados Montes
Ministro de Economía
Presidente del Comité de Ministros para la Innovación

Investigando las estrellas más cercanas al sol

Un paseo por el vecindario estelar

La vida de Edgardo Costa estuvo durante un tiempo marcada por una tensión entre las tuercas y las estrellas. Aunque el cosmos desde pequeño lo había cautivado, optó por la Ingeniería Mecánica. No obstante, a poco andar el interés por el universo fue más poderoso y se cambió a Licenciatura en Astronomía. Años después, repartía su tiempo como ayudante en el observatorio del Cerro Calán y el taller mecánico que había montado para complementar sus ingresos.

En la actualidad, el profesor Costa, junto con su colega René Méndez, del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile, se han transformado en referentes mundiales en la investigación de la “vecindad solar”, es decir,

la región del universo que se ubica a menos de 75 años luz de distancia del Sol. Y, a pesar de este éxito, siguen lidiando con problemas de carácter mecánico

Un barrio poco conocido

En la “vecindad solar” hay estrellas brillantes que pueden ser vistas fácilmente desde la Tierra y son conocidas por la humanidad. Pero el profesor Costa calcula que cerca de la mitad de las estrellas de esta región no han sido detectadas aún, debido a su baja luminosidad intrínseca, esto es, el brillo con que son percibidas desde la Tierra, el que depende de la distancia. Las estrellas que creemos son poco brillantes pudieran ser muy luminosas, pero están muy distantes; otras pudieran ser objetos de luminosidad



Responsable del Proyecto

Edgardo Costa. Astrónomo de la U. de Chile.
René Méndez. PhD en Astronomía de la Universidad de Yale, EE.UU.
Académicos del Depto. de Astronomía de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT, Programa Fondap de CONICYT, U. de Chile

Equipo

Wei-Chun Jao y Todd Henry. U. de Georgia State, EE.UU; Phill Ianna, U. de Virginia, EE.UU.

Instituciones Asociadas

Centro Fondap de Astrofísica CENASTRO, European Southern Observatory.

muy débil, pero ubicados en las cercanías del Sol. Por lo mismo, para estos investigadores, “las más complicadas e interesantes son las de bajo brillo”.

Desde 2000, Costa y Méndez, junto a astrónomos de la Universidad Georgia State en EE.UU., trabajan en un censo de estrellas cercanas al Sol, proyecto que busca identificar e investigar estrellas presumiblemente cercanas. En una primera etapa, desde Cerro Calán se observa el movimiento de las estrellas y sus propiedades fotométricas. Luego se elabora una lista de las que podrían ser cercanas. Hacer una buena preselección es crucial, afirma Edgardo Costa, ya que evita perder tiempo estudiando objetos que parecían cercanos pero en realidad no lo son.

La segunda etapa consiste en medir, a través de planos trigonométricos, la distancia a la que se encuentra una estrella y comprobar si se encuentran en la vecindad solar. El método es complejo, ya que requiere observar cada estrella todos los meses, durante tres o más años, desde el observatorio de Cerro Tololo. La observación de los cuerpos celestes permite realizar una caracterización de su composición química, temperatura, luminosidad y brillo, longitudes de onda, entre otras.

Las bases de la Astronomía

Conocer en detalle la vecindad solar es fundamental para el estudio de las estrellas y sus propiedades básicas. El profesor Costa explica que el marco teórico de la Astronomía Estelar, que aborda estos temas, se basa fundamentalmente en las estrellas cercanas, dado que permiten estudiar con mayor precisión aspectos como la masa o la luminosidad. Sin embargo, las cercanías del Astro Rey aún no han sido estudiadas cabalmente, por lo que algunas



Edgardo Costa.

conclusiones podrían no ser correctas. “Es lo mismo que si uno hace un censo sobre la riqueza de las personas y se limita a hacerlo en las comunas con más ingresos”, ejemplifica el astrónomo.

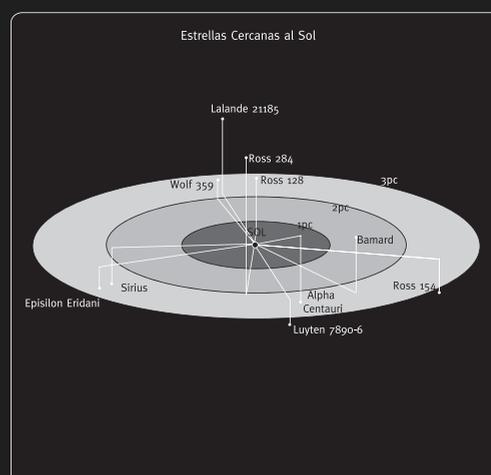
Este censo de estrellas cercanas, además, podría contribuir a la exploración del universo. Durante la próxima década, satélites espaciales surcarán el cosmos en busca de planetas similares a la Tierra y las investigaciones de Costa y Méndez podrían dar señales de dónde encontrarlos.

Tras cuatro años, el proyecto ha logrado grandes avances en la caracterización de objetos de baja luminosidad próximos al sistema solar. Sin embargo, debido a irónicas fallas mecánicas, el telescopio usado para la paralelaje trigonométrica de los objetos menos brillantes ya no se encuentra operando. Por ahora, siguen ampliando el listado de estrellas presumiblemente cercanas, que ya cuenta con cerca de 50 objetos de gran interés, a la espera de contar con un telescopio por el tiempo necesario para indagar en los rincones menos explorados del vecindario estelar.

La vecina menos luminosa

Entre los objetos estudiados por Costa y Méndez, la más destacada es la estrella DEN 0255-4700. Se trata de una enana de tipo L, las estrellas más frías y con menor masa del universo, con una luminosidad un millón de veces menor que la del Sol. Esto la transforma en el objeto conocido menos brillante fuera del sistema solar.

Su masa supera apenas el mínimo necesario para ser catalogada como una estrella propiamente tal, pudiendo incluso tratarse de una “enana café”, un objeto subestelar. Esta estrella se ubica a 16,2 años luz de distancia de la Tierra, siendo la enana L más cercana identificada hasta el momento.



Desde Chile descubren
planetas extrasolares

En busca de nuevos mundos más allá del Sistema Solar

Hoy, cuando cada confín de nuestro planeta parece haber sido explorado, la Astronomía es la ciencia que se encarga de revelar infinitos territorios aún por descubrir. Sus fronteras se han ido alejando cada vez más, hacia otras estrellas y galaxias muy lejanas. Hasta hace pocos años, los astrónomos podían deducir la existencia de planetas orbitando otras estrellas distintas al Sol, pero las enormes distancias hacían imposible descubrir evidencias concretas.

Tal como hace cientos de años el astrolabio o la brújula guiaron a los exploradores a territorios desconocidos, hoy es también el desarrollo de la tecnología el que permite declarar a Dante Minniti, uno de los más destacados

investigadores de planetas extrasolares a nivel mundial: “El universo se nos abrió”. Desde que astrónomos suizos descubriesen en 1995 el primer planeta extrasolar, se han registrado más de 300 nuevos hallazgos y se espera que antes de 2010 se descubran más de mil nuevos planetas.

El astrónomo destaca que el norte de Chile ofrece “los mejores cielos del mundo” para mirar el espacio, por lo que es un lugar privilegiado para el descubrimiento de estos cuerpos celestes. Tan sólo el Centro de Astrofísica, Cenastro, donde trabaja Minniti, ha participado en 15 descubrimientos gracias a un proyecto apoyado por la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral (ESO).



Responsable del Proyecto

Dante Minniti. PhD de la U. de Arizona, EE.UU. Profesor titular del Dpto. de Astronomía y Astrofísica, U. Católica.

Institución Ejecutora

Universidad Católica

Línea de Financiamiento

Programa Fondap de CONICYT.
Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral

Equipo

Manuela Zoccali, Pawel Pietrukowicz, José Miguel Fernández, Sebastián Ramírez, Pamela Arriagada, Claudio Cáceres, Ignacio Toledo, Oscar González y Felipe Pérez, U. Católica; M^ª Teresa Ruiz, Patricio Rojo, José Gallardo y Sergio Hoyer, U. de Chile; Wolfgang Gieren y Grzegorz Pietrzynski, U. de Concepción; Rodrigo Díaz, U. de Buenos Aires, Argentina.

Instituciones Asociadas

Centro de Astrofísica, CENASTRO.



Dante Minniti

Nuevas formas de ver

A diferencia de las estrellas, más grandes y luminosas, los planetas extrasolares no son visibles a los telescopios ópticos tradicionales. Para detectarlos se usan dos métodos: el de velocidades radiales, que mide el movimiento de las estrellas; y el de eclipses o tránsitos, que observa cómo disminuye la luz de una estrella al pasar un planeta frente a ella. La combinación de ambas permite confirmar la existencia de un planeta extrasolar, conocer su masa, tamaño y densidad, y saber si es gaseoso como Júpiter, líquido como Urano, o sólido como la Tierra.

Obtener esta información no es sencillo. Minniti y su equipo observan el firmamento durante varias noches, a través de alguno de los modernos telescopios que existen en el país. La observación es sólo el comienzo: luego se dedican largos meses al análisis de los datos, la publicación y difusión de sus descubrimientos, entre los que se incluye el libro “Mundos lejanos. Sistemas planetarios y vida en el Universo”, recientemente lanzado por el investigador.

Planetas insospechados

“Cada planeta nos enseña algo nuevo”, explica Minniti. Sus investigaciones, además de contribuir a aumentar el número de planetas extrasolares conocidos, han permitido detectar algunos muy particulares. Por ejemplo, el planeta HD149026b, identificado en 2005, es sólido como la Tierra, pero 70 veces más grande, algo que se pensaba imposible. También están los planetas llamados “Júpiter calientes”, gigantes ubicados a corta distancia de sus estrellas y que describen órbitas de menos de 10 o 15 días.

De este modo, la investigación se suma al avance de un área que recién comienza y que a futuro podría permitir responder a interrogantes claves de la astronomía, como la existencia de planetas similares al nuestro. Al respecto, este explorador del cielo es optimista: “No puedo adivinar el futuro, pero yo creo que vamos a detectar un planeta como la Tierra”.

¿Qué es un planeta?

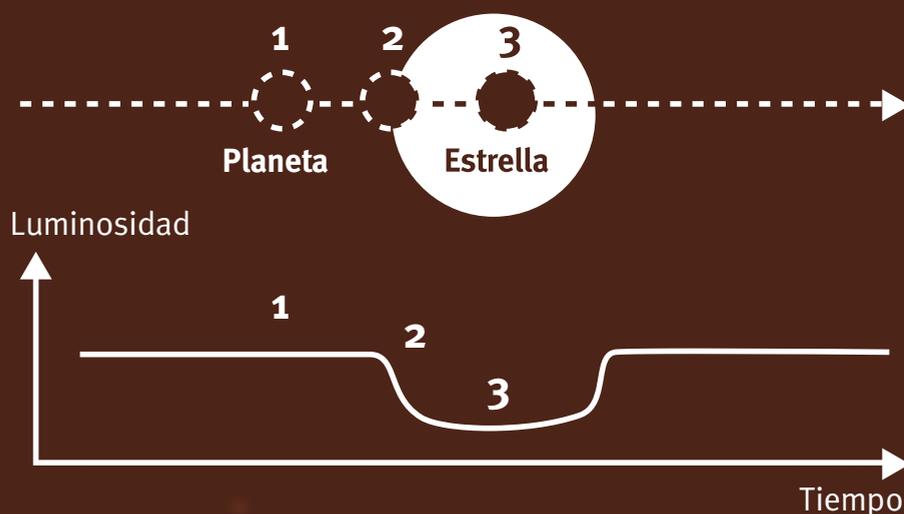
No sólo los planetas extrasolares han dado que hablar en los últimos años. El descubrimiento de múltiples cuerpos celestes al interior del sistema solar, algunos incluso más grandes que Plutón, obligó en 2006 a los astrónomos a llegar a un consenso, distinguiéndose tres categorías:

Los planetas, cuerpos celestes que orbitan alrededor del Sol, con suficiente masa para tener gravedad propia para y asumir una forma redonda, y que ha despejado las inmediaciones de su órbita.

Los “planetas enanos”, que comparten estas características pero que no han despejado las inmediaciones de su órbita, como Plutón, cuya órbita atraviesa un cinturón de asteroides.

Los demás objetos que orbitan alrededor del Sol, considerados colectivamente como “cuerpos pequeños del Sistema Solar”.

Método de Tránsito de Detección de Planetas



Una fuerza desconocida acelera la expansión del cosmos

El enigmático combustible del universo

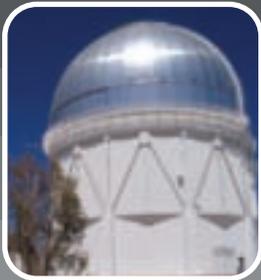
Los científicos coinciden en que, al inicio de los tiempos, todo lo que existe en el universo estaba concentrado en un solo punto. Hace más de 13 mil millones de años, algo sucedió “y ese universo salió disparado en todas direcciones”, explica el astrónomo José Maza. Esa explosión la conocemos como Big Bang.

Desde 1929, la Astronomía acepta la idea de un universo en continua expansión desde ese punto de partida. En el siglo XX, esta teoría fue demostrada por varios descubrimientos, planteando al mismo tiempo una pregunta crucial: ¿cuánto durará esta expansión? La lógica indicaba que se estaba frenando debido a la fuerza de gravedad

entre los cuerpos celestes. Pero la investigación deparaba sorpresas.

Colosales supernovas

Para estudiar la expansión del universo, una clave yace en



Responsable del Proyecto

José Maza. PhD en Astronomía de la U. de Toronto, Canadá.
Mario Hamuy. PhD en Astronomía de la U. de Arizona, EE.UU.
Académicos del Depto. de Astronomía de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Centro de Astrofísica Fondap (Cenastro).
Núcleo Milenio de Estudio de Supernovas (MCSS)

Institución Albergante

U. Católica, U. de Chile.

Financiamiento

Programa Fondap de CONICYT.
Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo

Investigador asociado: Alejandro Clocchiatti. U. Católica. Investigador senior: Sidney Bludman. U. de Chile. Investigadores postdoctorales: Giuliano Pignata, Gaston Folatelli y Francisco Forster, U. de Chile; Jason Quinn, U. Católica. Estudiantes de posgrado: Melina Bersten, Matías Jones, Felipe Olivares y Francisco Salgado, U. de Chile; Paula Zelaya, U. Católica.



José Maza, Mario Hamuy

las supernovas, estrellas que, al acercarse su final, explotan, liberando en el espacio parte de su material. Alcanzan gran brillo y ofrecen un espectáculo cósmico difícil de igualar, para luego desaparecer lentamente.

En Chile, el profesor José Maza y su colega Mario Hamuy llevan más de 20 años estudiándolas, generando grandes avances sobre el tema. Encabezan el proyecto Chase (Chilean Automatic Supernovas Search) que, desde octubre de 2007 y gracias a los seis telescopios robóticos Prompt de Cerro Tololo, ha identificado una docena de supernovas antes desconocidas y aprovechado su luminosidad para medir la distancia de galaxias remotas.

Los investigadores explican que podrán entender cómo se expande el universo si logran medir la distancia de muchas galaxias distantes. Dado que su luz tarda millones de años

en llegar a la Tierra, al contrastar esas observaciones con las de galaxias más cercanas, los científicos podrán realizar un verdadero viaje en el tiempo. Así, compararán cómo se expande el universo hoy y cómo lo hacía en el pasado, midiendo la velocidad de su expansión.

Un descubrimiento inesperado

En 1998, las mediciones de Maza y Hamuy ayudaron a establecer que, contrario a lo que se pensaba, el universo se aleja cada vez más rápido de su centro. Fue el descubrimiento más importante de la Astrofísica contemporánea ya que, aunque se desconoce qué fuerza produce esa aceleración, se estima que constituiría casi tres cuartas partes de la masa-energía total del universo.

Se trata de una fuerza de repulsión, opuesta a la gravitacional, cuya causa no tiene que ver con la masa, la radiación u otro elemento conocido. Es una energía asociada con el vacío absoluto, uno de los mayores enigmas de la astronomía actual: la energía oscura.

Este es el tema que concentra hoy la atención de destacados investigadores de supernovas a nivel mundial, incluidos Maza y Hamuy. Para los científicos, caracterizar esta energía oscura constituye uno de los grandes desafíos de la ciencia del siglo XXI, ya que “es una fuerza que opera en el cosmos y no tenemos idea de qué es. Podría ser el eslabón perdido de la Física”, dice Maza. Es decir, el que Einstein trató de alcanzar hasta su muerte: una “Teoría del Campo Unificado”, que englobe y explique tanto la mecánica cuántica como la teoría de la relatividad.

Pioneros en astronomía

“Caminar por la vida con los ojos abiertos, mirando lo que tenemos por delante, es fundamental”, afirma José Maza. Su curiosidad se forjó en la infancia, marcada por los primeros pasos de la humanidad en el espacio de la mano del cosmonauta ruso Yuri Gagarin y las misiones Apolo de EE.UU.

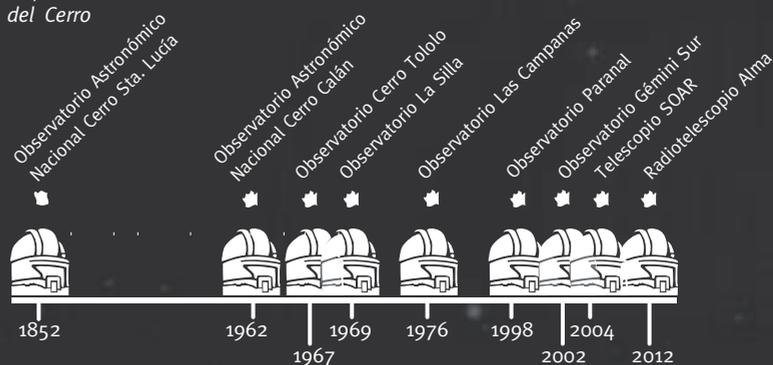
Maza alimentó esta fascinación con textos de Astronomía y visitas a un telescopio, pero nunca pensó que su afición podría ser también su trabajo. Más allá del Observatorio Astronómico Nacional del Cerro Calán, en Chile la Astronomía no existía como tal, era algo que ocurría sólo en el primer mundo. En 1966 la edificación del Observatorio Astronómico del Cerro Tololo motivó la creación de una Licenciatura en Astronomía que permitió a Maza definir su destino.

En la misma época en que Maza finalizaba sus estudios, en la vida de Mario Hamuy sucedían dos hechos decisivos: el hombre llegaba a la luna y se estrenaba la película “2001: Odisea del Espacio”. Junto con su visita a Cerro Calán a los 14 años, fueron vitales en su opción por la Astronomía.

Desde entonces, el avance en Chile ha sido vertiginoso, aprovechando las condiciones privilegiadas de los cielos nacionales y los observatorios de primer nivel que han sido

levantados en el Desierto de Atacama. José Maza recibió el Premio Nacional de Ciencias en 1999 y tanto él como Mario Hamuy figuran entre los científicos chilenos con más citas por parte de expertos de todo el mundo. El profesor Maza cree que este avance no se detendrá e, incluso, vaticina: el próximo Premio Nobel chileno será un astrónomo.

Observatorios Astronómicos en Chile



Astrónomos investigan origen de gigantes estelares

¿Dónde nacen las superestrellas?

Según narra su tía, ya a los seis años Guido Garay se debatía entre dos opciones para su futuro: ser caminero o astrónomo. A los 13 años, esta decisión se zanjó definitivamente cuando supo de la existencia de observatorios de radioondas, que permitían adentrarse en un universo invisible al ojo humano.

Fue el inicio de una carrera que hoy lo tiene como Director del Centro Fondap de Astrofísica (Cenastro), organismo que -desde la cumbre del capitalino Cerro Calán- lidera la investigación en Astronomía en el país y constituye uno de los centros más destacados en el concierto científico mundial.

Desde allí, este astrónomo encabeza el estudio sobre la formación de estrellas masivas, aprovechando las condiciones privilegiadas del país para la instalación de modernos telescopios, y la disponibilidad de los instrumentos para los investigadores chilenos, garantizada durante algunas noches al año. Como si fuera poco, el hemisferio

sur es privilegiado: desde Chile es posible ver el centro de la Vía Láctea.

Maternidades en el cosmos

Esta área de investigación es nueva en Astronomía. Hace 40 años, se sabía que las estrellas tenían un final y un origen, pero el proceso era desconocido debido a que no era visible a los telescopios tradicionales. Hoy los avances en Radioastronomía han develado muchos secretos de la génesis estelar y, de paso, abren nuevas inquietudes para científicos como Garay, que indaga en las regiones del universo donde se forman las estrellas: las “maternidades estelares”.

Esas regiones son gigantescas nubes de gas, muy frías y densas, donde se forman moléculas complejas como agua, monóxido de carbono, amoníaco e, incluso, alcohol etílico. Estas nubes se vuelven inestables y colapsan, y por el efecto combinado de las fuerzas de gravedad y centrífuga dan origen a las estrellas. El proceso dura 100 mil años, y en él



Responsable del Proyecto

Guido Garay. PhD en Astronomía de la U. de Harvard. Director Cenastro.

Institución Ejecutora

Centro Fondap de Astrofísica (Cenastro)

Línea de Financiamiento

Programa Fondap de CONICYT
Programa Fondecyt de CONICYT

Equipo

Astrónomos: Leonardo Bronfman y Diego Mardones, U. de Chile.
Estudiantes: Manuel Merello, Esteban Morales, Diego Muñoz, David Rebolledo y Patricio Sanhueza, U. de Chile.

Instituciones Asociadas

Universidad de Chile.

se producen fenómenos como la formación de un disco por efecto de la rotación de la nube molecular y la eyección de enormes chorros de gas a años luz de distancia.

El origen de las superestrellas

El equipo de Garay ha puesto su atención en las maternidades estelares de estrellas masivas, cuerpos celestes con una masa de 20 a 30 veces la del Sol, y luminosidad hasta 100 mil veces superior. Una búsqueda en la Vía Láctea ha posibilitado observar cientos de estrellas en diferentes etapas de formación y construir un modelo de formación de estos astros.

Los estudios de Garay han permitido descubrir cuál es el “caldo de cultivo” de las estrellas masivas, es decir, qué condiciones iniciales son las adecuadas para su formación. Así, afirma el astrónomo, han podido poner una pieza más en el puzzle de la Astronomía actual, ciencia cuyos enigmas sólo pueden resolverse mediante la colaboración a nivel global entre los investigadores.

En los próximos años esperan avanzar más gracias a ALMA, el proyecto que en 2012 permitirá a la ciencia contar con el observatorio radioastronómico más grande del planeta, a 5.000 metros de altura en el Desierto de Atacama. Será posible observar fenómenos nunca antes vistos, en una



Guido Garay

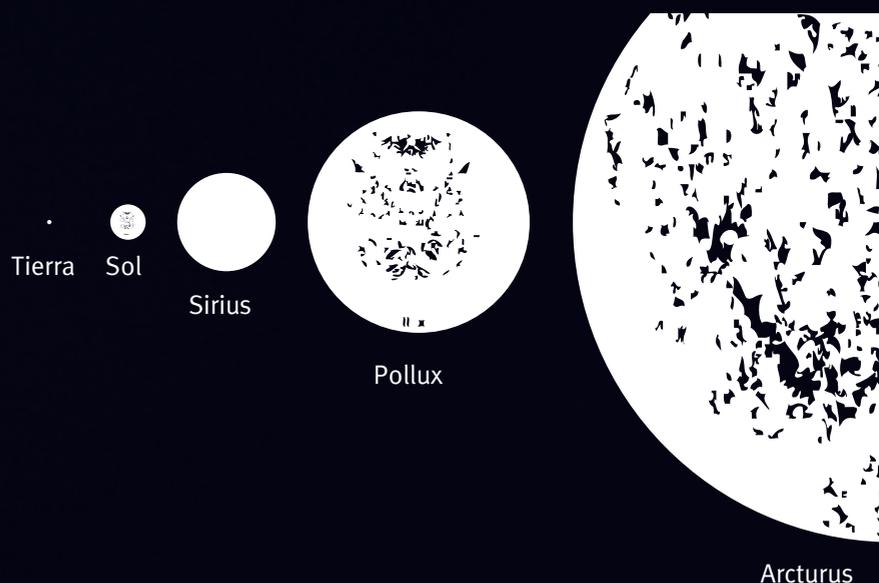
escala 100 veces superior. Como explica el profesor Garay, “con los instrumentos actuales podemos adentrarnos en la selva para observar un elefante, pero ahora podremos ver los insectos que caminan en las hojas de los árboles”.

Así, esperan estudiar los mecanismos que hacen que los chorros de gas salgan expelidos, o conocer las condiciones que existen en el núcleo de las nacientes estrellas. Con ello, dice Garay, será posible analizar las condiciones químicas y de radiación similares a las del Sol, que pudiesen permitir la existencia de otras formas de vida en alguna de las estrellas que por billones pueblan el universo.

Radiotelescopios: donde no alcanza el ojo

“El ojo ya está obsoleto”, afirma Guido Garay. El nivel de desarrollo de la Astronomía moderna ha llegado a un punto en que ya no basta con observar los cuerpos celestes; el desafío es comprender en detalle sus características y sus ciclos de vida. Ello exige contar con imágenes extremadamente detalladas, que los telescopios tradicionales no pueden alcanzar.

Ocurre que los objetos que pueblan el universo emiten ondas (como la luz), pero el espectro de ellas que el ojo puede percibir es limitado. Por ello, se han desarrollado radiotelescopios, modernas herramientas que permiten captar las ondas milimétricas que provienen de los lugares más “fríos” del universo, donde se forman las estrellas.



Un moderno sistema monitorea el océano en la Patagonia chilena

Vigía de los mares al sur del mundo

Para Silvio Pantoja, los orígenes de su pasión por el mar resultan obvios. “Yo soy de Tomé, al lado del mar”, explica este destacado oceanógrafo chileno, académico del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción y subdirector del Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (Copas) de la misma institución. Para Pantoja, investigar el mar es

fundamental para Chile, dado que -si consideran las 200 millas de mar patrimonial- la mayor parte del territorio nacional es océano.

Por ello, Copas ha venido desarrollando desde 2002 un sostenido trabajo de investigación básica en Oceanografía en el sur de Chile. Gracias al Programa de Financiamiento



Responsable del Proyecto

Carina Lange. PhD. en Oceanografía Biológica de la U. de Buenos Aires, Argentina. Directora Copas.
Silvio Pantoja. PhD en Oceanografía Costera de la U. Stony Brook, Nueva York, EE.UU. Director Ejecutivo Copas Sur-Austral.

Institución Ejecutora

Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental

Financiamiento

Programa Fondap de CONICYT, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Centro de Investigación en los Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) de CONICYT, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, Japan Marine Science and Technology Center, Centro Bjerknes for Climate Research de la U. de Bergen, Noruega, Fondo de Investigación Pesquera.

Equipo

Director de Operaciones: Giovanni Daneri, CIEP. Investigadores: Oscar Pizarro, Leonardo Castro, Renato Quiñones, Wolfgang Schneider y Rodrigo González, U. de Concepción; Humberto González, U. Austral.

Instituciones Asociadas

Universidad de Concepción.
Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia.



Silvio Pantoja

Basal de CONICYT, comenzaron en 2007 a desarrollar un sistema de monitoreo oceanográfico de las costas de las regiones de Aysén y Los Lagos. El espíritu que anima a los investigadores es efectuar un aporte concreto al desarrollo de Chile, ya que -como afirma Silvio Pantoja- “este país tenemos que hacerlo entre todos”.

Investigando en aguas agitadas

La Región de Aysén se emplaza en plena Patagonia chilena, territorio que posee algunos de los parajes naturales más bellos del planeta, pero también una compleja geografía, poblada de canales, fiordos e islas. Las conexiones con tierra son escasas y el transporte se hace a través del mar. Pese al esfuerzo de cruceros oceanográficos desplegado por la Armada de Chile, no existe la información necesaria sobre la variabilidad climática y oceanográfica de la zona Sur Austral.

Enfoques multidisciplinarios en Oceanografía

Hace menos de medio siglo, la investigación del océano aún se realizaba de manera separada por parte de distintas disciplinas. Los biólogos marinos se enfocaban en las especies que habitan los mares, los físicos en las corrientes marinas, los químicos en los nutrientes presentes en las aguas y en la contaminación que las afecta, y los geólogos en el estudio del fondo marino.

Hoy esta división se mantiene sólo en la enseñanza, ya que “hemos visto que es imposible trabajar solo”, afirma Silvio Pantoja. En la investigación de los mares se trabaja actualmente con un enfoque integrado del océano, que incluye a todas estas disciplinas, además de líneas como la Oceanografía Pesquera, la integración océano-atmósfera y las Matemáticas.

Esto es vital, considerando que la mirada global permitirá gene-

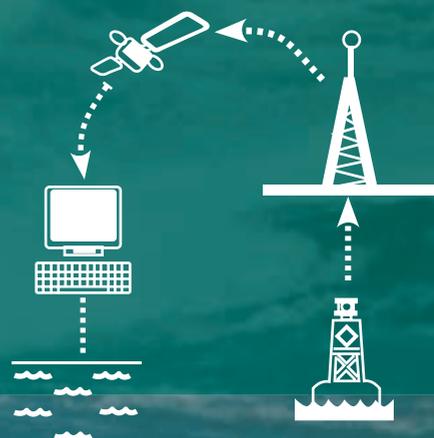
Estas expediciones son vitales para los investigadores, pero su costo asciende a casi US\$ 11 mil diarios y pueden realizar sólo mediciones esporádicas, lo que dificulta un seguimiento acabado. El profesor Pantoja define esta disciplina como “la meteorología del mar”, ya que busca observar en tiempo real lo que ocurre en los océanos y predecir su comportamiento, información clave para el desarrollo de actividades humanas en esta zona.

El sistema de monitoreo

El sistema de investigación y monitoreo oceanográfico de la Región de Aysén busca responder a este desafío, mediante sistemas automáticos de observación del océano, como boyas oceanográficas con sensores que transmiten información en tiempo real sobre distintas variables; radares de alta frecuencia que miden el movimiento de corrientes superficiales; y gliders, pequeños aviones a control remoto que planean sobre el océano recolectando datos. Cada uno cuesta más de \$ 100 millones, pero su sofisticada tecnología permite recolectar información en extensas áreas. Los datos son validados con toma de muestras y analizados por los expertos del Copas.

Los impactos de este proyecto son múltiples. Por una parte, implica un aporte decisivo para los transportes por mar al generar información en tiempo real y contribuir a mejorar la cartografía de la región. Favorece también la implementación de sistemas de alerta ante marea roja, aluviones y tsunamis. Por otra parte, esta información es útil para potenciar actividades económicas como la acuicultura, el turismo y la generación eléctrica, y dimensionar sus impactos, resguardando que se desarrollen en forma amigable con el entorno, en una zona de riqueza natural invaluable.

rar información relevante para todas las industrias y actividades de la zona: en la Región de Aysén, el sector pesquero generó más de \$ 53 mil millones en 2006, mientras que el turismo crece 15% anual y reporta ingresos por US\$ 50 millones.



Sistema de alerta temprana busca reducir impacto del fenómeno

Al acecho de la marea roja:

científicos y comunidad se unen para enfrentar flagelo

Hace un par de años ya que la rutina que don Sergio Pérez cumple a diario ha variado levemente. Junto con explotar una concesión acuícola donde cultiva choritos en Queilen, Chiloé, Pérez cumple una labor vital: es un centinela, labor que asumió voluntariamente y que consiste en recoger muestras semanales en el mar, que nutren al Sistema de Alertas Tempranas en Marea Roja (mr-SAT), implementado en 2007 por el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca).

Es por ello que la calma con que trabaja don Sergio Pérez es sólo aparente. Y es que la marea roja ha demostrado ser de temer: en 2002, en la misma isla de Chiloé, se reportaron dos muertos y 80 intoxicados, y se paralizó la

vida chilota durante casi 80 días ante la imposibilidad de nutrirse de su principal fuente de recursos: el mar. Ese año, la marea roja causó pérdidas diarias de US\$ 166 mil, con un total cercano a los US\$ 6.5 millones sólo en la isla por ese brote.

Ese crítico evento motivó a las autoridades sanitarias, representadas por Sernapesca, a contratar al equipo del Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile, liderado por Benjamín Suárez, para implementar un moderno sistema nacional que permita detectar en forma temprana la marea roja, capacitar y formar líderes locales en torno al monitoreo del fenómeno y optimizar los canales de comunicación dispuestos para la difusión de los eventos críticos.



Responsable del Proyecto

Benjamín Suárez. PhD en Biología de la U. Konstanz, Alemania. Director del Laboratorio de Toxinas Marinas de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT.

Equipo

Alejandro Clément, Plancton Andino Ltda.

Instituciones Asociadas

Asociaciones y Federaciones de acuicultores, miticultores y pescadores artesanales de Chiloé; Gobernación Prov. de Chiloé, Gobernación Marítima de Castro, Asoc. Prov. de Municipalidades de Chiloé; Municipalidades de Dalcahue, Puqueldón, Quinchao, Curaco de Vélez, Queilen, Quemchi y Quellón; Laboratorio Plancton Andino Ltda., Toralla S.A., Chilomar, Radio Estrella del Mar, Canal de TV por cable de Quellón.

Ciencia básica al servicio de un problema sanitario

Benjamín Suárez tuvo la oportunidad de aplicar en 1993 los conocimientos básicos adquiridos durante su doctorado en Ciencias en la Universidad de Kassel, Alemania, en el área de toxinas marinas. Participó en la creación del Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile y en el desarrollo del plan de acción de dicha entidad.

Hasta entonces, se había dedicado al campo de la Fisiología Muscular, estudiando el canal de sodio, mecanismo involucrado en la transmisión de impulsos nerviosos. Uno de los compuestos que altera la actividad normal de los canales de sodio es la saxitoxina, la que se suele acumular en la carne de moluscos como los que abundan en los mares de Chiloé. No obstante, al superar cierto umbral, la saxitoxina implica un serio riesgo para quien consume esos productos. Su acción es similar a la de un veneno paralizante, comienza con sensación de adormecimiento en labios, la lengua y la punta de los dedos. De no ser tratado a tiempo, puede ocasionar la muerte.

En 2002, Suárez sugirió a la autoridad sanitaria la implementación de un programa nacional de sanidad de moluscos bivalvos (PSMB) para monitorear los niveles de toxicidad de especies como choritos, machas y almejas, entre otras, en una zona que comprende desde la caleta de Pan de Azúcar, en la Región de Atacama, hasta la Región de Magallanes.

Un óptimo sistema de monitoreo

Para enfrentar la amenaza, se debía trabajar en diversas

Benjamín Suárez



áreas. Era fundamental contar con avanzada tecnología para detectar los primeros signos de marea roja. Luego, generar una plataforma que difundiera una alerta temprana. Además, había que formar personal para ejecutar un estricto protocolo de toma y manejo de muestras. A su vez, para el análisis de muestras se usaron dos procedimientos. Primero, ensayos biológicos con ratones expuestos al consumo de pequeños extractos de moluscos: la sobrevivencia o muerte de los animales es el indicador. Pero a fines de 2007, los expertos optaron por una técnica conocida como radio de ensayo, que permite detectar las toxinas paralizantes en concentración más baja que los ensayos biológicos.

Hoy el doctor Suárez se enfrenta a nuevos desafíos: si bien está satisfecho con las herramientas tecnológicas generadas en el marco del proyecto, éstas aún deben bregar con la brecha digital existente en Chile. Por otro lado, plantea que aún existe gran trabajo por hacer en cuanto la formación humana, donde el desafío apunta a la generación de líderes capaces de dar continuidad y consistencia al monitoreo permanente del fenómeno de la marea roja.

Monitoreo de mariscos para un consumo saludable

Las implicancias y alcances del proyecto liderado por el doctor Suárez fueron valoradas por otro organismo público, además de Sernapesca: el Ministerio de Salud. En 2006, encomendaron al equipo de expertos la actualización del Programa Nacional de Vigilancia de Intoxicaciones Alimentarias por Mareas Rojas.

El programa existía sin modificaciones desde su formulación en 1995, y necesitaba de manera urgente incorporar nuevas normas en alimentación, preceptos impulsados de manera conjunta por la Organización para la Agricultura y la Alimentación y de la Organización Mundial de la Salud y que constituyen un elemento vital para acciones preventivas en materia de salud.

En la actualidad, la consultoría generó una versión preliminar del nuevo plan oficial del Ministerio.

Síntomas de Intoxicación por Marea Roja Presentes en Chile



Veneno Paralizante (VPM)
Parálisis en Extremidades
Paro Cardíaco



Veneno Diarreico (VDM)
Graves Diarreas



Veneno Amnésico (VAM)
Pérdida de Memoria
Corto Plazo y Muerte

Expertos estudian desarrollo sustentable de ecosistemas completos

Recursos : ¿cuánto vale el bosque nativo?

Cuánto vale, o mejor dicho, cuánto nos entrega el bosque nativo: esa es la pregunta que el Núcleo Milenio de Servicios Ecosistémicos del Bosque Nativo (Forecos) quiere responder. Ya en 1997 científicos estadounidenses plantearon esa duda: ¿es posible ponerle un precio a los ecosistemas? Y lo lograron: US\$ 33 billones de dólares por todos los beneficios que aportan los diferentes ecosistemas naturales. Esa fue la respuesta de Robert Costanza, cofundador de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica y pionero en el tema. Esta cifra supera los PIB de todos los países del mundo combinados.

La meta de Forecos es usar también herramientas económicas para medir el impacto que tiene el manejo sustentable y la preservación de los ecosistemas boscosos chilenos. El geólogo Mario Pino, investigador senior de Forecos, explica que este enfoque económico busca demostrar que es posible cuantificar el aporte del bosque nativo y colaborar con el desarrollo de políticas de manejo sustentable. “Si uno lo plantea de manera romántica, nadie te cree”, explica.

La postura de Forecos es ecologista, no conservacionista:



Responsable del Proyecto

Mario Pino. PhD en Ciencias Naturales de la U.de Münster. Alemania. Investigador Asociado de Forecos.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio de Servicios Ecosistémicos del Boque Nativo a Sistemas Acuáticos bajo Fluctuaciones Climáticas (FORECOS)

Institución Albergante

Facultad de Ciencias, U. Austral.

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, U. Austral de Chile.

Equipo

Investigadores senior: Antonio Lara, Sandor Mulsow y Carlos Jara, U. Austral. Investigadores jóvenes: Laura Nahuelhual, Pablo Donoso, José Luis Iriarte y Mylthon Jiménez, U. Austral.

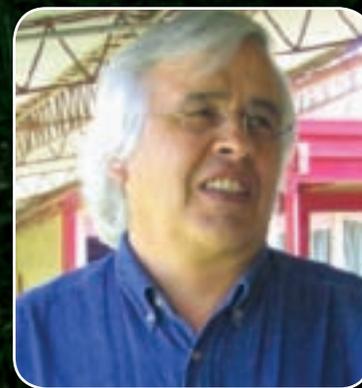
“No nos interesa encerrar al bosque entre cuatro paredes de vidrio, como en un museo. Siempre ha habido seres humanos que usan el bosque”, comenta el científico. Esta interacción no impide que los servicios que el bosque nativo presta a los seres humanos se mantengan o -incluso- aumenten

Bosque y hombre en el mismo sistema

Históricamente se ha valorado al bosque como productor de madera, leña, celulosa y otros bienes. Pero son otros los beneficios intangibles que estudian en Forecos: se trata de los llamados servicios ecosistémicos, entre los que se cuenta la belleza escénica del bosque, su rol en el equilibrio atmosférico y, especialmente, en la disponibilidad de agua, elemento decisivo para la calidad de vida de las personas y la economía del país.

Una parte importante de las investigaciones del centro se destinan, a través del análisis de los anillos de los árboles y los sedimentos de los fondos de los lagos, a reconstruir su historia y los servicios ecosistémicos que entregaron en el pasado. Han logrado así establecer la importancia del bosque nativo en la regulación del ciclo del agua en los ríos de la región. Las especies nativas chilenas, al ser de lento crecimiento, forman un bosque más eficiente, que consume menos agua y la conserva mejor.

Han estudiado también los cambios del clima, del bosque y del agua a lo largo del tiempo. Por ejemplo, han reconstruido el caudal del Río Puelo, determinando la existencia de ciclos de 84 años cuyos momentos de mayor sequía se han ido agudizando en épocas actuales. Sus hallazgos han sido recogidos en las más importantes revistas científicas



Mario Pino

internacionales, como Journal of Biogeography, Ecoscience o Journal of Climate.

Con ayuda de la comunidad

Para estudiar lo que hoy ocurre a los bosques, han instalado una extensa red de monitoreo, en la que participan las comunidades locales midiendo los suelos, el caudal de los ríos y las condiciones climáticas de más de 35 cuencas de la zona. Los datos son la materia prima de investigaciones en hidrología, ecología y manejo sustentable con aplicaciones en ámbitos insospechados.

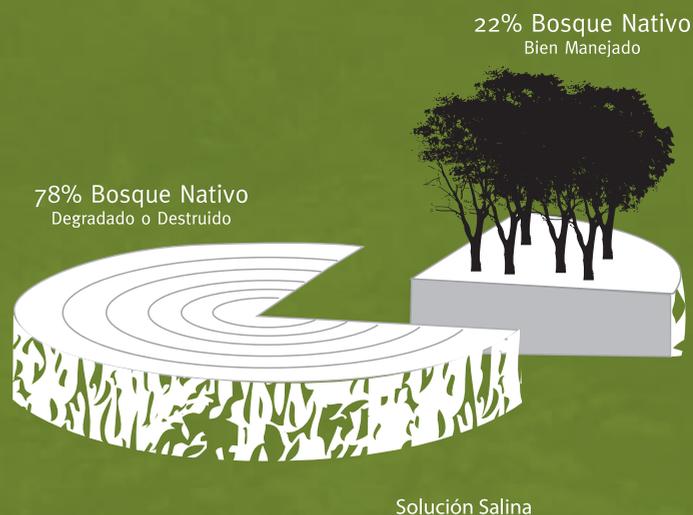
Uno de los beneficiados, por ejemplo, podría ser la industria salmonera del fiordo de Reloncaví, que enfrenta periódicamente la muerte de peces debido a escasez de oxígeno en el agua. Se sabe que el nivel de oxígeno depende del caudal del Río Puelo: si se logra establecer una relación matemática, se podrían prever estos eventos.

Para que no enturbiamos el agua

El análisis del pasado y el monitoreo actual permiten, además, hacer proyecciones a futuro, intentando descifrar qué ocurrirá con el agua en un contexto de cambio climático.

Para Mario Pino, el agua será un factor clave en el futuro de la economía del país: “Si queremos ser exportadores de productos agrícolas, generar biocombustible y celulosa, y al mismo tiempo producir hidroelectricidad y criar salmones, el agua simplemente no alcanza”.

Frente a este escenario, el desarrollo de modelos proyectivos permitiría generar propuestas de desarrollo económico específicas para cada cuenca, identificando qué actividades son compatibles de desarrollar en cada una.



“Libros rojos” regionales analizan estado de la flora nativa chilena

Narrando la historia de la vegetación del Norte Chico

Saber cuántas especies hay, para poder protegerlas, parece ser la premisa de Francisco Squeo, investigador de la Universidad de La Serena, que ha trabajado desde hace dos décadas en el estudio de la flora de la zona norte del país.

La creciente preocupación por las “listas rojas” de especies amenazadas de extinción, que publica la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), fue el incentivo necesario para que, junto con Conaf, iniciara el trabajo de recopilar e investigar la información que daría como resultado el “Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo” (2001). Se trata de una iniciativa pionera en el

país, que permitió reconocer 1.478 especies nativas de la zona, evaluar su estado de conservación y clasificar al 14% en categorías de amenaza de extinción.

Desde el año 2005, en tanto, se abocaron a la realización de idéntico proyecto en la Región de Atacama, el que vio la luz en marzo de 2008 gracias al apoyo del Gobierno Regional de Atacama. La obra compendia alrededor de 1.100 especies de las cuales casi 10% se encuentra bajo amenaza.

Una larga lista roja de alerta

Los “libros rojos” -que ya han sido replicados en otras zonas del país- son una iniciativa que trasciende las fron-



Responsable del Proyecto

Francisco A. Squeo. PhD en Biología de la U. de Chile. Profesor titular de la Fac. de Ciencias de la U. de La Serena.

Institución Ejecutora

Universidad de La Serena.

Financiamiento

Fondo Nacional de Desarrollo Regional.
Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
CONICYT.

Equipo de trabajo

Gina Arancio y Julio Gutiérrez, U. de La Serena.

Instituciones Asociadas

Gobierno Regional de Atacama, Gobierno Regional de Coquimbo, Corporación Nacional Forestal, Servicio Agrícola y Ganadero, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Instituto de Ecología y Biodiversidad, entre otras

teras de la ciencia. Son un aporte decisivo para diseñar estrategias de forestación y protección de ecosistemas; enseñar a los niños y jóvenes a conocer y apreciar el patrimonio natural del país; y orientar los proyectos de desarrollo regional y comunal.

Se presentan, por lo mismo, como una atractiva fuente de estudio y diseño de estrategias de ecoturismo. Según Sernatur, se estima que el ingreso por esta actividad llega a US\$ 1.500 millones al año. Una parte importante de esas ganancias proviene de turistas europeos y norteamericanos, los que -según la misma entidad- son los que mayor interés tienen en conocer las riquezas naturales del país.

Una vida para la naturaleza

El trabajo de Squeo se divide en varias áreas: es profesor de la Universidad de La Serena, investigador del Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB) y del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA); y miembro del Comité para la Clasificación de Especies Silvestres. “Trabajo desde la ciencia básica hasta la política ambiental”, explica el multifacético biólogo.

En la Universidad de La Serena, trabajó con la profesora Gina Arancio para desarrollar el Herbario de dicha casa de estudios, que hoy cuenta con más de 30 mil especímenes



Francisco Squeo

que agrupan la diversidad de la flora del norte de Chile, lo que facilitará el trabajo futuro de quienes deseen estudiar la riqueza vegetal nativa de nuestro país.

Impulsado por sus exploraciones del norte del país junto a investigadores como Mary Kalin, Carolina Villagrán o Juan Armesto, lidera una nueva línea de investigación en Chile: la Ecofisiología Vegetal. Esta disciplina combina enfoques ecológicos y fisiológicos para explicar cómo funcionan las plantas en el ambiente y los patrones de biodiversidad resultantes.

Ecología y conservación: la hora de las decisiones

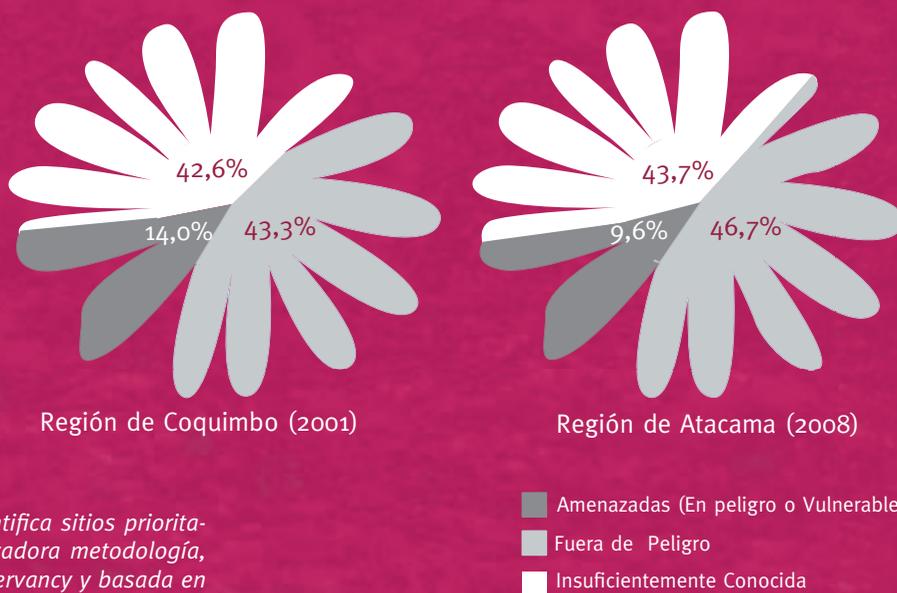
Junto con el “Libro Rojo de la Región de Atacama”, se presentó el texto “Flora Amenazada de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación”, destinado específicamente a las personas que deben tomar las decisiones.

Esta versión sintetizada presenta recomendaciones concretas para mejorar los estudios de impacto ambiental y establecer mecanismos de mitigación que reduzcan el impacto a niveles aceptables, junto con compensaciones.

En esta última línea existen posibilidades más que interesantes, plantea Francisco Squeo, como el establecimiento de áreas silvestres protegidas privadas, e -incluso- abre la posibilidad de desarrollar turismo ecológico.

El Libro Rojo de la Región de Atacama identifica sitios prioritarios de conservación a través de una innovadora metodología, desarrollada con ayuda de The Nature Conservancy y basada en las metas de conservación definidas por el mismo Estado.

LA FLORA NATIVA DEL NORTE CHICO



Estudio de madrigueras permite constatar cambios en el desierto

Roedores del desierto chileno: guardianes del cambio climático



Sigue las huellas que se internan por las planicies secas del norte chileno como antaño lo hacían los rastreadores, con una mezcla de ansiedad y de entusiasmo que anticipa el momento del descubrimiento. El biólogo Claudio Latorre, especialista en Paleoecología y Paleoclimatología y académico de la Universidad Católica, se siente en permanente estado de alerta cada vez que se interna en el Desierto de

Atacama para seguir, como un auténtico detective del pasado, las pistas hacia los refugios de familias de roedores como las chinchillas, las vizcachas o los lauchones orejados, entre otras.

Latorre es uno de los líderes mundiales en una línea de investigación conocida como paleomadrigueras: éstas consisten en acumulaciones orgánicas hechas por los



Responsable del Proyecto	Claudio Latorre. PhD en Ciencias, mención Ecología y Biología Evolutiva de la U. de Chile, Investigador Asociado del IEB.
Institución Ejecutora	Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad, (IEB).
Institución Albergante	U. de Chile
Financiamiento	Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. Programa de Financiamiento Basal de CONICYT. Programa Fondecyt de CONICYT
Equipo	Investigadores Colaboradores: Antonio Maldonado, CEAZA; Calogero Santoro, U. de Tarapacá; Patricio Moreno, IEB. Estudiantes de postgrado: Eugenia Gayo y Felipe Matus, U. Católica. Estudiantes de pregrado: Francisco González, Natalia Villavicencio, Carol Berríos, Karla Ojeda, Susan Hitsch y Eduardo Ascarrunz, U. Católica. Licenciados: Francisca Díaz, Marcela Salinas y Paola Villegas, U. Católica.

roedores que habitan zonas rocosas. Contienen fecas, huesos, insectos y restos vegetales encasillados en orina cristalizada (llamada amberat). Dado que suelen permanecer protegidas dentro de cuevas o en profundos aleros, son una herramienta interesante para estudiar cómo han cambiado las comunidades del desierto a través del tiempo.

Fue en Arizona, a miles de kilómetros del desierto de Atacama, donde Claudio Latorre descubrió sus primeras madrigueras de roedores, en un trabajo mancomunado con el destacado paleoecólogo Julio Betancourt, del Laboratorio del Desierto de la Universidad de Arizona, en Estados Unidos. Y fue en ese lugar que Latorre comenzó a concebir la idea de traer esa línea de investigación a Chile para probarla en el Desierto de Atacama, un lugar igual de rocoso y más árido que el de Arizona.

Los secretos de las paleomadrigeras

Desde el año 2000, Latorre realiza investigaciones en paleomadrigeras en Chile. Sus hallazgos han permitido develar que, en la parte más árida y desolada del Desierto de Atacama -la que Latorre llama “el desierto absoluto”- habitaron en el pasado especies vegetales y animales que hoy existen en otras latitudes y bajo otros climas, abriendo la puerta para medir la evolución e impacto del cambio climático. Las perspectivas de su trabajo radican, por tanto, en la posibilidad de “reconstruir el clima más allá de los instrumentos que tenemos”, dice el científico.

Otra de las revelaciones que ha permitido obtener el



Claudio Latorre

método de las paleomadrigeras es la variabilidad que presenta el sistema climático en el cual estamos inmersos y que se conoce como período interglacial. Este sistema que nos acompaña hace 9.000 años, desde los inicios de la agricultura, en la actualidad no está sometido sólo a las variaciones o ciclos naturales, sino también a las alteraciones que estaría provocando en el clima la actividad del hombre. Se sospecha que la incidencia humana actual, particularmente sobre el ciclo del carbono, haría que el sistema climático respondiese con cambios mas abruptos aún, produciéndose variaciones apreciables en el concierto de unas pocas décadas.

La investigación desarrollada por Latorre permitirá, entonces, visualizar qué cambios han experimentado algunos ecosistemas en Chile y con qué velocidad se están produciendo las variaciones climáticas hoy.

Una alianza entre Paleoecología y Arqueología en Chile

El nuevo desafío de Latorre es acercar la Paleoecología con la Arqueología. A través de proyectos apoyados por el Programa Fondecyt de CONICYT, el científico generó una alianza con el arqueólogo Calogero Santoro, de la Universidad de Tarapacá, para estudiar sitios ubicados a más de 3.000 metros de altura: la elección de esos puntos es clave, ya que -si bien hoy son extremadamente áridos- hace más de 14.000 años atrás contenían imponentes ecosistemas lacustres.

La meta de los investigadores es encontrar sitios arqueológicos de más de 14.000 años en las áreas cercanas a esos lagos, ya que todo indica que debieran haber generado condiciones para sustentar la presencia humana.

Para ello, se han dedicado a recorrer esa zona poniendo atención en tres tipos de sitios: a campo abierto, en busca de vestigios de fogones; en los aleros encontrados en grandes formaciones ro-

cas y en los afloramientos de vertientes (paleoverrientes). Aunque la investigación aún no ha concluido, ya han encontrado algunos restos arqueológicos y un sitio muy promisorio donde todo indica que hubo presencia animal y vegetal suficiente como para favorecer un asentamiento humano.



Estudios pueden optimizar el cultivo de cepas

Una copa de **VINO** por el cambio climático

Chile exportó 592 millones de litros de vino, casi 1.000 millones de dólares, en 2007. En una década, esta industria creció 112%, abarcando 114 mil hectáreas de terreno a lo largo del país. Actualmente, Chile es décimo en el ranking de las naciones productoras. Ahora, a pesar de que 62% de la producción nacional es para consumo internacional, este sector está rezagado en cuanto a la adopción de medidas que garanticen sustentabilidad y competitividad a una industria siempre expuesta a los ojos del mundo.

Los competidores en el área, como Estados Unidos y Sudáfrica, sí realizan amplios estudios e inversiones en desarrollo, y en sus proyecciones ya han incorporado la variable del cambio climático como sustancial en el futuro del rubro. Pero el país que más ha avanzado en la materia es Australia, que ya cuenta con un plan estratégico llamado

Australia Strategy 2025.

Para reorientar y hacer aún más competitiva la industria vitivinícola chilena, los investigadores Pablo Marquet, Mary Kalin y Olga Barbosa, del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), presentaron un proyecto al Programa de Financiamiento Basal de CONICYT para evaluar el impacto del cambio climático en los viñedos premium de Chile. Así, en conjunto con los empresarios, se espera desarrollar planes de manejo que potencien la coexistencia de las especies nativas junto con los cultivos de viñedos y no impidan la respuesta de estas al cambio climático..

Aceleración del cambio climático

La preocupación global por el cambio climático se sustenta en reportes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que señalan que la temperatura ha au-



Responsable del Proyecto

Pablo Marquet. PhD en Biología de la U. New Mexico State, EE.UU. Profesor titular de la Fac. de Cs. Biológicas de la U. Católica.

Institución Ejecutora

Instituto de Milenio de Ecología y Biodiversidad, (IEB).

Institución Albergante

U. de Chile.

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. Programa de Financiamiento Basal de CONICYT. Aportes privados.

Equipo

Mary T. Kalin Arroyo y Olga Barbosa, IEB.

Instituciones Asociadas

Viña Cono Sur, Viñedos Emiliana.

mentado en $0,6^{\circ}\text{C}$ promedio desde 1860; y que los costos asociados para la economía mundial son de más de US\$ 2 billones, esto es, el 5% anual del PIB mundial.

El trabajo del IEB se basa en el paradigma de los servicios ecosistémicos. Según un artículo de la revista Nature titulado “Diversidad sin representación”, del cual Mary Kalin es coautora, dos tercios de los servicios ambientales están siendo degradados o no están siendo ocupados de forma sustentable.

Los servicios ecosistémicos más importantes para la industria vitivinícola son la producción de suelo fértil (presencia de microorganismos como hongos y bacterias, entre otros), el control de plagas y la mitigación de inundaciones y sequías producto de la presencia de vegetación natural. Este último servicio es de especial interés para las viñas nacionales y se deriva de la presencia de árboles como el peumo, litre, quillay y boldo, los que, paradójicamente, no se encuentran protegidos por ninguna ley.

Catastros de servicios

La labor de los investigadores del IEB busca reunir toda la información disponible de los viñedos del valle central. Datos como la distribución, cantidad y nivel de acidez de las cepas, rendimiento de suelos y tipo de clima, pasan a formar parte de un modelo de medición del impacto suscitado por el cambio climático. En base a los resultados, se llegará a generar un conjunto de recomendaciones y sugerencias, las que pueden ir desde reubicar los viñedos



Olga Barbosa, Mary T. Kalin y Pablo Marquet

más hacia el sur del país hasta cambiar el tipo de cepa por aquellas más convenientes para producir en determinadas zonas.

Otro servicio que se puede desarrollar es la generación de un mapa de riesgo que evaluará las posibilidades de infección de los viñedos. Dado los tremendos beneficios que tiene este trabajo, los investigadores ya cuentan con la colaboración de la Viña Cono Sur y Viñedos Emiliana, y han tomado contacto con la Asociación de Vinos de Chile, teniendo una prometedora acogida.

La meta es que la conciencia sobre el impacto del calentamiento global en la industria permita no sólo proteger este rubro productivo, sino que, además, servir de modelo para otros cultivos tan relevantes como el de la vides.

Experiencia pionera en el Hudson

En 1989, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU., preocupada por la calidad del agua para consumo humano en Nueva York, planteó dos alternativas a sus habitantes, según consigna la publicación *Action Bioscience*, del American Institute of Biological Sciences. Por un lado, filtrar toda el agua potable que la ciudad consumía, a un costo de US\$ 6 millones. Por otro lado, mejorar las prácticas de uso de suelo en los terrenos de la cuenca del Río Hudson.

Se optó por esta última vía, compensando económicamente al sector agrícola que tuvo que reconvertir las formas y medios por los cuales explotaban sus tierras. Los aportes de la agencia gubernamental serían usados como capital de inversión inicial para nuevos negocios. Los campesinos, a su vez, se transformaron en los custodios de los servicios ambientales del estuario, recibiendo asistencia técnica para la administración de las granjas y financiamiento para mejorar su equipamiento.

Esta experiencia se ha constituido en un valioso precedente para aquellos investigadores que han concentrado su interés en el paradigma de los servicios ecosistémicos.

Efectos del cambio climático en la temperatura

Estratósfera Inferior
Disminución de la Temperatura
(de $0,2^{\circ}$ a $2,5^{\circ}$ desde 1979)

Topósfera
Aumento de la Topósfera Inferior y Media
(entre $0,2^{\circ}$ y $0,4^{\circ}$ C de alza)

Cerca de la Superficie
Aumento de la Temperatura del Aire Marino
(entre $0,4^{\circ}$ y $0,7^{\circ}$ C de alza)



Afectan a suelos y semillas

Tolerancia cero con las malezas parásitas

O riginarias de la cuenca del Mediterráneo, las malezas parásitas del género *Orobanche* están presentes en gran parte del mundo y afectan tanto a los suelos como a las semillas de los cultivos hospederos. Son plantas con una enorme capacidad de dispersión y diseminación, al punto de que han sido detectadas en lugares tan distantes como Estados Unidos y Australia.

Ciertos cultivos, como el tomate, la papa o el tabaco, son del tipo hospedero, es decir, están expuestos a la acción de las malezas parásitas, las que se enraízan en los culti-

vos muy tempranamente, privándolos del agua y nutrientes que requieren para su óptimo crecimiento y reproducción.

Estudios a nivel internacional ayudan a dimensionar el daño: en el Cercano Oriente, al sur y este de Europa, y en varias repúblicas de la ex Unión Soviética, causan pérdidas de rendimiento que varían de 5% a 100%. En Marruecos, las leguminosas perdidas causaron en 1994 pérdidas promedio de 32% en cinco provincias, equivalente a 14.389 toneladas, estimadas en US\$ 8,6 millones según la FAO.



Responsable del Proyecto

Jorge Díaz, PhD de la U. de Córdoba, España. Investigador del INIA-Carillanca.

Institución Ejecutora

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Carillanca.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT, Genexpress, SGS Chile.

Equipo

Rafael Galdames y Humberto Gajardo, INIA-Carillanca; Belén Román Del Castillo, U. de Córdoba, España.

Instituciones Asociadas

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Tecnología para detectar y cuantificar malezas

En el centro del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Carillanca, que en mapudungun significa “tesoro de joyas verdes”, Jorge Díaz y Rafael Galdames se encuentran abocados a validar una herramienta moderna que sustituya a los sistemas que actualmente se emplean para detectar las malezas parásitas, que son fundamentalmente visuales y que no aportan un diagnóstico certero y oportuno.

Para estos efectos, han centrado su mirada en la técnica conocida como PCR en Tiempo Real, herramienta provechosa en el ámbito de la salud que se emplea en estudios biotecnológicos y diagnósticos clínicos. Es capaz de identificar con elevada tasa de rigor y en forma casi instantánea la presencia de un determinado organismo y su cantidad o concentración.

Los investigadores han llevado a cabo pruebas tomando muestras de suelo o semillas. Luego, se procesa la información genética de la Orobanche para determinar los genes que distintivamente son marcadores de la existencia del organismo. Además, están avanzando en el diseño de un protocolo, tanto en muestras de suelo como de semilla, para detectar rastros de esta peligrosa maleza.

La importancia de persistir

Parte fundamental de los antecedentes de este proyecto se remontan a una iniciativa anterior dirigida por el mismo Jorge Díaz. Este proyecto buscaba evaluar la respuesta de la especie ante la instauración de un sistema de control variado, el que se componía de varios estímulos. Por un lado,



Jorge Díaz y
Rafael Galdames

introdujeron un micro-agente, una pequeña mosca que tiene la particularidad de consumir las semillas de esta maleza. Además, se usó un control químico para evaluar ciertos productos germicidas y las formas en que se aplican.

Por último, se realizó un control integrado que, en términos simples, implica plantar en las épocas del año menos perjudiciales para la reproducción de la planta. Si bien no se logró erradicar definitivamente la maleza, sí se lograron avances en cuanto a mitigación del problema fitosanitario a través de la elaboración y difusión de algunas normas de manejo entre los agricultores.

Para los investigadores, lo fundamental ha sido poder re-dirigir sus esfuerzos hacia una etapa anterior a la fase de control, vale decir, concentrarse en el diagnóstico y la búsqueda de una técnica de identificación eficiente y novedosa, como todo indica que puede ser el PCR en tiempo real.

Invitadas entre las piedras

Se conocen más de 160 especies y lo más preocupante es que de la lista de las más nocivas, dos están en Chile: la Orobanche ramosa, que daña los cultivos hortícolas y habita entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía; y la Orobanche minor, que afecta a la industria forrajera de la región del Bío-Bío y La Araucanía, en especial a las siembras del trébol y la alfalfa. Las autoridades están atentas al peligro que implica su expansión, considerando especialmente el plan oficial que apunta a ubicar a Chile como una potencia alimentaria.

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha declarado a la Orobanche como una maleza cuarentenaria, lo que implica no sólo la destrucción de las plantas afectadas, sino la total prohibición de cultivos hospederos en los predios donde estas malezas son detectadas. Otra medida ha sido el establecimiento de una rigurosa barrera fitosanitaria en la Región de La Araucanía, de tal manera que esta indeseable maleza no se traslade más hacia al sur, evitando que afecte, entre otros, a los cultivos de papas.



Ayudan a entender impacto de cambios en el entorno

La promesa gigante de los organismos microscópicos



Aunque invisibles al ojo humano, en un gramo de tierra es posible encontrar 100 millones de células y 10 mil especies diferentes de microorganismos. Desde hace años, estas formas de vida vienen siendo estudiadas por microbiólogos chilenos, conscientes de que los microorganismos constituyen parte fundamental de los ecosistemas, explica el bioquímico Bernardo González, de la Universidad Católica y director del Núcleo Milenio de Ecología Microbiana, Microbiología y Biología Ambiental (Emba).

Estos investigadores desarrollan desde 2006 investigación básica sobre la forma en que responden los microorga-

nismos a las perturbaciones del medio ambiente, ya sean producidas por la naturaleza o por el hombre. Así, buscan comprender mejor los problemas ambientales e, idealmente, contribuir a su solución.

El microbio y el mar

Parte del trabajo del Emba se concentra en la Universidad de Concepción, donde investigadores liderados por el oceanógrafo Osvaldo Ulloa estudian la Zona de Mínimo de Oxígeno, fenómeno que ocurre en algunos océanos, incluido el Pacífico, frente a las costas de Chile y Perú. Se trata de zonas estables del mar, entre 80 y 200 metros de profundidad, con bajos niveles de oxígeno pero rodeadas



Responsables del proyecto

Bernardo González. PhD en Ciencias Biológicas de la U. Católica. Investigador Responsable del EMBA.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio de Ecología Microbiana, Microbiología y Biología Ambiental (EMBA)

Institución Albergante

Departamento de Genética Molecular y Microbiología, U. Católica.

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo de trabajo

Michael Seeger, UTFSM; Mónica Vásquez, U. Católica; Osvaldo Ulloa, U. de Concepción.

de otras con niveles normales o altos. En ellas habita diversidad de microorganismos y el estudio de su comportamiento permitirá entender la respuesta de los ecosistemas a fenómenos como el cambio climático. Los resultados ya han sido publicados por la revista "Science", uno de los medios de mayor impacto científico en el mundo.

Otra línea de investigación del Emba es la marea roja, producida por microorganismos que secretan toxinas en grandes cantidades que luego son absorbidas por los moluscos, volviéndolos tóxicos para el ser humano. Mónica Vásquez, desde sus laboratorios en la Universidad Católica, intenta descifrar cómo y para qué los microorganismos producen las toxinas. A través de un proyecto apoyado por el Programa Fondef de CONICYT, busca crear un modelo de diagnóstico molecular que permita detectar las toxinas de manera más rápida y directa, ya que hoy los ensayos que se basan en modelos animales tardan hasta tres días en revelar su presencia. Un nuevo y más rápido método permitiría tomar medidas preventivas antes de que se produzcan casos de intoxicación en seres humanos.

Una limpieza microscópica

El trabajo de González, en tanto, está en tierra firme. Desde 1990 estudia bacterias capaces de destruir contaminantes ambientales difíciles de degradar, como los que derivan del cloro. El investigador explica que para cada contaminante hay al menos un grupo de microorganismos capaz de biodegradarlo. Esto puede darse de manera natural (autodepuración); por intervención humana, estimulando a los microorganismos limpiadores (bioestimulación), o introduciendo microorganismos (bioaumentación).



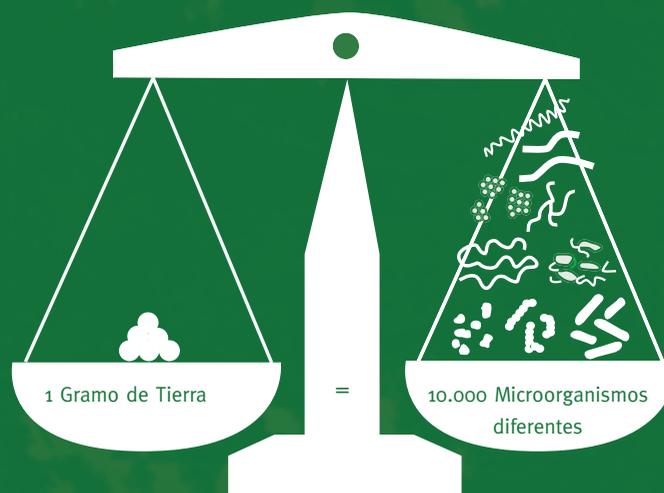
Bernardo Gonzalez

Estas investigaciones, junto con las que desarrolla en Valparaíso el doctor Michael Seeger, de la Universidad Técnica Federico Santa María, podrían traducirse en aplicaciones para recuperar suelos contaminados por herbicidas o fungicidas, o procesos industriales. No conforme con ello, hace cinco años que González ha puesto su atención en los metales pesados, elementos tóxicos que no se pueden degradar. Junto con ecólogos, estudia sus efectos en los microorganismos y cómo algunos de ellos minimizan el impacto en el ambiente. Estas investigaciones tienen un enorme potencial en el manejo de residuos sólidos y líquidos de la minería, problema de relevancia en el norte chileno.

Formación y difusión: ecólogos para el mañana.

"Cuando termine este proyecto, sin duda voy a tener más papers publicados y escritos, pero lo más importante es que existirá una base mucho mayor de investigadores jóvenes", afirma Bernardo González. El experto explica que uno de los aportes clave del Emba es la formación de doctorados y post doctorados capaces de desempeñarse en ciencia básica, intermedia o aplicada; en consultoras ambientales, organismos públicos o privados, y en contacto con otras disciplinas.

Pensando en un futuro menos inmediato, el Emba ha desplegado también interesantes iniciativas de difusión a través de su sitio web. En colaboración con el Ministerio de Educación, desarrolló un portal destinado a difundir su trabajo hacia el mundo escolar; y un laboratorio virtual, espacio que permite a la comunidad contactarse con los investigadores y plantearles sus inquietudes.



Investigaciones ayudan a prevenir grandes pérdidas

Amenaza subterránea: estudian causas e impacto de grandes terremotos

El terremoto de Valdivia en 1960 liberó una energía equivalente a más de un millón de bombas atómicas como las lanzadas sobre Hiroshima en la II Guerra Mundial: dicha cantidad también se puede comparar con toda la energía que consume durante un año Estados Unidos. El sismo aún está registrado como el mayor de la historia del mundo, con 9,6 grados en la escala de Richter (que mide la energía liberada) y 11 a 12 en la de Mercalli (que evalúa los daños causados).

Que la tierra se mueva en Chile es una experiencia cotidiana, es el costo de vivir en el país más sísmico del planeta, ubicado en el borde de contacto de las placas de Nazca y la continental Sudamericana, las cuales están en constante actividad. Por ello, el territorio nacional es “el mejor laboratorio del mundo para estudiar los grandes terremotos”, explica el destacado geofísico nacional Jaime Campos.

El estudio científico instrumental de los movimientos te-



Responsable del Proyecto	Jaime Campos. PhD en Geofísica Interna de la U. París VII, Francia. Investigador Responsable CIIT-MB.
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio Centro Intenacional de Investigación de Terremotos Montessus de Ballore.
Institución Albergante	Depto. de Geofísica, U. de Chile.
Financiamiento	Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS).
Equipo	Sergio Barrientos, Sofía Rebolledo, Gabriel Vargas, Sergio Sepulveda, Maximiliano Astroza, Claudio Fonca, Edgar Kausel, Miguel Angel Parada y Carlos Palacios, U. de Chile.
Instituciones Asociadas	U.Católica del Norte, U. de Concepción. CNRS-Francia; Institut de Physique du Globe, Francia; Ecole Normale Supérieure de París, Francia; GFZ-Potsdam, Alemania; Lab. Seismology, Caltech, EEUU.

lúricos en el país se remonta a 1908, con la fundación del Servicio Sismológico de Chile, creado en respuesta al terremoto de 1906 que destruyó Valparaíso. Un siglo después, el Núcleo Científico Milenio en Sismotectónica y Peligro Sísmico, albergado en el Departamento de Geofísica de la U. de Chile, se ha convertido en referente en investigación básica en la materia, dando origen al Centro Internacional de Investigación de Terremotos Montessus de Ballore (CIIT-MB).

Conocer para no caer

Jaime Campos, director del CIIT-MB, explica que “mientras más sepamos sobre la amenaza sísmica, mejor preparados podemos estar”. Este conocimiento nos permite enfrentar de mejor manera los desafíos de la Ingeniería y Diseño antisísmico, factores determinantes en las pérdidas que producen estos fenómenos, tanto económicas como en vidas humanas.

Frente a un terremoto, el comportamiento de un edificio no antisísmico puede provocar muchas muertes, además de la pérdida del inmueble. El terremoto de 1995 en Antofagasta y Calama tuvo pérdidas económicas de más de US\$ 1.600 millones. Estas son las cifras que se podrían reducir con estas investigaciones. Los investigadores han formado un grupo multidisciplinario de expertos en geofísica, geología, tectónica, geotecnia, ingeniería antisísmica, sismología, deslizamientos y avalanchas; construyendo un lenguaje común que permita enfrentar de mejor manera este desafío nacional. Indagan en las diversas dimensiones de los fenómenos sísmicos y otros como tsunamis, maremotos y volcanismo, que también responden a mecanismos que la Tierra tiene para liberar energía.



Jaime Campos

Una voz de alerta

La especialidad de Campos es el estudio de las fuerzas que originan los grandes sismos. La investigación del Núcleo Milenio ha permitido cambiar la visión sobre los peligros de los terremotos en Chile, ya que la norma vigente se basaba en grandes episodios ocurridos en las costas, como el de Valdivia o el de 1985 en la Zona Central. Sin embargo, no contemplaba terremotos con origen a más de 70 km de profundidad, que pueden llegar a ser más violentos y dañinos, pese a no alcanzar grandes magnitudes. Otra arista que quedaba fuera de los análisis eran los terremotos superficiales asociados con la formación de la Cordillera de los Andes.

Este trabajo ha significado una reevaluación de la amenaza sísmica, además de la generación de conocimiento y metodologías que hoy se aplican a otras zonas del país. Actualmente despliegan sus esfuerzos en la zona de Aysén, buscando comprender las causas de los fenómenos que desde 2007 se registran en el fiordo de Aysén y en los volcanes Chaitén y Llaima.

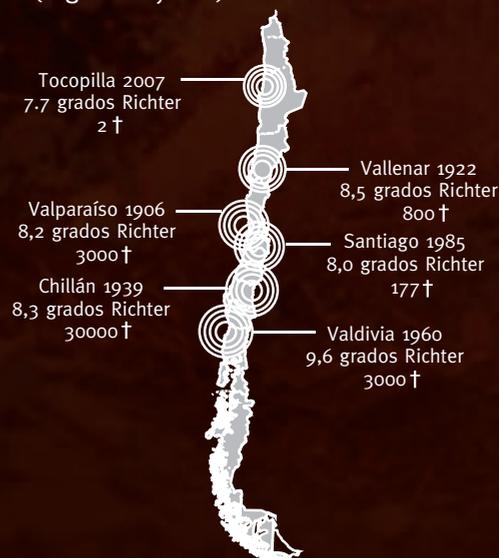
La Falla de San Ramón

A futuro, el CIIT-MB espera transformarse en un centro de investigación internacional de terremotos de primera línea, que atraiga a investigadores de todo el mundo y estudiantes de América Latina. Bajo el alero del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS), colaboran con importantes centros Internacionales de Francia, Alemania y EE.UU.; y han creado un programa de colaboración en torno a tres zonas de estudio: Norte y Centro de Chile y la región de Aysén.

En paralelo, gracias a las investigaciones realizadas por el Núcleo Milenio de Sismotectónica, se ha podido confirmar la existencia de fallas activas en la zona central, siendo la principal la falla de San Ramón, fractura geológica responsable del ascenso de la Cordillera de Los Andes.

La “Falla de Ramón”, como también se la conoce, se ubica junto al sector oriente de Santiago. Los investigadores trabajan en estos momentos en determinar si esta falla pudo haber originado el sismo que arrasó el Santiago colonial en 1647.

Grandes Terremotos en Chile (Siglo XX y XXI)



Física del plasma y fusión nuclear controlada en dispositivos pequeños

Energía a pequeña escala para resolver grandes problemas

● Qué tienen en común el descubrimiento de yacimientos de petróleo con la detección de minas antipersonales? Ambas metas pueden ser logradas con nuevas aplicaciones desarrolladas en el campo de la Física del plasma por científicos chilenos liderados por el físico Leopoldo Soto, doctor en Física de la Universidad Católica y miembro de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChen).

Soto y su equipo trabajan en fusión termonuclear, fenómeno que da origen al sol y las estrellas, ejemplos de plasma producido a altísimas temperaturas. El plasma es el cuarto estado de la materia, al que se llega tras someter a ésta a elevadas temperaturas, pasando de sólida a líquida, luego a gaseosa y finalmente a plasma.

Una de las metas es producir fusión nuclear con métodos

que generen más energía que la que consumen. El desafío no es menor: en 2008, Estados Unidos destinó US\$ 110 millones para investigar en esta área. Al reflexionar sobre este dilema, Soto descubrió que había interrogantes no resueltas, como los límites de mínima energía requerida para generar fusión nuclear controlada. Se dedicó a esos enigmas y sus hallazgos en los últimos años lo sitúan a la vanguardia mundial del estudio de la Física del plasma en dispositivos pequeños.

Dispositivos pequeños

La tecnología para experimentar con fusión termonuclear a gran escala es costosa y radica en grandes potencias mundiales. Pero, como indica el profesor Soto, “al plasma le importa la cantidad de energía por unidad de volumen.



Responsable del Proyecto

Leopoldo Soto. PhD en Ciencias Exactas con Mención en Física de la U. Católica. Jefe del Departamento de Plasmas Termonucleares de la CChen.

Institución Ejecutora

Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChen)

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT

Equipo de trabajo

José Moreno y Luis Huerta, U. Católica; Cristian Pavez y Ariel Tarifeño, U. de Concepción; Miguel Cárdenas, Scuola Normale Superiore, Pisa, Italia; Claudio Tenreiro, U. de Sao Paulo, Brasil; José Luis Giordano, U. de Zaragoza, España; Miguel Lagos, U. de Chile; Jorge Ramos, U. de Texas, EEUU; Luis Altamirano, Dicontek Ltda; Juan Carlos Contreras, Pulso S.A.; César Retamal, Universidad de Paris X, Francia; Karla Cubillos, CChen.

Uno puede trabajar con plasmas más pequeños, de menor volumen y con menos energía”.

El plasma se genera a temperaturas del orden de 100 millones de grados Celsius. Para lograrlo, se requieren dispositivos que produzcan vastas cantidades de energía. Cuando el equipo de Leopoldo Soto comenzó a investigar, el más bajo nivel de energía con que se había producido plasma era con máquinas de mil a dos mil joules.

Los chilenos se abocaron a construir máquinas más pequeñas y crearon una que funciona con 50 joules, logro único en el mundo y que les permitió desarrollar otros dispositivos que funcionan con 0,1 joule, que emiten neutrones y rayos X al igual que los dispositivos mayores.

Sus hallazgos han significado importantes avances en la comprensión de las reglas de escala de generación de plasmas en umbrales de baja energía, además de la miniaturización de equipos para producirlos. Actualmente, indica, “estamos en la etapa de resolver problemas tecnológicos para tener un equipo que se use en distintas aplicaciones”. Dado que el sistema emite neutrones, se puede utilizar para descubrir sustancias como agua o pe-

tróleo, hasta detectar minas antipersonales o fugas de gas en construcciones.

También se puede utilizar la tecnología de potencia pulsada para producir imanes de alta intensidad o para fragmentación de rocas. Sus grandes ventajas serían su carácter práctico y portátil. Además, a diferencia de la fisión nuclear, la fusión no genera desechos radioactivos.



Leopoldo Soto

Leopoldo Soto y la energía nuclear en Chile

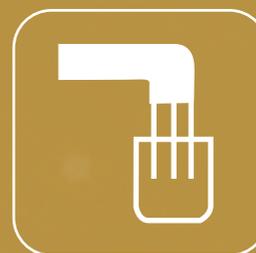
Leopoldo Soto trabaja desde 1993 en la CChen, donde ha desarrollado proyectos relacionados con el estudio de la Física del plasma. Hoy lidera proyectos de ciencia básica y desarrollo de tecnología a lo largo del país. Su destacada trayectoria ha sido reconocida con premios como la Cátedra Presidencial en 1999 y el reconocimiento como Fellow en 2007 del Instituto de Física del Reino Unido.

Uno de sus logros fue traer a Chile a Speed 2, una máquina capaz de producir 2,5 millones de amperes en 400 nanosegundos, equivalente a 70 mil joules en términos de energía. Fue donada por la Universidad de Dusseldorf (Alemania) y es la más potente del hemisferio sur; para obtenerla, el equipo participó en un concurso con científicos de Malasia, Polonia, Inglaterra y Francia.

POSIBLES APLICACIONES DEL ESTUDIO DEL PLASMA



SALUD



DETECCIÓN DE AGUA



DETECCIÓN DE PETRÓLEO

Programa busca ampliar exploración científica en escolares

¡Eureka!

Llegó la ciencia



Aquella mañana de enero, Sandra Quiroz despertó más temprano de lo usual. No era un sábado cualquiera: tenía una cita con la ciencia y por ningún motivo quería fallar. En el trayecto entre Melipilla y Santiago, Sandra no dejó de pensar en sus alumnos del colegio Talagante Garden School y en su antigua profesora de Biología, Catalina Rojas, del Liceo A123 de Melipilla (hoy Liceo Hermanos Sotomayor), pilar fundamental en su desarrollo profesional.

Ella la hizo comprender el valor capital de la ciencia y le impuso el desafío de torcerle la mano al destino, aquel que en esos años decía que la universidad era un lugar remoto

para los alumnos que provenían de su liceo. La nostalgia dio paso a la expectación cuando, ya al interior de la Fundación Ciencia para la Vida, Sandra se sumaba al Taller Educativo Multimedia en Ciencia, actividad organizada en el marco del programa Eureka.

La experiencia del descubrimiento

El interés por difundir la ciencia entre educadores y educandos, fortaleciendo y actualizando los conocimientos de los actores del sistema escolar y universitario, es la base del trabajo que -en su calidad de director del Programa Eureka- el realizador audiovisual Pablo Rosenblatt desarrolla en la Fundación Ciencia para la Vida desde 2006.



Responsable del Proyecto

Pablo Rosenblatt. Máster en Documental Científico de la U. George, Canadá.
Director del Programa Eureka.

Institución Ejecutora

Fundación Ciencia para la Vida.

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, Programa Explora de CONICYT

Equipo

Equipo editorial: Mario Rosemblatt, Bernardita Méndez y Manuel Krauskopf, Fundación Ciencia para la Vida.



Pablo Rosenblatt

La iniciativa fue creada bajo la premisa de que en Chile no están siendo aprovechadas las potencialidades que brindan las tecnologías de la información para difundir el conocimiento científico. El desarrollo de productos educativos por parte del programa Eureka, como DVD interactivos y documentales, responde a la evidencia de que estamos expuestos a un mundo de intermedialidad. Un mundo tecnológico arraigado en la cotidianeidad de los adolescentes, donde el cruce de formatos y medios para comunicarse impone el desafío de actualizar las estrategias pedagógicas.

Profesores que aprenden a enseñar

La organización del Taller Educativo Multimedia en Ciencia para docentes es otra acción que, anualmente, realiza el programa Eureka. Esta actividad beca con transporte y

alimentación a 20 profesores de enseñanza media y bibliotecarios de los Centros de Recursos de los Aprendizajes (CRA) del país.

Durante un día, experimentan en el laboratorio, interactúan con científicos de primer nivel y conocen material educativo generado por el programa. Los docentes y bibliotecarios son invitados a reflexionar sobre los contenidos y el público objetivo de los DVD interactivos. Finalmente, el material y un libro es entregado a cada participante para que lo usen en la sala de clases.

Eureka busca valerse de estos recursos tecnológicos para educar a los jóvenes y docentes, proyectando en el corto plazo la creación de un canal en la red que entregue material científico de calidad de manera constante y gratuita.

Los beneficios son evidentes entre los alumnos del colegio Talagante Garden School. Los 13 estudiantes de tercer medio que participan en el plan “Evolución, ecología y ambiente”, dirigido por Sandra Quiroz, han mostrado un alza en su rendimiento académico, pasando de calificaciones bajas (entre 2,0 y 4,0) a un rango intermedio (4,1 a 5,9) y avanzado (6,0 y 7,0). Otro logro se consiguió mediante la transmisión del DVD “Trastornos del Lenguaje” entre los docentes. Fue usado por la psicopedagoga Priscila Ponce como material de apoyo en un taller de perfeccionamiento que enseñó a los profesores los cuidados y trato que requieren alumnos con problemas de aprendizaje.

Además, la directiva del establecimiento destinó recursos a la habilitación de un antiguo laboratorio que estaba siendo ocupado como bodega. Hoy, éste acoge a un taller de ciencia todos los viernes, al que asisten de 20 a 30 jóvenes del segundo ciclo básico, dirigido por Sandra Quiroz.

Realzando la difusión de la ciencia

La colección Eureka se compone de seis documentales, en formato DVD. Son adaptaciones de los reportajes aparecidos en el programa Enlaces que transmite Televisión Nacional de Chile y del cual Pablo Rosenblatt, director del Programa Eureka, es productor ejecutivo. Los temas tratados van desde terremotos y alimentos transgénicos, hasta trastornos del lenguaje y de la memoria.

El DVD tiene otras aplicaciones que se añaden al documental. Por ejemplo, incluye un test de autoevaluación, una guía pedagógica para desarrollar actividades en el aula y sitios web validados por la comunidad científica.

Cabe destacar el DVD “La Patrulla Celular”, programa interactivo que obtuvo el 2º Lugar de la categoría Multimedia en el III Festival Internacional de Cine Médico y Científico en España en 2007.

Contiene una conferencia del doctor Mario Roseblatt sobre el sistema inmunológico y videos relacionados con las epidemias, animaciones que recrean el funcionamiento del sistema inmunológico, un power point para uso del profesor, un test de autoevaluación, una guía pedagógica, una biografía del Dr. Roseblatt y un glosario científico que destaca, además, sitios web de interés.



6 Documentales



Autoevaluaciones



Sitios Web



Guías Pedagógicas

En Coronel se levanta el primer Centro Interactivo regional de Chile

Ciencia, Tecnología y Cultura desde el corazón del Golfo de Arauco

A unos 30 km hacia el sur de Concepción está la comuna de Coronel, escenario histórico de la minería del carbón y una de las zonas más pobres de Chile. Sus habitantes luchan decididamente por salir adelante, de la mano de un ambicioso plan de reconversión con grandes inversiones como el Puerto de Coronel, donde se producen los mayores embarques forestales del país; o el Parque Industrial, uno de los más grandes centros productivos al sur de Santiago. Sin embargo, las autoridades de la zona saben que no es suficiente y han ideado un polo de desarrollo científico y tecnológico en la zona.

En 2003, el gobierno regional buscaba un proyecto emblemático en materia de educación y desarrollo tecnológico. Quiso el azar que se encontrara haciendo su práctica profesional en la gobernación un ex-alumno de la Universidad de Concepción que había colaborado en la Coordinación

Regional del Programa Explora de CONICYT y que conocía el sueño que abrigaba este organismo: construir el primer centro interactivo de ciencia y tecnología en regiones.

Un camión que llegó muy lejos

El Programa Explora de CONICYT tiene presencia en todas las regiones a través de alianzas con distintas instituciones. En la Región del Bío-Bío, es la Universidad de Concepción la que desarrolla las actividades del programa e impulsa nuevas iniciativas. Desde 1999, esta universidad -gracias al impulso del Programa Fondef de CONICYT y con el apoyo de Explora- implementan una metodología educativa experimental, basada en la interacción entre personas, objetos y tecnología. Comenzó con un camión que llevaba una exposición itinerante e intervenía por unos días en distintos colegios, capacitando a profesores para que pudieran replicar la experiencia en las aulas.



Responsable del Proyecto

Anita Valdés. PhD (c) en Ciencias de la Información de la U. Pontificia de Salamanca, España. Coordinadora Regional Programa Explora.

Institución Ejecutora

Universidad de Concepción.

Financiamiento

U. de Concepción, Gobierno Regional del Bío Bío, Ministerio de Educación, I. Municipalidad de Coronel, CONICYT, Museo Interactivo Mirador.

Equipo de trabajo

Ingeniero de Proyecto: Mónica Badilla Ramírez, U. de Concepción.

Los resultados fueron estupendos, relata Anita Valdés, coordinadora general de Explora Bío-Bío, pero también evidenciaron la necesidad de continuidad. Es así como se gesta el Centro de Ciencias, Artes y Tecnologías (CCAT), experiencia piloto ubicada al interior de la Universidad de Concepción y construida con apoyo de Fundación Andes, Explora y el Museo Interactivo Mirador (MIM) de Santiago; financiada en un tercio por el Ministerio de Educación y dos tercios por el gobierno regional. Es una sala multiuso de 62m², con permanentes exposiciones, talleres y conferencias. Desde sus inicios, experimenta gran afluencia de público, lo que significó una gran exigencia, pero también la génesis de un anhelo mucho mayor: el Centro Interactivo de Ciencias, Artes y Tecnologías (CICAT).

Fue este sueño el que presentaron al gobierno regional, con inmediata acogida. Es un moderno centro que entiende la ciencia y tecnología como parte de la cultura de un país. Desde 2003, el proyecto ha convocado a diversos actores, en particular el Gobierno de Chile, que ha transformado el proyecto en uno de los cinco compromisos presidenciales para Coronel. A ello se suma el apoyo de la Municipalidad de Coronel, aliada incansable en la búsqueda de recursos, y la Fundación Tiempos Nuevos, de la que depende el MIM. En septiembre de 2008 se inició la construcción en un terreno de 8.300 m² y 2.740m² de edificios en pleno Parque Industrial de Coronel, para la construcción del CICAT. Se espera esté finalizado en 2009.

Juntémonos en el CICAT

“Me niego a que lo llamen museo”, afirma Anita Valdés,



Anita Valdés y
Mónica Badilla

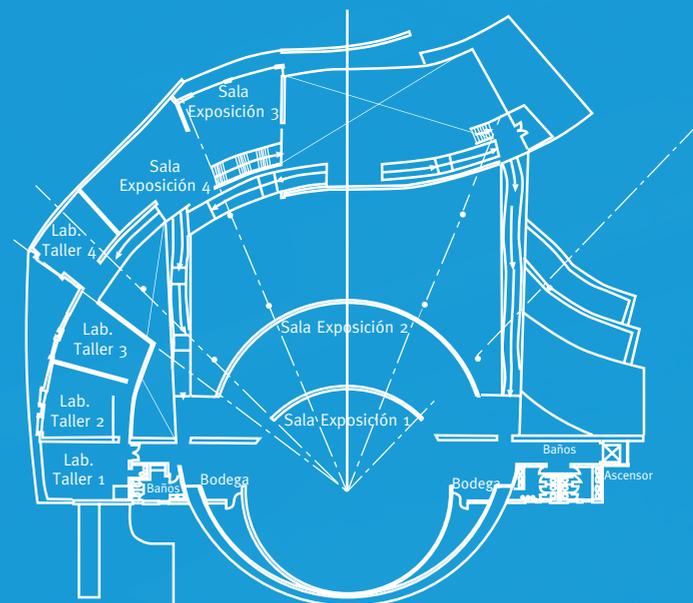
explicando que la idea es generar un espacio que invite a visitarlo de manera permanente. El centro contará con una parte central al estilo del MIM, con exposiciones interactivas sobre la percepción y los sentidos, pero también otras temporales. Además, contempla la realización de talleres para el encuentro entre niños, profesores y científicos; un auditorio para la música, danza y teatro; e -incluso- una Sala del Silencio, aislada del ruido, donde quienes lo deseen puedan leer, tejer o descansar tranquilamente.

El CICAT busca convertirse en un espacio abierto a toda la comunidad, en especial a quienes cuentan con menores oportunidades de acceso a la cultura. Esperan trabajar también con algunos programas de Fosis para llegar a otras localidades o poblaciones.

Un lugar para mirar y tocar

La innovación es el sello de este proyecto, y no sólo en las actividades que albergará, sino también en su espacio físico. La elección del Parque Industrial de Coronel como emplazamiento, además de facilitar el acceso y estacionamientos, representa una señal de descentralización. Una vez finalizado, será uno de los íconos representativos de la ciudad de Coronel.

La arquitectura del edificio rescata la geografía regional, con elementos que representan la cordillera, los ríos y valles. El agua ocupa un papel central en este proyecto, en analogía con los asentamientos humanos de la zona, que siempre se ubicaron entre ríos. En su parte más alta, tendrá la altura de un edificio de 6 ó 7 pisos. Sin embargo, explica la coordinadora, la idea es evitar la monumentalidad, ya que debe ser un lugar que permita interactuar, jugar y desplazarse con libertad -incluso en silla de ruedas-. La consigna es generar un recinto a escala humana, pensado en los niños, donde lo que sorprenda sean las exposiciones, no el espacio.



Programa acerca la ciencia a la comunidad

Entregando herramientas para aprender y crecer



Lejos de las nevadas y los fríos australes, a menos de 100 km. de Los Vilos, en la cordillera de la Región de Coquimbo, es posible encontrar glaciares de gran belleza e interés científico, y la gran mayoría de los habitantes de esta comuna costera no sabe que existen.

Los niños y jóvenes de La Serena no sabían cuáles eran las especies nativas de la flora local y lo descubrieron a través de un simple juego de naipes.

Estos son sólo dos de los ejemplos del alcance que ha logrado el Programa de Difusión de la Ciencia del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). En el primer caso, una charla en Los Vilos de Jorge Marín, experto en Glaciología, permitió a los lugareños enterarse de la riqueza de su zona. En el segundo, en vez del tradicional diseño de los

naipes, los encargados del programa en La Serena usaron imágenes y nombres de la flora nativa de la zona.

Difundiendo el conocimiento

La meta del Programa de Difusión de la Ciencia del IEB es llevar el conocimiento científico a la comunidad. La idea responde a la necesidad cada vez más clara de que la sociedad posea información relevante sobre su entorno para tomar decisiones informadas. Entre estos saberes, explica Claudia Hernández, coordinadora del Nodo La Serena del programa del IEB, están las temáticas ambientales que impactan directamente a la comunidad.

El trabajo del IEB consiste en coordinar a los científicos que desean hacer difusión, facilitando la tarea y concretándola en acciones que sean viables, cercanas y que no



Responsable del Proyecto

Juan J. Armesto. PhD en Botany and Plant Physiology de la U. Rutgers, EE.UU. Director Alterno IEB.
Ricardo Rozzi. PhD en Ecología de la U.de Connecticut, Storrs, EE.UU. Investigador Adjunto IEB.

Institución Ejecutora

Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB).

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT.

Equipo

M^a Francisca Díaz, Coordinadora General; Claudia Hernández, Nodo La Serena; Wara Marcelo, Nodo Santiago; Andrés Charrier, Nodo Chiloé; Paula Caballero, Nodo Navarino.

Instituciones Asociadas

U. Católica, U. de Chile, U. de La Serena, U. de Concepción, U. de Magallanes, Fundación Senda Darwin (Chiloé), y Fundación Omora (Puerto Williams).

signifiquen a los investigadores grandes despliegues en términos de organización o producción. Integran a cinco universidades nacionales y dos fundaciones, entre ellas Senda de Darwin, organismo académico independiente que busca hacer educación ambiental.

El programa ha generado también alianzas con actores regionales, estableciendo cuatro nodos, ubicados en La Serena, Santiago, Chiloé e Isla Navarino (Región de Magallanes). En cada uno de ellos se organizan y ejecutan actividades de difusión que buscan, como dice Andrés Charrier, coordinador del nodo Chiloé, “democratizar la ciencia”.

Cubos, puzzles, clases de cocina

Con charlas y tertulias en las que participan destacados científicos, la comunidad se informa y conversa en torno a temas transversales, como el impacto del cambio climático o la conservación de los ecosistemas. Han desarrollado, además, iniciativas como programas radiales, talleres de cocina, reuniones con expertos del SAG y CONAF, y capacitaciones.

Una de las metas de IEB es que niños y jóvenes participen de las actividades de difusión. Por ello, el programa contempla el apoyo a ferias, congresos científicos escolares y clubes Explora, así como el desarrollo de iniciativas propias e innovadoras. Claudia Hernández, del nodo La Serena, relata que en 2008, además de elaborar el juego de naipes sobre flora nativa y culturas ancestrales, crearon un cubo puzzle sobre la desertificación y repartieron dos mil copias de cada set en los colegios de la región.

Tras dos años de programa, el IEB es convocado permanentemente por colegios, organismos públicos y las distintas comunidades. Durante los próximos años proyectan profesionalizar la elaboración de los materiales de difusión, y llegar a lugares y públicos diferentes. El hilo conductor serán las especies representativas carismáticas, que sirven como íconos para motivar la protección de los ecosistemas, como los cisnes de cuello negro en Valdivia o el pájaro carpintero en Isla Navarino.



Francisca Díaz y
Andrés Charrier

Talleres EEPE

Francisca Díaz, coordinadora general del Programa de Difusión del IEB, señala que en los últimos años han notado un gran avance en la forma en que los niños chilenos se relacionan con la naturaleza. Los alumnos salen a terreno, saben que existe una flora nativa y se cuestionan sobre porqué ocurren las cosas. Sin embargo, aún falta mucho por hacer.

Por ello, el Programa de Difusión de la Ciencia usa en sus talleres con niños la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE), propuesta pedagógica generada por ecólogos, educadores y estudiantes de Norte y Latinoamérica. Permite a los alumnos descubrir el método

científico en contacto con la naturaleza, sin necesidad de alejarse de su entorno habitual.

Se basa en el Ciclo de Indagación, que busca que los alumnos generen nuevos conocimientos en tres etapas: observar los elementos del entorno y plantearse una pregunta; contestar la pregunta a partir de su experiencia o acción (recolectar información); y reflexionar sobre los hallazgos obtenidos.

En una segunda etapa, han realizado talleres para capacitar en la metodología EEPE a profesores, parvularias y personal de CONAF, buscando llegar a través de ellos a cada vez más niños.



Escolares representan a Chile en feria científica internacional

Científicas del mañana desde las escuelas de Valdivia



En mayo de 2008, en Atlanta, EE.UU., cientos de escolares de todo el mundo presentaron sus trabajos de investigación en la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel (ISEF). Una decena de premios Nobel evaluaron sus trabajos e interactuaron con los participantes, entre los que se contaban dos chilenas: Jael Bravo y Mariana Muñoz, alumnas del liceo municipal Santa María La Blanca de Valdivia. El camino que las había llevado tan lejos lo hicieron con su propio esfuerzo, el apoyo de profesores, amigos y familias; y la labor del Programa Explora de CONICYT, que año a año organiza los Congresos Escolares de Ciencia y Tecnología, a nivel regional y nacional.

Y es que el éxito de Jael y Mariana no es casualidad. La coordinación Explora de la Región de Los Ríos, a cargo de la Universidad Austral, ha buscado mejorar la calidad de los

proyectos que participan en estos congresos. Desde 2007 implementa una iniciativa pionera: el programa “Abramos nuestros Laboratorios a la Investigación Científica Escolar”, para que estudiantes seleccionados desarrollen su investigación en la universidad, con apoyo de los investigadores y sus equipos.

Aprendiendo ciencia de verdad

A comienzos de 2007, la profesora de Química de la Escuela Santa María La Blanca, Magaly Chocano, invitó a los terceros medios científicos a participar de un proyecto en el “Laboratorio de Estructura y Función de Lipoproteínas”, de la Universidad Austral. Jael y Mariana, sin ser las mejores alumnas, fueron las más entusiastas. Los dos primeros meses sólo escucharon y aprendieron lo básico, guiadas pacientemente por Rodolfo Amthauer, del Instituto de Bio-



Responsable del Proyecto

Jael Bravo y Mariana Muñoz, alumnas, y Magaly Chocano, profesora de Biología y Química del Liceo Santa María La Blanca.

Institución Ejecutora

Programa Explora de CONICYT.

Financiamiento

Programa Explora de CONICYT, empresa Intel.

Equipo

Científico Asesores: Rodolfo Amthauer, U. Austral de Chile. Estudiante tesista: Mauricio Hernández. Coordinadora Programa “Abramos nuestros Laboratorios a la Investigación Científica Escolar”: Lilian Villanueva.

Instituciones Asociadas

Universidad Austral.
Liceo Santa María La Blanca.

química, y su alumno tesista Mauricio Hernández.

Aunque sacrificaban su tiempo libre, la experiencia les abrió un nuevo mundo: descubrieron cómo son los científicos, cómo trabajan y hablan y qué instrumentos utilizan. “Nos dijeron que aprendíamos más rápido que los universitarios”, relata Jael. Así empezaron a gestar el proyecto que las llevaría a Estados Unidos: dado que el laboratorio estudiaba a los moluscos, surgió la idea de estudiar al choro zapato, especie protegida y endémica de Chile cuyo sistema inmune es muy simple, pero que le ha permitido sobrevivir en el planeta durante millones de años.

Jael y Mariana, apoyadas por los investigadores, comprobaron que existían en esta especie agentes defensivos llamados péptidos antimicrobianos. Aislaron las proteínas y, usando la bacteria *Escherichia coli*, probaron sus propiedades antimicrobianas. Además, las compararon con estudios internacionales en otros tipos de choro, estableciendo particularidades únicas del choro zapato. Sus investigaciones podrían servir como base para el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas para la industria acuícola. Cabe recordar que durante 2007 Chile exportó más de un millón de toneladas de productos acuícolas, con ingresos equivalentes a US\$ 3.826 millones.

De Valdivia al mundo

Su meta era simple: dejar bien puesto el nombre de su colegio. Arrasaron en el Congreso Provincial y Regional, quedaron seleccionadas para el VIII Congreso Nacional Es-



Mariana Muñoz y Jael Bravo

colar, en Punta Arenas, y el jurado no sólo las felicitó: les otorgó el 2º lugar en Ciencias, el Premio a la Innovación y el gran premio Intel ISEF. Los meses previos al viaje fueron intensos: estudiaron inglés, leyeron publicaciones científicas internacionales y mejoraron su proyecto. Una vez en EE.UU., fueron reconocidas por los evaluadores y, según cuentan, vivieron una experiencia que recordarán por siempre.

Hoy Jael y Mariana se preparan para dar la PSU y reconocen que esta oportunidad les permitió aprender a ser pacientes, independientes y a tener confianza en sí mismas: “No porque uno no tenga los medios no va a llegar a ninguna parte. Con personalidad y capacidad, uno puede llegar lejos”, explican.

La ciencia trepa por Chile

Los Congresos Científicos Escolares se remontan a 1999, cuando la Coordinación Regional Explora de la Región del Bío-Bío, a cargo de la Universidad de Concepción, presentó un proyecto para hacer una feria científica escolar regional. La idea tuvo tan buena acogida que al año siguiente ya se había transformado en una línea de acción permanente de Explora en todas la regiones, e hicieron el Primer Congreso Nacional en Concepción. Desde 2000 se realizan anualmente congresos regionales a lo largo de todo el país.

Los equipos de dos alumnos de educación básica y media, guiados por un profesor, presentan proyectos de tecnología y ciencia, los que son revisados por un comité de científicos de cada región. Los proyectos ganadores de cada región participan en el Congreso Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología, donde científicos de reconocida trayectoria seleccionan ganadores por nivel y categoría. Desde el año 2003, gracias al apoyo de la empresa Intel, los ganadores de enseñanza media concurren a la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel, que se realiza en EE.UU.



Programa lleva a terreno sistema de detección y estímulo de alumnos

Para que en Chile ya no se pierda el talento

Talento escolar. La Psicología lo define como “una habilidad significativamente superior, en uno o más ámbitos del quehacer académico tradicional”. Ocurre cuando el aprendizaje de alguna de las materias tradicionales -Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales o Humanidades- resulta más fácil, entretenido y estimulante.

Constituye una condición natural en muchos niños y niñas del país, y no distingue entre contextos económicos o culturales. Prácticamente en todas las escuelas y liceos es posible identificar a menores con talento. No obstante,

existe el riesgo de que muchos no desarrollen esas capacidades. La falta de sistemas que detecten en forma precoz el talento y la carencia de instancias de estímulo pueden significar, en definitiva, que éste se pierda.

A la captura de habilidades

Penta UC es una organización dedicada hace una década al desarrollo del talento escolar de niños y niñas provenientes, en su mayoría, de colegios de menores recursos. Se ubica en el Campus San Joaquín de la Universidad Católica y su directora es la destacada psicóloga educacional



Responsable del Proyecto

Violeta Arancibia. PhD de la U. de Gales, Reino Unido. Directora del Programa Penta UC.

Institución Ejecutora

Universidad Católica.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT.

Equipo

Ricardo Rosas, U. Freie, Alemania; Paula Durán, Carolina Segovia y Bernardita Pizarro, U. Católica.

Violeta Arancibia. Cuenta con un staff de profesionales provenientes de los campos de la Psicología y la Educación, egresados y estudiantes de últimos años de la Universidad Católica.

Esta organización desarrolla desde 2001 el Programa Penta UC de Educación de Talentos, poniendo en práctica un modelo de enriquecimiento educativo que estimula el pensamiento analítico, crítico y creativo de los niños participantes.

Rescatando el talento desde el aula

Debido a sus excelentes resultados, el programa está siendo implementado ahora en regiones en alianza con otras universidades. No obstante, la cobertura seguía siendo limitada. Penta UC estima que la población objetivo está constituida por el 10% superior de los alumnos del sistema educacional, es decir, casi 350.000 menores talentosos en todo el país.

Debido a que el modelo radicado en universidades no permitía beneficiar a toda esta población, se analizó extenderlo a los mismos colegios. Por ello, entre 2003 y 2007 se llevó a cabo la evaluación del impacto que tendría la transferencia de un modelo de identificación y educación de talentos en el sistema escolar.

Para esto, el equipo de Penta UC ha desarrollado investigaciones psicoeducacionales en establecimientos muni-



Violeta Arancibia

cipales de la Región Metropolitana, poniendo a prueba el sistema de enseñanza creado por la institución. Ahora implementan clases y talleres para el primer ciclo básico en los mismos establecimientos, con docentes capacitados por el equipo. Sus logros han sido tales que reciben permanentes invitaciones a compartir sus experiencias con otros países y los resultados finales de la prueba del modelo en el sistema escolar son esperados con expectación.

El impacto de un proyecto como éste, pensando a escala nacional, puede redundar en un mejoramiento del capital humano del país, mejorando las oportunidades de formación de los menores y motivando, además, su proyección a la educación superior.

Transfiriendo conocimiento al sistema escolar

En la aplicación del modelo en los establecimientos, los expertos de Penta UC han medido cinco aspectos:

1. La validación de un sistema estandarizado de identificación y selección de talentos, en el que participen los profesores capacitados y que ha mostrado tener gran éxito.
2. La evaluación del modelo curricular de los cursos impartidos, los que han cumplido con los estándares de calidad que se espera de los alumnos, apreciándose también efectos positivos en su autoestima.
3. Impacto en la escuela y familia de los participantes: en las escuelas se ha constatado una revalorización del proceso de aprendizaje, mientras que en las familias se ha visto un mejoramiento de las relaciones afectivas.
4. Diseño y evaluación de programas de formación en el área, con diplomados, pasantías y magíster especializados en educa-

ción de talentos. Los resultados han mostrado que los profesores trasladan efectivamente los conocimientos adquiridos a sus establecimientos.

5. Creación de servicios de diagnóstico de talentos y asesorías abiertos a la comunidad. Además, se ha publicado una guía de apoyo, que se encuentra disponible en www.pentauc.cl.



Iniciativa de CONICYT acerca el método científico a los escolares

Explorando el mundo con los ojos de la ciencia

El paseo realizado en octubre de 2007 será difícil de olvidar para los 25 niños de sexto básico de la Escuela Efraín Maldonado Torres, de Isla de Maipo. Al bajar del bus en Estación Central (Santiago), muchos de ellos estaban poniendo los pies por primera vez en la capital, pese a que viven a sólo 35 km de ella. Y ese era sólo el comienzo de la aventura: acompañados por algunos apoderados y el profesor Ruperto Pizarro, el grupo caminó casi 10 cuadras hasta llegar al Museo de Historia Natural, en Quinta Normal, donde verían la exposición interactiva “Hormigas, Comunicación y Sociedad”.

Esa cita sería el premio al trabajo que esos niños habían hecho en los últimos meses. Sin importar si llovía o tener que ir a la escuela los fines de semana, estos hijos de temporeros agrícolas se habían reunido todos los sábados para experimentar la ciencia con sus compañeros del “Club Explora”. Este se había formado gracias al empuje del profesor Ruperto Pizarro, como parte de la iniciativa

“Tus Competencias en Ciencias”, del Programa Explora de CONICYT.

La ciencia al pizarrón

La Iniciativa de Valoración de la Ciencia, la Tecnología e Innovación, conocida como “Tus Competencias en Ciencias”, nace en 2006 para que los escolares en Chile tuviesen experiencias significativas en estas áreas y aprendieran a valorarlas. Es un programa orientado a científicos y pro-



Responsable del Proyecto

Monitor entrevistado: Ruperto Pizarro. Profesor de E. Básica con mención en Trastornos del Aprendizaje de la Escuela Efraín Maldonado Torres.

Institución Ejecutora

Escuela Efraín Maldonado Torres, Isla de Maipo.

Financiamiento

Programa Explora de CONICYT.

Equipo

Coordinadora Iniciativa Tus Competencias en Ciencias: Paula Troncoso. Coordinadora Fundación Chile: Francisca Lozano. Equipo Escuela Efraín Maldonado: Lorena López, Directora; Ximena Sánchez, Jefa UTP; Eduardo Fuentes, Inspector Gral.

Instituciones Asociadas

Programa Explora de CONICYT.
Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile

fesores de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales o Tecnología, que postulan a ser monitores del programa en alguna escuela. Si son seleccionados, reciben capacitación, asistencia presencial y en línea, y todo lo necesario para desarrollar 30 actividades de aprendizaje, incluyendo un set de materiales y una carpeta metodológica con indicaciones para cada taller.

Para los monitores de los clubes Explora (700 personas en 2007), la experiencia supone un importante crecimiento profesional. El profesor Pizarro cuenta que “si antes conocía tres caminos para enseñar, ahora conozco cinco o seis”. Los apoderados también se benefician, ya que se involucran más con el desarrollo de sus hijos. Para los científicos que participan como monitores en otras escuelas, también es una experiencia importante: “Muchas veces ellos tienen los conocimientos, pero no saben cómo transmitirlos. Con estos proyectos fortalecemos sus habilidades pedagógicas, y las de los mismos profesores de los colegios”, explica Alejandra Villarrú, ex directora de Explora.

Ojos bien abiertos

Los principales beneficiados, por supuesto, son los niños. Sólo en 2007 se estima que 13.800 estudiantes de 5º y 6º básico de todo el país participaron. Miguel Ángel Ojeda, de 5º básico de la Escuela Alla Kintuy de Quellón, en Chiloé, evaluó así su experiencia: “He podido vencer mis miedos y tener más personalidad frente a mis compañeros. He sabido que uno puede, con esfuerzo, tener confianza en sí mismo, he podido hacer aventuras y experimentar”.

El profesor Pizarro confiesa que tenía temor al iniciar el proyecto: los alumnos del club Explora de Isla de Maipo



no eran los más destacados, ni los más disciplinados. La escuela Efraín Maldonado es una escuela abierta e integrada, que acoge a niños con problemas conductuales y trastornos del aprendizaje. Pero los resultados superaron todas las expectativas: muchos mejoraron sus notas en diversas asignaturas, ampliaron sus horizontes y adquirieron aprendizajes valiosos para su desarrollo personal.

El nuevo espíritu que los motiva se vio reflejado en ese primer viaje a Santiago: sus ansias por conocer los llevó -sin haberlo planificado- a visitar dos museos más antes de volver a Isla de Maipo. Algunos meses después, en un paseo de fin de año, su profesor los escuchó debatiendo sobre la naturaleza y haciéndose todo tipo de preguntas. “La motivación por la ciencia ya quedó en ellos. Se han transformado en niños y niñas que cuestionan el mundo en el que viven, que trabajan en equipo, son más solidarios, participativos y respetuosos, y sobre todo, han formado un valioso grupo de amigos”, concluye.

Competencias en Ciencias, Competencias para la Vida

Detrás de esta iniciativa se encuentra un modelo de competencias, desarrollado por Explora, en conjunto con Fundación Chile. Este modelo entiende las competencias como la capacidad de responder a una actividad o desafío, e identifica 11 “competencias para la vida”: esto es, conocimientos, habilidades y actitudes que la práctica científica permite desarrollar en los alumnos.

Siete de ellas son competencias técnicas: actuar con curiosidad, buscar oportunidades de indagación, descubrir alternativas de solución, diseñar el proyecto de investigación, ejecutarlo, analizar resultados y comunicar el trabajo realizado. Las cuatro restantes son transversales: aprender con otros, aprender del proceso, aprender para la innovación y ejercitar el juicio crítico.

El programa contempla, además, otros componentes de apoyo, como la generación de una comunidad virtual de aprendizaje para la formación, intercambio de experiencias y espacio de diálogo de los monitores; junto con un sistema de monitoreo, seguimiento y evaluación de la iniciativa.



Proyecto busca fortalecer la formación de profesores

Una mejor educación en matemáticas

Chile podrá mejorar en muchos índices, pero hay uno en el que dista de situarse en una posición destacada. Estudios como el Timms 2003 y el Programme for International Student Assessment (Pisa 2006) ubican a nuestro país en posiciones rezagadas a nivel internacional en conocimientos de Matemáticas por parte del alumnado de enseñanza básica.

Según la primera medición, Chile está bajo el promedio global y con menor puntaje que naciones como Palestina, Marruecos o Filipinas. Y Pisa 2006 mostró que, de los 57 países participantes, 42 obtuvieron un promedio significativamente superior al de Chile en Matemáticas, nueve

estuvieron por debajo y cinco obtuvieron un puntaje similar, esto es, 411 puntos. Los líderes son Taipei (China), Finlandia, Hong Kong (China) y Corea, con puntajes entre 547 y 549 puntos.

Esta realidad motivó al ingeniero Patricio Felmer, del Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile (CMM), a buscar un método para optimizar la calidad de la formación de los profesores de Matemáticas.

Al auxilio de las Matemáticas

El proyecto de Felmer, junto con la ingeniera María Leonor Varas, busca fortalecer la formación académica de los pro-



Responsable del Proyecto

Patricio Felmer, PhD en Matemáticas de la Universidad de Wisconsin-Madison, Estados Unidos. Profesor Titular DIM, U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT

Equipo

Directora alterna: María Leonor Varas.
Subdirectores: Salomé Martínez, Cristián Reyes.
Comité Científico: Arturo Mena, José Sánchez, Jorge Soto.
Comité Directivo: Carlos E. Beca, Mineduc; Edgar Kausel, Acad. de Ciencias; Rafael Correa, U. de Chile; Juan Vargas, UMCE; Horacio Walker, PUCV; Fernando Narváez, UCM; Abelardo Castro, UCO; Jorge Rojas, USE; Juan Carlos Sáez, Comun. Noreste.
Comité Editor: Servet Martínez, Rafael Benguria y Fidel Oteiza.

fesores de Matemáticas a través de dos herramientas: la producción de una completa colección de monografías que constituyan una biblioteca disciplinaria básica, y el uso de la metodología de estudios de casos en la formación pedagógica de la disciplina.

Para las monografías, la meta era que trataran temas prioritarios de la formación en Matemáticas y fuesen escritas por destacados profesionales del área siguiendo una clara línea editorial. Luego, los textos serían validados por usuarios de las universidades participantes en la iniciativa.

En cuanto a los estudios de casos, se utilizarán antecedentes proporcionados por diversos procesos de evaluación docente aplicados en Chile y aportes de asesores extranjeros, entre los que destaca la colaboración del Boston College Mathematics Case Study Project, iniciativa que ha desarrollado material de capacitación con esta metodología en Estados Unidos.

Una valiosa contribución al proyecto de Felmer viene precisamente de esa institución. Un proyecto financiado por el gobierno de Estados Unidos creó una nueva metodología que consiste en extraer de una situación de enseñanza real aspectos como el comportamiento del profesor, las respuestas de los alumnos, la gestión del aula, el contenido didáctico y la práctica docente.

Pensando en la realidad

Este material faculta a los docentes a analizar y compartir situaciones reales y complejas de enseñanza, contando



Patricio Felmer.

con antecedentes concretos para enfrentar una situación crítica desde el punto de vista de la enseñanza, y además da la posibilidad de formular pautas y un enfoque de trabajo personal.

El sistema adoptado está siendo incorporado en seis universidades del Consejo de Rectores, desde la Región de Coquimbo a la del Bío Bio, a través de un taller de estudios de casos. En 2007 ya se seleccionaron ocho experiencias para ser probadas en cursos de la carrera de Pedagogía en Matemáticas, donde participaron casi 80 estudiantes universitarios. Se extendieron durante ese semestre y también se han incorporado -en el caso de Valparaíso- talleres comunales de formación de profesores.

En cuanto a las monografías, han involucrado el trabajo de 16 matemáticos, están en pleno proceso de validación y siendo probadas en cursos regulares de varias universidades.

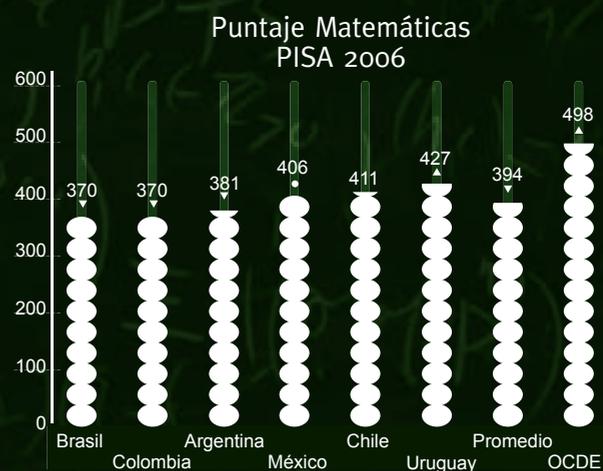
Multiplicar la imagen del buen maestro

Al comenzar sus estudios en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, en 1976, Patricio Felmer no estaba seguro sobre su futura especialización. Fue la impronta de los ingenieros Leonardo Sánchez y Mario Ahues, lo que lo llevó a optar por la Ingeniería en Matemáticas. Una vez egresado, en 1983, se integró a la labor docente de la misma universidad.

Su afán por cultivar un desarrollo académico de primer nivel y el esmero por transmitir conocimientos a sus alumnos, le han valido el reconocimiento con premios del Instituto de Ingenieros de Chile, premio Marcos Orrego Puelma 1984 y por la Universidad de Chile, en 2005, como el mejor docente de pregrado.

Para el experto, las Matemáticas son un lenguaje propio, una creación cultural que está en un incesante desarrollo: una valiosa herramienta para entender el mundo que nos rodea. De ahí que su interés esté hoy puesto en investigar cómo se enseña y

transmite esta disciplina, involucrándose en los problemas que la educación básica acusa en esta área.



Escolares aprenden Matemáticas mediante gráficas computacionales

Imágenes que valen por mil números

Para gran número de estudiantes en Chile, las Matemáticas conforman un terreno desconocido por el que navegan sin tener mucha noción de su real magnitud y significado. Esto se ve reflejado en los bajos resultados en pruebas que miden la calidad de la educación. El Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias 2003 (TIMSS) reveló que el 59% de los alumnos chilenos no alcanzó el nivel mínimo aceptable en Matemáticas, situando a Chile en el lugar 38 entre 46 países. Y según el Simce 2007, el 41% de los menores de 4º básico no alcanza el nivel intermedio de logro en esta área.

La realidad es preocupante y ya se están tomando medidas para fortalecer la enseñanza de esta disciplina, indispensable en todas las áreas del quehacer humano. La inversión en ello da resultados: naciones como India y China han desarrollado planes de fortalecimiento para fomentar y consolidar su desarrollo científico y tecnológico partiendo por la educación escolar.

En Chile, desde la Universidad de Concepción, investigadores del Laboratorio de Computación Gráfica trabajan para aportar en la solución de este problema.



Responsable del Proyecto

Ricardo Sánchez. PhD en Ingeniería Eléctrica de la U. Ohio State, EE.UU. Director General del Equipo VICE.
Sergio Torres. PhD en Ingeniería Eléctrica de la U. de Dayton, EE.UU. Director Científico del Equipo VICE.

Institución Ejecutora

Universidad de Concepción.

Financiamiento

Programa de Tecnologías de Información y Comunicación Efectivas para la Educación (TIC EDU), del Programa Fondef de CONICYT

Equipo

Profesor: Rodrigo Ulloa, U. de Concepción. Ingenieros: Lientur Orellana, Leonardo Soto, Francisco Mardones, Antonio Lataillade y César Mena. U. de Concepción. Técnico: Andrés Lataillade, INACAP.

Instituciones Asociadas

Editorial Arrayán.



Ricardo Sánchez.

Visualizando una respuesta

Hace una década, las Matemáticas no representaban especial preocupación para Ricardo Sánchez, ingeniero civil en Electrónica de la Universidad de Concepción. Los números siempre fueron su fuerte y nunca tuvo dudas al estudiar Ingeniería, carrera en la que se especializó en desarrollo de hardware. Fue pionero en los 80 en sistemas digitales y multiprocesadores, pero giró luego hacia el mundo del software y las aplicaciones gráficas.

Hace 10 años que la inquietud de vincular la gráfica computacional con las Matemáticas tiene a Sánchez trabajando con el profesor Sergio Torres, ingeniero civil de la misma universidad, en un proyecto de “visualización matemática”, que presenta datos abstractos en forma gráfica. Han desarrollado herramientas para estudiar fenómenos como los campos electromagnéticos y, como docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, han constatado el impacto de la visualización en el aprendizaje de los alumnos.

Esto los motivó a pensar en aplicarlas en la educación escolar. Gracias al aporte del Programa Fondef de CONICYT, se abocaron a la construcción de una plataforma para la

Visualización Interactiva de Contenidos Educativos (VICE), que permite a una persona con conocimientos matemáticos y sin ser experto en programación, construir ejemplos tridimensionales interactivos para apoyar la enseñanza de esta disciplina.

De vuelta al colegio

La apuesta de los investigadores busca llevar la enseñanza matemática más allá de la tiza y pizarra, aprovechando la motivación que supone para niños y jóvenes el uso de tecnologías interactivas. Como en los juegos de video, las visualizaciones hacen partícipe al usuario, afirma Sánchez. Se parte con una pregunta, los alumnos ofrecen soluciones, el profesor orienta y la imagen generada por el sistema computacional muestra las soluciones correctas.

En el proyecto, integraron como asesor pedagógico a Rodrigo Ulloa, profesor de Matemáticas y Computación de la Universidad de Concepción. Su misión fue apoyar el mejoramiento del software, asegurar su consistencia y aporte didáctico, y construir ejemplos de visualizaciones que fueron testeadas en terceros medios de tres colegios de la zona. Los resultados fueron alentadores: al presentar a distintos grupos los contenidos, los que utilizaron el software los comprendieron mejor y calificaron positivamente la experiencia, siendo capaces de dar explicaciones matemáticas a los problemas que la plataforma les presentaba.

Actualmente, el equipo desarrolla con el apoyo de Fondef una plataforma VICE para la enseñanza de la ciencia en educación básica, incorporando dispositivos físicos que permiten interactuar con la imagen a través de la visión, sonido o tacto, como los controles de modernas consolas de videojuegos.

La plataforma VICE

La plataforma VICE es una aplicación desarrollada con software libre, que permite construir figuras tridimensionales para visualizar problemas de álgebra, geometría y cálculo. Junto con las imágenes, presenta un texto explicativo que incluye fórmulas, las que interactúan con la imagen: al cambiar los valores, se transforma la figura.

Esta interactividad la diferencia de otras aplicaciones similares. Además, permite incluir ventanas con video o animaciones, y está diseñada para funcionar en computadores de baja capacidad, adaptándose a la realidad de muchos colegios. Ahora, dado que el resultado depende de quien construye el contenido matemático, es importante incorporar a los profesores en el diseño de los materiales educativos.



La programación del fútbol ya no es un juego en Chile



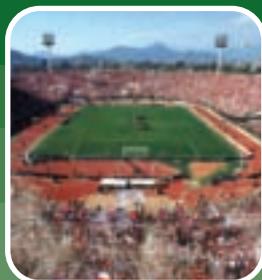
Un complejo modelo matemático permite programar el Campeonato Nacional

El 8 de febrero de 2004, Universidad de Chile le ganó a por cuatro goles a cero a su tradicional rival, Colo Colo. Pese a tratarse del clásico mayor del fútbol chileno, sólo 21 mil personas estaban ese día en el Estadio Nacional. El sorteo había determinado que azules y albos se enfrentaran en la primera fecha del torneo en pleno verano, cuando miles de santiaguinos abandonan la capital para disfrutar de sus vacaciones.

Este es sólo uno de los centenares de factores que debe tenerse en cuenta al programar un campeonato deportivo. Se debe considerar que si Audax Italiano juega un miércoles por Copa Libertadores en México, no alcanzará a desempeñarse como visitante el domingo frente a Osorno. O que Coquimbo Unido no puede ser local mientras, al mismo tiempo, se está desarrollando la tradicional fiesta

de La Pampilla. O que Everton de Viña del Mar preferirá siempre recibir a sus rivales importantes en verano, para aprovechar de convocar a los turistas. ¿Cómo responder a estas demandas considerando todas estas variables?

Para solucionar el dilema, a fines de 2004 la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP) decidió tomar cartas en el asunto, para proteger y potenciar una industria que al año mueve en Chile más de US\$ 40 millones. Se inspiraron en un artículo sobre George Nemhauser, del Georgia Institute of Technology, EE.UU, quien se encontra-



Responsable del Proyecto	Guillermo Durán. PhD en Ciencias de la Computación de la U. de Buenos Aires, Argentina. Investigador Adjunto ISCI. Andrés Weintraub. PhD en Ingeniería Industrial de la U. de Berkeley, EE.UU. Investigador Clave ISCI.
Institución Ejecutora	Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería. (ISCI).
Institución Albergante	Universidad de Chile
Financiamiento	Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. Asociación Nacional de Fútbol Profesional.
Equipo	Ingenieros: Denis Sauré, Sebastián Souyrís, Mario Guajardo y Jaime Miranda, U. de Chile. Estudiante: Rodrigo Wolf, U. de Chile.
Instituciones Asociadas	Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP).



Andrés Weintraub

Rodrigo Wolf

Guillermo Durán

ba en Chile participando en el Congreso en Optimización Combinatoria. El experto comentaba su experiencia programando la liga de béisbol de EE.UU. con sistemas matemáticos. Los directivos de la ANFP se contactaron con los organizadores del evento, el Instituto Milenio de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI).

Matemáticas salen al campo

Como buen bonaerense, el matemático Guillermo Durán es un apasionado del fútbol. Desde pequeño ha seguido a San Lorenzo de Almagro y fue uno de los miles de argentinos que vieron en vivo el triunfo de Argentina por seis goles a cero sobre Serbia y Montenegro en el mundial de Alemania 2006. Igualmente futbolero es Andrés Weintraub, Ingeniero Civil de la U. de Chile y seguidor de la escuadra de su alma mater.

Desde que Durán se integró en 2003 al Centro de Gestión de Operaciones (CGO) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, ambos han trabajado en el modelamiento matemático aplicado a los más diver-

sos temas: industria forestal, minería, salmones, bancos, energía, supermercados y grandes tiendas. Pero probablemente nunca habían tenido una mejor ocasión de conjugar sus dos pasiones que cuando recibieron el llamado de la ANFP preguntando si era posible replicar la experiencia de Nemhauser. Sin dudar, se embarcaron en esta tarea para la cual no existían precedentes a nivel mundial.

Modelando el fixture

Para los clubes chilenos, el sistema opera de manera sencilla. Primero, la ANFP entrega a los investigadores los requisitos que los 32 equipos profesionales del país piden se tengan en cuenta al definir el fixture. Luego, se transforma estas exigencias en fórmulas y se las procesa a través de un software especialmente diseñado. Hasta hace un tiempo esto podía demorar meses, pero hoy ya cuentan con soluciones que permiten reducir la complejidad y generar propuestas de calendario en sólo algunas horas.

El modelo de los investigadores chilenos ha programado ya durante cuatro años el torneo de Primera A y desde 2007 se sumó el de Primera B, siendo pioneros de una técnica que se usa hoy en Bélgica y Alemania, y que en Chile ha permitido incrementar la asistencia a los estadios y el rating de los partidos televisados, contribuyendo al crecimiento de este espectáculo.

Gracias a estos científicos, apoyados por jóvenes ayudantes entre los que se cuenta Rodrigo Wolf, el fútbol chileno cuenta con un calendario que responde a las necesidades de cada uno de sus participantes. El resto, se juega en la cancha.

La realidad en fórmulas

La realidad, en todos sus ámbitos, plantea constantemente problemas logísticos. Al igual que la programación del fútbol, muchos son tan complejos de resolver que superan al sentido común y la experiencia. Para encontrar soluciones, los investigadores del Centro de Gestión de Operaciones han debido conceptualizar un problema real para luego trasladarlo a un modelo utilizando la Ingeniería, las Matemáticas y la Informática. La idea es plantear interrogantes como si fueran problemas matemáticos, convirtiendo cada variable en una fórmula. Esta transformación de la realidad en modelos numéricos es lo que se conoce como modelamiento matemático.

Gracias a las investigaciones realizadas en este ámbito, el CGO ha encontrado soluciones a problemas concretos, como dónde perforar en una mina de cobre, cuál es el comportamiento de los consumidores en los supermercados, cómo optimizar el uso

del suelo en las grandes ciudades o distribuir de manera más eficiente los desayunos en los jardines infantiles, entre otros.



Estudio revela cuánto valoran el ocio las personas

Midiendo el tiempo que los chilenos invierten en sistemas de Transporte

Es una idea generalizada: todas las personas prefieren reducir el tiempo que destinan a desplazarse a través de la ciudad. Se prefiere pagar hasta diez veces por el mismo viaje en otro medio de transporte que permita reducir el tiempo de traslado. ¿Cuáles son los factores que inciden en este interés?

Es la pregunta que un equipo de investigadores de la Universidad de Chile, liderado por el destacado científico Sergio Jara-Díaz, ha buscado responder, revelando recientemente que tras esta disposición está la valoración que se le da al tiempo de trabajo y al espacio para el ocio.

La jornada laboral y la de descanso

Si una persona para desplazarse debe elegir entre una alternativa que cuesta \$ 200 y demora una hora, versus otra que cuesta \$ 100 y demora dos horas ¿qué alternativa se escoge? Este asunto ha sido enfocado tradicionalmente como un problema de costo subjetivo del tiempo: en la elección, cada persona calcula un valor del tiempo que, en general, busca reducir.

¿Cuánto de este tiempo ahorrado se destinará al trabajo y cuanto al ocio? Según el profesor Jara-Díaz, “la persona le va a dedicar más tiempo al ocio si le gusta más el ocio, y



Responsable del Proyecto

Sergio Jara-Díaz. PhD en Economía del Transporte del Instituto Tecnológico de Massachusetts, EE.UU. Investigador alterno ISCI.

Institución Ejecutora

Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)

Institución Albergante

U. de Chile

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo

Marcela Munizaga, Paulina Greeven y Reinaldo Guerra, U. de Chile; Kay Axhausen, ETH, Suiza.

más al trabajo si el total del salario más el valor del trabajo en sí es mayor. Por consiguiente, desde el punto de vista analítico, la suma del salario por hora más el valor del trabajo, debe ser igual al valor del ocio”.

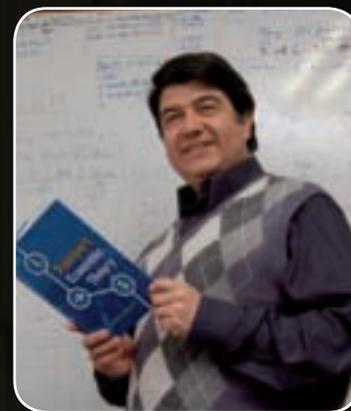
Esto quiere decir que cada persona equilibra su tiempo disponible en un continuo de valoración: lo trabaja si el valor del trabajo más el salario compensa o equivale al valor que asigna a su tiempo libre. Visto así el fenómeno, el valor del ocio puede ser estimado por medio de sistemas de ecuaciones, considerando cinco tipos de datos: tiempo comprometido, gasto comprometido, salario por hora, tiempo libre y tiempo de trabajo.

La investigación

Utilizando esta innovadora perspectiva, Jara-Díaz y su grupo se dedicaron a medir el valor del ocio en tres muestras: una encuesta de origen-destino realizada en el corredor Vicuña Mackenna de Santiago; datos de una pequeña ciudad alemana, Karlsruhe; y datos del cantón suizo de Thurgau.

Los resultados obtenidos muestran que, pese a que el ocio es valorado positivamente en las tres ciudades, en la muestra del corredor Vicuña Mackenna de Santiago es menos valorado en relación al salario.

En la muestra chilena el valor del ocio corresponde a 61% del salario por hora, mientras que para los suizos es de 87% y para los alemanes de 100%. El experto descubrió



Sergio Jara

que en Chile se le da menos valor al ocio que en las otras dos ciudades, lo que se puede explicar, según el profesor Jara-Díaz, por diferentes estructuras laborales relacionadas con la extensión de las jornadas, el tiempo de viaje promedio y la baja estabilidad laboral.

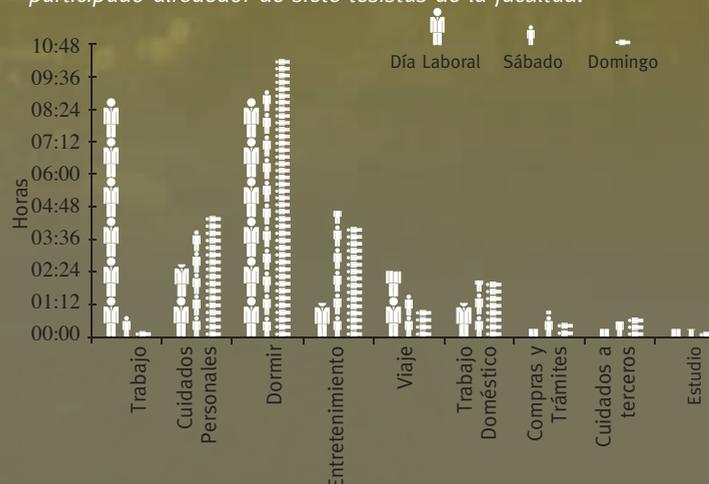
Los resultados de la investigación entregan antecedentes sobre los óptimos de frecuencia para un sistema de transporte, y serán publicados en una de las revistas de investigación sobre temas de transporte más prestigiosa del mundo, la Transportation Research Part B. En enero de 2009 organizarán un taller en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, al cual asistirán expertos de todo el mundo. El objetivo es conformar un Observatorio de Uso del Tiempo donde se aplique éste y otros tipos de análisis en relación con los sistemas de transporte.

Formando matemáticos de avanzada

El currículo académico de Sergio Jara-Díaz es extenso. Es ingeniero civil de la Universidad de Chile, Master en Planificación Urbana y Regional de la Universidad Católica, Master of Sciences y Ph.D en Economía del Transporte del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Algunos de sus trabajos han sido presentados en seminarios y conferencias internacionales, y publicados en reconocidas revistas especializadas. Actualmente es editor asociado de una de ellas (*Transportation Science*) y es parte de la *World Conference of Transport Research Society*.

Hoy se desempeña como académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile. Destaca el nivel del trabajo que se realiza en Chile: “Siento que en mi grupo hay investigadores de primera línea. Todos pudieron quedarse fuera del país, pero -al igual que a mí- les ofrecieron volver y lo hicieron, porque sienten que este es un grupo bueno, que tiene buena imagen, que realiza buena investigación y que está radicado en una facultad prestigiosa. Nuestros egresados saben que se pueden parar entre los mejores del mundo sin problema, lo cual les quita este toque de

provincianismo que hace pensar a un sector, incluso de gente de la academia en Chile, que si el científico se queda afuera es mejor”. Para reafirmarlo, en su proyecto del valor del ocio han participado alrededor de siete tesis de la facultad.



Iniciativa rescata factores culturales

Red Wi-fi permite conectar a Catemu con el mundo

En el año 2006, Catemu -una pequeña comuna de 361 km² ubicada en la Provincia de San Felipe- sólo contaba con internet en su municipalidad. El 40% de su área productiva, fundamentalmente una pequeña economía campesina, no contaba con telefonía celular, existían sólo 630 conexiones de red fija y una remota capacidad de conexión a internet.

En ese escenario, la evidente brecha digital mantenía a Catemu en el aislamiento. Fue entonces que entró en escena el proyecto Red Wireless Rural Catemu, dirigido por Renzo de Kartzow y coordinado por Cristián Martínez, del Centro Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad de la Universidad Viña del Mar y financiado por InnovaChile de CORFO.

Dos años después, han logrado que la conectividad a la red sea extensiva para todos.

En el ámbito público, se dispone de 134 conexiones a internet, a las que los cateminos pueden acceder producto de la apertura de los colegios y de los centros de salud fuera del horario laboral. Allí reciben asesoría gratuita de las “tías”, docentes que trabajan en los colegios de la comuna y que apoyan a los usuarios con sus conocimientos y competencias.

En la era de la información

Los cateminos han hecho suya la iniciativa conformando la primera Cooperativa Infocomunicacional de Chile (Coopesic



Responsable del Proyecto

Renzo de Kartzow, Ingeniero Agrónomo de la U. de Chile, Director del Centro Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad de la U. de Viña del Mar, CTAM-UVM.

Institución Ejecutora

Universidad de Viña del Mar.

Financiamiento

InnovaChile de CORFO.

Equipo

Cristián Martínez, CTAM-UVM.

Instituciones Asociadas

I. Municipalidad de Catemu, Interplus, I-Systems, organizaciones sociales y de productores agrícolas de Catemu.

Catemu Ltda.). Los más de 300 afiliados son codueños del sistema y pagan las cuotas mensuales para la mantención y operatividad del modelo, todo un ejemplo si se considera que el ingreso promedio de los 12 mil habitantes de Catemu es de \$ 48.000 mensuales per cápita.

En estos dos años, se ha avanzado notoriamente en el acceso a la tecnología. Fuera de las 134 conexiones a internet dispuestas por el sector público, se cuenta con 35 conexiones para empresas agrícolas, agroindustria y otras de menor tamaño, 128 conexiones residenciales y 83 usuarios móviles.

El impacto y la relevancia que ha reportado este proyecto ha llevado a que sea galardonado en un concurso de CORFO 2008, adjudicándose un premio en la categoría "Proyecto Regional", distinción que radica en la viabilidad de replicarlo en las más de 200 comunas rurales en Chile que hoy no cuentan con una conectividad a internet.

La importancia de lo local

Los impulsores del proyecto fueron cautos al pedir la colaboración de los cateminos. Primero, forjaron una alianza con la Municipalidad de Catemu, intermediaria entre los responsables del proyecto y la comunidad. Como primera medida, se aplicó una encuesta llamada Modelo de Comportamiento de Comunicación Local, la que confirmó la necesidad de salvaguardar el fuerte componente local de la comunicación: por ejemplo, de 10 llamadas que la gente de Catemu hacía, siete eran locales.



Cristián Martínez y
Renzo de Kartzow

Con esos datos, habilitaron una intranet con contenido para la comuna. Cuenta con aplicaciones sociales, como un aula virtual y un sistema de control de gestión en las escuelas, para que los apoderados pudieran saber todo lo concerniente a la formación de sus hijos, desde asistencia hasta rendimiento. Crearon también aplicaciones productivas, con información relativa a la gestión de las empresas (registro de buenas prácticas agrícolas, sistemas de monitoreo y sistemas de información geográfica, entre otras).

Por último, se impusieron restricciones a la bajada de música y películas en horarios específicos, para que -aún contando con un ancho de banda de 10 megas- los más de 300 usuarios naveguen óptimamente ocupando sólo cuatro.

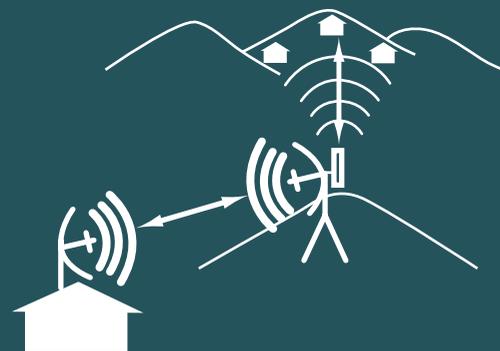
Los líderes del proyecto esperan contribuir a la reducción de la brecha digital en el país. Ya están en conversaciones con municipios de las regiones de Valparaíso y del Libertador General Bernardo O'Higgins para replicar la iniciativa.

Soporte tecnológico de la Red Wireless Rural Catemu

La solución tecnológica consiste en una red compuesta por tres niveles. El nivel superior se forjó con tecnología SkyPilot, con radio de 12 kms y velocidad de transmisión de 54 Mbps. Su red troncal tiene configuración en malla de cinco antenas, pudiendo extenderse a más si es necesario, y un software para la administración del modelo.

En el nivel intermedio, la señal inalámbrica baja de la red troncal (5.8 Ghz) a puntos específicos del valle, para retransmitirla bajo estándar 802.11b/g e iluminar zonas exteriores. El último nivel de la red es el que baja la señal WiFi al usuario mediante dos sistemas: los que se conectan a las áreas iluminadas con equi-

pos móviles o fijos dotados de tarjeta inalámbricas; y los que se conectan a través de antenas que capturan la señal y la dejan disponible como punto de red.



Científicos en Chile estudian acelerada expansión de la red

Exploradores del universo virtual

Al acercarse el cumpleaños número 13 de Gonzalo Navarro, su familia tenía dudas sobre qué regalarle. En 1983, la mejor opción parecía ser una moderna máquina de escribir, pero su padre optó por algo más arriesgado: un computador CPX 81, con una memoria de 1Kb. “Su decisión me cambió la vida”, relata el investigador argentino, cuya fascinación por la informática lo tiene hoy a la cabeza del Centro de Investigación de la Web (CIW), del Departamento de Ciencias de la Computación de

la Universidad de Chile.

Un cuarto de siglo después de ese día, de acuerdo con el Centro de Estudios de la Economía Digital de la Cámara de Comercio de Santiago, el porcentaje de usuarios de internet alcanza al 44% de los chilenos. En cuanto al comercio electrónico, aumentó en 183% en los últimos dos años, llegando a US\$ 687 millones de dólares en 2007.



Responsable del Proyecto

Gonzalo Navarro. PhD en Cs. de la Computación de la U. de Chile. Director del CIW.
Ricardo Baeza-Yates. PhD. en Cs. de la Computación de la U. de Waterloo, Canadá. Subdirector del CIW.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web (CIW)

Institución Albergante

Depto. de Ciencias de la Computación, U. de Chile.

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio, Mideplan.
Programa de Capital Humano Avanzado de CONICYT.
Agencia española de cooperación internacional, CYTED y otros.
Proyectos individuales de profesionales.

Equipo

Investigadores Asociados: Claudio Gutiérrez y Javier Ruiz, U. de Chile; Mauricio Marín, U. de Magallanes; Andrea Rodríguez, U. de Concepción. Investigadores Jóvenes: Marcelo Arenas, U. Católica; Eric Tanter, Carlos Hurtado y Pablo Barceló. U. de Chile.

Instituciones Asociadas

Yahoo Research

Nadando a través de las redes

El desarrollo tecnológico ha multiplicado por millones la información disponible. La memoria del primer computador de Navarro parece una broma cuando hoy se habla de petabytes (un millón de gigabytes) en almacenamiento de información. La necesidad se basa en la monumental cantidad de datos generados: las secuencias de ADN de los seres vivos, imágenes de los telescopios, videos que las personas graban con sus celulares, son sólo algunos ejemplos. Se calcula que sólo durante 2005 se subió más información a internet que toda la generada hasta 2004 en la historia de la humanidad.

Almacenar, transmitir y buscar entre esta cantidad colosal de información es un reto cada vez mayor. El centro que hoy dirige Navarro trabaja atacando el problema desde distintas aristas: desde el análisis de las dinámicas de relación de la información para depurar los sistemas de búsqueda, hasta el desarrollo de sistemas de compresión de datos que permita que éstos sean buscados, encontrados y usados sin necesidad de descomprimirlos.

Al mismo tiempo, los integrantes del centro combinan la investigación básica con tareas más concretas, como asesorar al gobierno en temas tecnológicos o desarrollar prototipos para nuevas aplicaciones, cuyos resultados, quizás aún inimaginables, se podrán ver recién en cinco a diez años más.

El caótico océano de la información

Algunos de los estudios del centro han revelado, por ejemplo, que la información se encuentra dispersa en una red global formada por miles de millones de páginas, conec-



Gonzalo Navarro

tada en forma caótica y heterogénea. En tan sólo un mes, el 40% de estas páginas web cambia y aparece 30% de otras nuevas. Por ello, dice Navarro, “nadie sabe hoy qué tamaño tiene la web”.

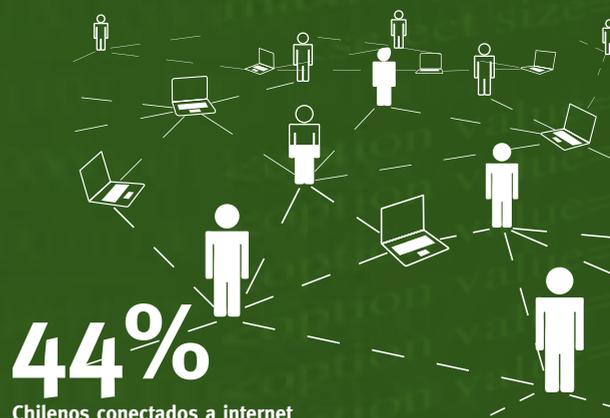
Para los integrantes del Centro de Investigaciones de la Web, estos mecanismos invisibles son su objeto de estudio. A través del estudio científico del ciberespacio, han ido desentrañando su estructura y construido un mapa de la web chilena, identificando miles de islas o páginas aisladas que no se vinculan con ninguna otra.

En los próximos años se espera la navegación por voz, poder extraer información de una imagen o, tras tararear una melodía en el celular, lograr que el dispositivo busque la canción y la descargue. La parte difícil del trabajo del CIW tiene que ver con los enormes desafíos que estos avances tecnológicos nos plantean. Cada una de estas acciones puede demorar menos de un segundo, pero en la escala de la red, “una fracción de segundo, multiplicada por millones, es demasiado tiempo”, dice Navarro.

Chile, un país tecnológico

Chile se ha caracterizado por la rápida adopción de nuevas tecnologías. Pero incluso para quienes estudian computación, los desafíos son enormes. En la actualidad, Gonzalo Navarro -convertido en el primer PhD en Ciencias de la Computación graduado en la Universidad de Chile- destaca el alto nivel que esta disciplina tiene en nuestro país, gracias al trabajo de pioneros como Ricardo Baeza-Yates y otros referentes internacionales en el tema.

Agrega que las proyecciones a futuro son auspiciosas, gracias al apoyo de entidades como CONICYT, que permite que actualmente haya 30 estudiantes de doctorado; y de empresas como Yahoo!, que desde 2006 cuenta con un centro de investigación en Chile, asociado al CIW.



Sistema considera las variables de tiempo y presión ejercidas

Analizan patrón de escritura para garantizar seguridad en firmas

Cuando una persona extravía su cédula de identidad, debe acudir al Registro Civil para obtener una nueva. Para individualizar al sujeto, se registran tres parámetros: la fotografía, la huella dactilar y la firma. Los dos primeros son identificadores biológicos, determinados por factores genéticos. La firma, en cambio, es un elemento verificador de la identidad que los mismos seres humanos han creado para representarse gráficamente.

¿En qué se basa una persona para crear su firma? Algunos piensan en su resultado estético y otros en que sea difícil de imitar, entre otros elementos. Pero, independiente de la forma final, cada firma posee una serie de rasgos específicos que la hacen única y totalmente diferente de la de otras personas.

La forma, el tamaño, el ángulo de las líneas, su grosor e

intersección, entre otros aspectos, son rasgos que vistos en su conjunto permiten distinguir una firma auténtica de una imitación. Pese a ello, siempre existe el riesgo: en la actualidad hay falsificadores profesionales, capaces de imitar con alto grado de exactitud todo tipo de firmas, incluso las más complejas.

La relación entre presión y tiempo

Ahora bien, con toda la pericia que pueda tener un falsificador, existen aún un conjunto de rasgos específicos que no pueden llegar a imitar. Entre estos, uno en particular parece estar fuera del alcance de los plagiadores: se trata del nivel de presión que ejerce una persona en el lapso de tiempo que demora en firmar. ¿Existe un patrón sistemático en este factor que permita distinguir de inmediato al autor de una firma?



Responsable del Proyecto

Patricio Vargas. PhD en Física del Instituto Max Planck, Alemania. Investigador clave del Núcleo Milenio Física de la Materia Condensada.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio Física de la Materia Condensada.

Institución Albergante

Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo

Hugo Riffo y Francisco Cáceres, UTFSM.

El profesor Patricio Vargas, académico del Departamento de Física de la Universidad Técnica Federico Santa María ha tenido alumnos que han dado nuevos impulsos a la investigación. Uno de ellos fue Hugo Riffo, quien se acercó hace algunos años al profesor Vargas para comentarle su idea para el proyecto de tesis: un sistema automatizado de reconocimiento de voz. Su idea era evaluar patrones de voz que permitieran la identificación de personas.

Cuando analizaron el proyecto a la luz de las necesidades sociales, constataron que los patrones de identificación no están lo suficientemente desarrollados, particularmente en lo que se refiere a las firmas. Así, lo que en un principio se pensó como un problema de patrones de voz, se transformó en una interrogante sobre patrones en manuscritos.

La lógica del problema era similar. Tanto en la voz como en las firmas, existen patrones propios del autor. Visto en relación con el tiempo, una voz varía su intensidad de manera particular en un lapso de tiempo determinado. La hipótesis de los investigadores era que la misma relación se debía dar también en las firmas.

La firma de la Física y Matemáticas

Desarrollaron el problema a nivel teórico físico-matemático. Luego, lo probaron con 30 estudiantes de la universidad. Cada uno hizo su firma varias veces sobre un sistema que medía la presión ejercida. El análisis posterior permitió revelar que, si bien entre firma y firma existía un margen de



Patricio Vargas

variación en el nivel de presión-tiempo ejercida por cada persona, existían patrones esenciales que se repetían.

Luego, los compararon con la presión-tiempo de un imitador, obteniendo patrones absolutamente diferentes, a pesar de que en apariencia las firmas fuesen muy parecidas. En 98% de los casos, el sistema permitía autenticar al firmante a partir de su patrón de presión-tiempo.

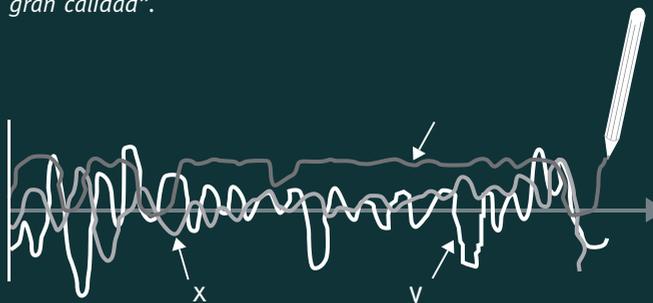
Según el profesor Vargas, los resultados obtenidos han comprobado la presencia de un componente de individualidad en la señal presión-tiempo de una firma. Si bien sistemas de verificación de firmas por patrones de presión ya han sido desarrollados en otros países, el profesor Vargas comenta que el creado en la universidad incorpora una serie de especificidades que lo hacen más preciso. Hoy su patente se encuentra en tramitación en varias naciones.

Una apuesta por el desarrollo de la Física en Chile

Patricio Vargas vivió una de las temporadas más satisfactorias de su carrera profesional en Alemania. Tras obtener su Licenciatura en Física y luego el Magíster en la Universidad Católica, comenzó a trabajar en la Universidad de Santiago. Luego, realizó un doctorado en Física en el Instituto Max Planck de Stuttgart, Alemania. En ese centro se dedicó en forma integral a la investigación: “Me fui a un instituto de investigación, donde no hay docencia, pero al que llegan investigadores de todo el mundo. No se hacen clases, sino que vives la experiencia de investigar en forma permanente, compartiendo conocimiento con otros científicos y aprendiendo a pasos agigantados”.

Al terminar su doctorado, en 1986, decidió volver a Chile porque sentía que en el país quedaba mucho por hacer. A fines de los 90 ingresa a la UTFSM, donde dicta cátedras y desarrolla proyectos como el de autenticación de firmas, el de recuperación de

imágenes SPECT alteradas por movimientos del paciente y otras iniciativas en el Núcleo Milenio de Física de la Materia Condensada que dirige. ¿Sus perspectivas a futuro?: “Formar gente que haga Física en forma multidisciplinaria, generando ciencia de gran calidad”.





Materiales renuevan concepto de escenarios visuales

Arquitectura y diseño traen el fondo del mar a la superficie

En octubre de 2008, el desafío emprendido en 2005 por la arquitecta Ximena Muñoz se vio coronado con el reconocimiento en Chile: junto con su equipo de trabajo de la empresa Luxia, recibieron el premio Innovación Avonni 2008 al Mejor Emprendimiento Innovador, en una ceremonia liderada por el ministro de Economía, Hugo Lavados.

El reconocimiento permitió dar a conocer una iniciativa de las que pocos están al tanto y que ha revolucionado el mundo de las aplicaciones en diseño y arquitectura, desde el trabajo con los grandes espacios hasta el diseño de vanguardistas muebles.

Reminiscencias de fondos marinos

Y todo comenzó simplemente experimentando. Ximena Muñoz buscaba nuevos conceptos en el Master de Iluminación que cursaba en 2005 en el Instituto del Diseño, en Italia, arrugando, torciendo e iluminando distintos materiales. Mientras experimentaba serigrafiando a mano un acrílico fluorescente sobre el cual probaba con luces pla-

nas y espejos de fondo, dio con una idea: generar efectos tridimensionales únicos en su tipo usando iluminación y aplicaciones industriales.

Se inspiró en la bioluminiscencia, un fenómeno natural que ocurre en las profundidades abisales de los océanos, cuando las criaturas emiten luz para comunicarse o defenderse. El fondo marino había sido desde la infancia una de sus grandes pasiones y ese conocimiento se fue fundiendo con el proyecto que quería concretar. “Quería que transmitiera la sensación de estar en el fondo del mar, rodeado de organismos vivos que brillan. Pero también quería que generara curiosidad, ganas de explorarlo, de entenderlo”, dice la arquitecta.

Fue así como desarrolló The Anemix, que consiste en la superposición de dos capas. La primera es un acrílico o vidrio serigrafiado e iluminado por el canto con luces LED, energéticamente eficientes, de alta duración y versatilidad. La primera capa es fluorescente, es decir, tiene la capaci-



Responsable del Proyecto

Ximena Muñoz, MA Lighting Designer del Istituto Europeo di Design, Milán, Italia.

Institución Ejecutora

Luxia Light

Financiamiento

InnovaChile de CORFO

Equipo

Paulina Villalobos, Pablo Sills y Mónica Labra, Luxia Light.



Ximena Muñoz

dad de conducir la luz internamente. La segunda consiste en un espejo plástico termoformado que refleja las imágenes de la primera, pero de manera distorsionada, provocando un efecto y profundidad altamente impactantes.

Haciendo del arte una empresa

Al finalizar sus estudios, la comisión en el Instituto en Milán evaluó con distinciones su trabajo y los alentadores comentarios que recibió le confirmaron que estaba creando algo

único. Regresó a Chile con la idea de desarrollar el proyecto The Anemix a mayor escala. Se juntó con otros dos arquitectos, Paulina Villalobos y Pablo Sills, y la diseñadora industrial Mónica Labra.

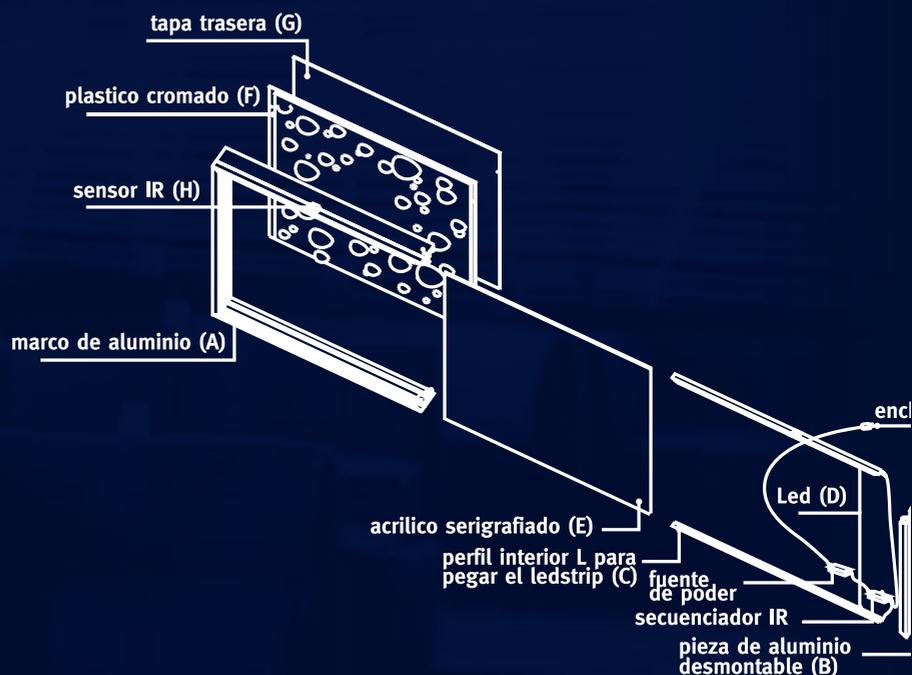
Partieron con el diseño y construcción de prototipos a escala. Lo más complejo era diseñar las capas termoformadas, debido a su alto costo y la dificultad de transmitir un concepto abstracto, como el de la bioluminiscencia, en procesos industriales generalmente ajenos a estas directrices.

Después de un año, lograron superar estos escollos y formar matrices o paneles de mayor tamaño, conectables con otros y que les permiten generar distintas formas. Comenzaron con la comercialización de The Anemix, desarrollando productos para restaurantes y pubs en Chile. Luego vendría el gran salto, con sus primeras presentaciones en Europa. En 2007 se presentaron en el Salón del Mueble en Milán (Salone Satellite), con excelente acogida y tras haber sumado dos nuevos integrantes: Stefano Benaglia, encargado del área de comercialización, y Rodrigo Gajardo, arquitecto que contribuyó de manera significativa en el desarrollo de sistemas electrónicos para coordinar el funcionamiento del sistema.

Recepción explosiva

Pocas veces ocurre que proyectos decorativos tengan una recepción tan exitosa como la de The Anemix. Uno de los grandes eventos —señala Ximena— donde se puso a prueba todo el sistema, con las mejoras electrónicas incluidas, ocurrió a fines de 2007, en un recital del grupo The Chemical Brothers en Bucarest, Rumania. “Fue un momento emocionante, cuando prendimos los tres paneles, y estaba todo coordinado, las luces fluían todas al mismo tiempo y se iluminaba toda la pieza, con colores intensos. Era increíble”, señala Ximena.

Actualmente han instalado productos en Londres, en las exclusivas vitrinas de la tienda Harrods. También han hecho negocios en Denver (EE.UU.), en Tel-Aviv (Israel) y en Kuwait, complementando con exposiciones de prototipos en Chile. Ante tan explosiva recepción lo importante —dice Ximena— es no perder el foco artístico. “No quiero desvirtuar el producto y terminar haciendo letreros publicitarios. los ponemos siempre de algún modo que sea una pieza de arte, antes que un letrero publicitario”. Esto les ha significado ya rechazar numerosas ofertas. Pero es algo por lo que apuestan para mantener a futuro el perfil que hasta el momento les ha valido el éxito.



Estudios sobre distribución y segregación urbana



Buscando la integración y la cohesión en las ciudades chilenas

Cerca del 80% de los chilenos despierta cada mañana en territorio urbano. Allí trabaja, se educa, se relaciona con otros, invierte o ahorra para comprar su casa. Al menos en teoría, las ciudades tienen todo lo que una familia necesita: servicios públicos como hospitales, seguridad y educación.

Sin embargo, esta no es la realidad que se vive hoy en la gran mayoría de las ciudades de Chile. La falta de planifica-

ción y un crecimiento marcado por las necesidades del mercado se reflejan en una serie de falencias, entre las cuales la más importante es la segregación.

Guillermo Wormald, investigador del Instituto de Sociología, junto con otros investigadores del Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Católica, se ha dedicado de lleno a estudiar las inconsistencias en el crecimiento de los núcleos urbanos. Explica que en el análisis de las ciudades chilenas,



Responsable del Proyecto

Guillermo Wormald. PhD en Sociología de la U. de Sussex, Reino Unido. Académico del Inst. de Sociología de la U. Católica.

Institución Ejecutora

Universidad Católica.

Financiamiento

Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología, CONICYT.

Equipo

Carolina Flores, Francisco Sabatini, Manuel Tironi, Rodrigo Salcedo y Rubén Kaztman, U. Católica.

una de las primeras interrogantes que quiso dilucidar fue el impacto que tuvieron las políticas de vivienda social de los 90. Esos proyectos intentaron solucionar el problema de acceso a la vivienda, pero generaron un problema de segregación en escalas urbanas distintas.

Pronto apareció el segundo tema: la segregación espacial es de gran importancia, por las oportunidades que tienen las personas de acceder al empleo, la salud y educación, aspectos que en una ciudad como Santiago pueden marcar una diferencia determinante en cuanto a calidad de vida.

Compartir con el otro

Tras medir estas variables, los investigadores descubrieron una necesidad inevitable: estudiar la capacidad de la sociedad chilena de reducir la segregación espacial. La pregunta de fondo es qué capacidad tienen los chilenos de aceptar la diversidad social en la cercanía, “lo que en el fondo vincula este segundo tema con la cohesión social”, sentencia Wormald.

Con estos antecedentes, la mirada se dirigió a la disposición que tienen las personas en el ámbito urbano a compartir espacios, meta del proyecto Anillos Dos (II Concurso CONICYT Anillos de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades).

Para el experto, al analizar en términos de desigualdad, si se saca de la ecuación a los grupos que tienen más dinero en Chile, se constata que la diferencia entre las clases medias y las más populares no es tanta. El experto ha visualizado que existen entre estas clases disposiciones no sólo a la diferenciación, sino también a compartir con los otros, que eventualmente podrían acortar esa brecha aún más.

Estudiando a Chile

Su trabajo actual se basa en el uso de técnicas cuantita-



Guillermo Wormald

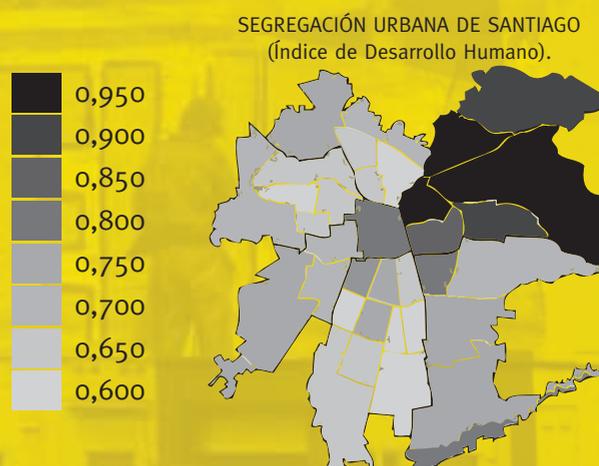
tivas y cualitativas para evaluar los factores que inciden en el éxito o fracaso de los conjuntos de vivienda social, centrándose especialmente en la segregación urbana y sus consecuencias sobre las oportunidades y los diferentes grados de estigmatización que recaen sobre sus habitantes. Participan Santiago, Valparaíso, Viña del Mar, Concepción, Talcahuano, Antofagasta, Puerto Montt, Puerto Varas, Talca, La Serena y Coquimbo.

Para Wormald, cohesión social es simplemente aquella disposición o capacidad que tienen las personas a compartir con otros los espacios de encuentro, cualquiera sea su identidad. Nuestra sociedad, indica, tiene fundamentos de integración y cohesión social diferentes a los de aquellas modernas sociedades europeas en las cuales han operado con eficacia los principios de ciudadanía y nacionalidad. En Chile, la cohesión social cobra más importancia que en otras sociedades latinoamericanas, pues el mercado se instaló con mucha más fuerza. En Perú, Bolivia y Venezuela todavía operan fórmulas tradicionales de integración, de tipo familiar, indígena o estatista.

Humanizando el urbanismo

Desde que hizo sus estudios de post grado, la principal motivación de Guillermo Wormald ha sido generar una mirada interdisciplinaria de los problemas sociales, con la Sociología como ciencia principal y la Economía como ciencia complementaria.

Sus metas de investigación han sido el trabajo, la pobreza y la desigualdad social, tres temas que le permitirían comprender problemas asociados con el fenómeno de la exclusión social que se vive en muchas ciudades de Chile. Sólo faltaba integrar la mirada urbanística y, cuando lo logró, el sociólogo Guillermo Wormald comenzó, junto a otros expertos del Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Católica, su proyecto Cultura de Integración y Cohesión Social en las Ciudades Chilenas.



Microorganismos antárticos y sus promisorias aplicaciones

Vida en inhóspitas fronteras



La Antártica, el Desierto de Atacama, cráteres de volcanes: lugares extremos en los que sólo los más resistentes del mundo podrían sobrevivir. Estos son los extremófilos, microorganismos capaces de sobrevivir en condiciones extremas de temperatura, salinidad, radiación o aridez. En la Conferencia de Extremófilos 2008, en Sudáfrica, se analizaron temas desde su resistencia a las altas concentraciones de metales, hasta la conversión de combustibles a biocombustibles utilizando estos organismos.

Jenny Blamey, doctora en Bioquímica e investigadora de estas resistentes especies, explica que en condiciones tan extremas como las de la Antártica, las formas y metabolismos de los microorganismos “son distintos a los que

se aprecian en condiciones menos extremas”. Sus investigaciones, entre las pioneras en Chile en esta área, han develado organismos que sobreviven a elevadas temperaturas, desafiando el supuesto científico de que enzimas y proteínas no subsisten a más de 37°C. Su desafío ahora es descubrir qué diferencias hay en sus proteínas, enzimas y principios activos que les han permitido vivir en esas condiciones hace millones de años. Incluso, podrían entregar claves sobre el origen de la vida.

Su estudio también tiene enorme potencial para la Biotecnología, ya que busca en los extremófilos compuestos químicos útiles para resolver problemas de salud. Sus hallazgos han revelado la existencia de enzimas que resisten altos niveles de radiación UV, que podrían ser usadas



Responsable del Proyecto

Directora: Jenny M. Blamey, PhD en Bioquímica de la U. de Georgia, EE.UU. Directora Científica de la Fundación Científica y Cultural Biociencia.

Director Alterno: José Retamales. PhD en Ingeniería Química de la U. de Bradford, Reino Unido. Director Nacional del INACH.

Institución Ejecutora

Fundación Científica y Cultural Biociencia.

Financiamiento

InnovaChile de CORFO. Fundación Biociencia, Instituto Antártico Chileno, Swissaustral Chile Ltda, Vitrogen S.A.

Equipo

Marcelo González, INACH; Freddy Boehmwald, Olivier Rickmers y Miguel Castro, Fundación Biociencia.

Instituciones Asociadas

Instituto Antártico Chileno (INACH).

en la lucha contra el cáncer a la piel o el desarrollo de bloqueadores. Detectaron también microorganismos cuyos metabolismos absorben metales usualmente tóxicos para los seres vivos, lo que permitiría su uso en sistemas de descontaminación o en filtros industriales.

Entrando a un mundo desconocido

La pasión de Blamey por estas criaturas se remonta a los 80: investigadores que exploraban el lecho marino del Océano Pacífico cerca de Estados Unidos descubrieron que a una de las mayores profundidades conocidas y donde se pensaba que la vida era imposible, existían seres microscópicos adaptados a esos hábitats. Era la primera noticia que la ciencia –que sólo ha estudiado el 1% de los microorganismos de la Tierra- tenía sobre los extremófilos. Esos microorganismos hallados en 1980 poseían, además, una curiosa capacidad: producían hidrógeno.

La noticia llegó a oídos de Blamey, quien trabajaba en ese tiempo en un laboratorio estadounidense dedicado a la producción de este gas. Desde entonces, su vida profesional dio un vuelco radical, dedicándose a explorar esas formas de vida, llegando a ser considerada como una de las expertas mundiales en la materia. Hoy trabaja en la Fundación Biociencia, organismo independiente que desde 2007, con el apoyo de InnovaChile de CORFO, explora la Antártica como fuente de recursos biotecnológicos.

Más que un continente helado

Jenny Blamey regresó a Chile porque “era el lugar donde tenía que estar: es uno de los seis sitios geográficos más ricos en ambientes extremos, muchos aún inexplorados, desde el Desierto de Atacama y los salares del Norte Grande, hasta la Antártica”. El continente blanco es uno de



Jenny M. Blamey

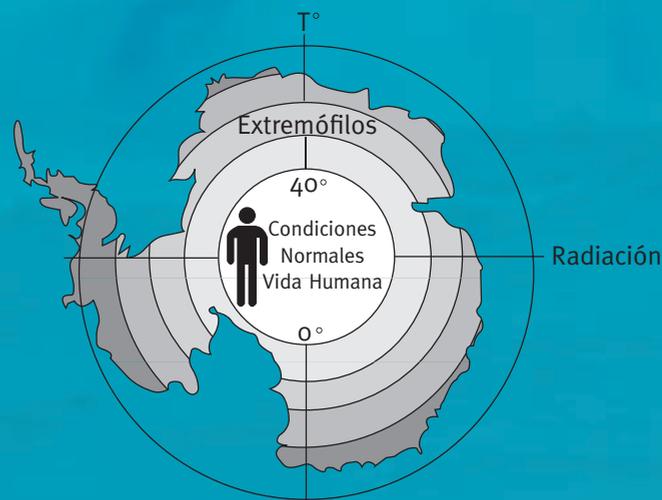
los más interesantes, con condiciones extremas de frío y radiación solar, y zonas de alta temperatura (sobre 95°C) en sus volcanes submarinos y terrestres. En ellas habitan hongos microscópicos, bacterias y otras formas de vida.

En enero de 2008, su equipo siguió una ruta de exploración en un rompehielos de la Armada desde la base científica Julio Escudero (del Instituto Antártico Chileno) en la Isla Rey Jorge, hacia diversos puntos de interés científico, algunos nunca antes visitados. Una segunda expedición, que se prepara para 2009, los llevará a acampar durante dos semanas en el cráter de un volcán activo. Estas expediciones requieren meses de planificación y apoyo logístico del INACH, Fuerza Aérea y Armada de Chile, y permiten a los investigadores medir las condiciones ambientales (temperatura, acidez y niveles de O₂), recolectar muestras de hielo, agua, sedimentos y tierra, para luego procesarlas mediante análisis microbiológicos y bioquímicos en busca de nuevos microorganismos.

La ciencia vestida de blanco

Diversos tratados internacionales en los que Chile tiene activa participación protegen a la Antártica de la explotación y limitan las actividades humanas a la investigación científica. Por ello, la exploración debe ser realizada con gran responsabilidad, preservando un ecosistema que es cada día más frágil. Para Jenny Blamey, las investigaciones deben siempre ceñirse a un marco ético y hacerse en forma ambientalmente responsable.

Su proyecto busca sentar un precedente para Chile, generando un marco regulatorio y una metodología para la extracción y manejo de muestras con estricto apego a los tratados internacionales. Con este objetivo, trabajan para generar una sofisticada infraestructura con una “cadena de frío” que incluye laboratorios para el procesamiento preliminar. Así, podrán recolectar muestras en pequeñas cantidades y preservarlas en idénticas condiciones, evitando su degradación al trabajarlas en el continente.



Especies resisten condiciones extremas de frío y radiación solar

La riqueza desconocida de la flora que habita la Antártica

La clave para poder disfrutar del calor y el sol sin riesgos puede estar en una especie vegetal que sobrevive en uno de los lugares más fríos del mundo: la *Deschampsia antarctica*, especie de hierba que se encuentra en el continente blanco, con una capacidad única de soportar el intenso frío, la alta salinidad y, en especial, los elevados niveles de radiación en esa zona.

Desde el año 2000, Manuel Gidekel, ingeniero agrónomo y Doctor en Biotecnología, se aventura periódicamente en las inhóspitas islas del Territorio Antártico Chileno en busca de esta hierba, capaz de sobrevivir en las condiciones extremas de las regiones polares y que, junto con la *Colobanthus quitensis* y algunos líquenes y musgos, conforman la escasa flora del continente helado.

La resistencia de la especie en ese ambiente extremo se debe a sus particulares características, producidas por una serie de genes especializados tras millones de años de evolución y adaptación. De acuerdo con las investigaciones de Gidekel, la *Deschampsia antarctica* cuenta con al menos 840 genes involucrados en la tolerancia a la luz ultravioleta.

El camino que condujo a Gidekel hacia la Antártica comenzó miles de kilómetros al norte, mientras hacía un doctorado en Biotecnología de Plantas en la Universidad de Irapuato, México, teniendo como compañera a la doctora chilena Ana Gutiérrez, hoy su esposa y colaboradora de investigaciones. Volvieron a radicarse a Temuco, a contribuir a la ciencia nacional, primero en el Centro Regional Cari-



Responsable del Proyecto

Manuel Gidekel. PhD en Ciencias del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), México. Executive Director VentureL@b, U. Adolfo Ibáñez.

Institución Ejecutora

Universidad de la Frontera.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT. Vitrogen S.A., Laboratorios Pasteur S.A., Fundación Instituto Leloir (Argentina)

Equipo de trabajo

Ana Gutiérrez, Jorge Dinamarca, Jaime Sánchez, Claudia Rabert, U. de la Frontera; Gustavo Cabrera, VitroGen S.A.

llanca del INIA y luego en la Universidad de la Frontera. Allí tomó contacto con investigadores como Luis Corcuera, doctor en Fisiología Vegetal y académico de la Universidad de Concepción, quien ya había iniciado investigaciones sobre la flora antártica y sus propiedades.

Poco tiempo después, Manuel Gidekel era invitado a una expedición al continente blanco. Hoy es uno de los integrantes más asiduos de las expediciones que organiza la doctora Jenny Blamey a la Antártica.

Deschampia para el mundo

Una parte del trabajo de este investigador es explorar las islas antárticas para estudiar cómo avanza la Deschampia antarctica, hacer mediciones climáticas y recoger muestras para crear la primera biblioteca genética de la especie. Utilizando herramientas de la biotecnología, se busca aislar los genes y estudiar sus mecanismos de activación frente a estímulos como la radiación. Esto permitirá producir en laboratorio los compuestos que protegen a la planta, para generar productos útiles en la vida cotidiana.

Entre estas “nuevas herramientas para un nuevo mundo”, como las llama Gidekel, destaca la creación de un protector solar para la piel a partir de los agentes fotoprotectores de la Deschampia antarctica, cuyo origen natural lo diferencia de los productos en el mercado. El potencial de este proyecto es enorme, ya que sólo en Chile se comercializan al año US\$ 14 millones en protección solar y para el año 2010 la cifra podría duplicarse.



Manuel Gidekel

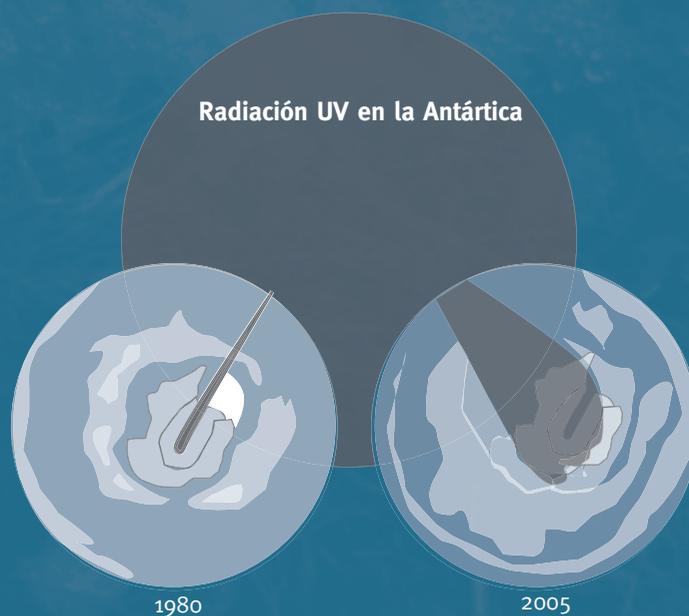
El alcance es aún mayor si se considera que, mientras en Chile se venden cerca de 1,7 millones de lociones protectoras solares al año, en Estados Unidos las ventas llegan a 18.800 millones de unidades: la participación chilena en ese mercado es sólo de 0,04%.

Otras aplicaciones de esta planta se vislumbran en la industria farmacológica, como base para productos anti-vejecimiento; en la formulación de detergentes que permitan lavar a temperatura ambiente; o en jugos de fruta, como conservante natural. Incluso han identificado algunas sustancias que tienen un efecto antitumoral al evitar la proliferación celular, hallazgo que podría ser un aporte en la lucha contra el cáncer.

La ciencia y la empresa

Manuel Gidekel afirma que, en general, “los científicos investigamos lo que nos gusta”, no lo que el mercado necesita. A su juicio, al recibir fondos públicos para la investigación, es importante que el trabajo que se desarrolla en laboratorio pueda llegar al mercado y ser un aporte a la sociedad. A lo largo de su carrera ha dividido permanentemente su tiempo entre la investigación científica y el trabajo empresarial, a través de Vitrogen S.A., empresa biotecnológica que cuenta con cuatro patentes comerciales en EE.UU., las que están probando con miras a su comercialización. Entre ellas se cuenta un método para multiplicar el copihue, flor nacional en riesgo de extinción.

Guiado por esta visión de unir la ciencia con los negocios, en 2007 se trasladó a la Universidad Adolfo Ibáñez, en Santiago. Su meta es levantar un centro de transferencia tecnológica donde se instalen compañías extranjeras rodeadas por un cinturón de empresas nacionales de biotecnología y que reúna a los investigadores y al mundo de los negocios. Así, indica, la ciencia chilena podrá responder mejor a las demandas de los mercados, mejorar el trabajo investigativo y aumentar su impacto en la sociedad.





Desde el bosque chileno surgen estudios que abren oportunidades

Una nueva alternativa al uso del petróleo y sus derivados

A sí como la prehistoria de la humanidad se divide en edades según los materiales que usaba el hombre para subsistir; la historia moderna también puede diferenciarse por cambios tecnológicos paradigmáticos. Hasta hace menos de un siglo, materiales y combustibles naturales, como la leña, los cueros, la piedra, el cemento y el carbón, entre otros, eran lo común. Sin embargo, desde la II Guerra Mundial, casi todo lo que utilizamos proviene del petróleo y sus derivados: la gasolina y los plásticos.

Pero si la extracción del petróleo sigue al mismo ritmo que en 2002, salvo que se encontrasen nuevos yacimientos, las reservas mundiales durarían cerca de 42 años. Para Alex Berg, ingeniero químico de la Universidad de Concepción, actualmente estamos en el fin de la “era del petróleo”. Ya no son sólo las razones ecológicas las que exigen un nuevo paradigma, sino económicas y estratégicas. Este

recurso no renovable, cuya demanda ha crecido más rápido que su producción, llega hoy a precios que amenazan la economía mundial.

El futuro, de acuerdo con Berg, está en los nuevos elementos químicos que la ciencia pueda generar a partir de productos agrícolas y forestales, como el bioetanol y biodiesel. En el ámbito forestal es donde Chile presenta grandes ventajas, debido a la cantidad de biomasa forestal que existe, materia orgánica utilizable como fuente de energía de manera sustentable y a bajo costo.

Una industria científica

Muchas de estas ideas daban vueltas en la cabeza de Alex Berg en 1996, al retornar a Concepción después de 10 años en Alemania, donde realizó un doctorado trabajando en la generación de nuevos procesos para la producción



Responsable del Proyecto

Director Ejecutivo: Alex Berg. PhD en Ciencias Naturales de la U. de Hamburgo, Alemania.

Institución Ejecutora

Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción

Financiamiento

Fontec-Corfo, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío Bío, U. de Concepción, aportes propios, Veba Oel AG (Alemania), Centro de Investigación de Polímeros Avanzados.

Equipo

Jefe Área Gestión Tecnológica: Carola Venegas. Investigadores Principales: Claudio Zaror, Ljubisa Radovic, Dietrich von Baer, Alfredo Gordon e Igor Wilkomirsky. Investigadores: Juan Carlos Carrasco, Álvaro Maldonado.

de celulosa. Sus resultados, basados en el uso de solventes orgánicos, lo llevaron a trabajar por seis años en un consorcio petroquímico germano.

Buscando un espacio para continuar con su investigación y contribuir con el desarrollo del país, bajo el alero de la Universidad de Concepción participó en la creación de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), dependiente de la Dirección de Investigación de dicha casa de estudios. Hoy, como su director ejecutivo, trabaja en el parque industrial Coronel, a 25 km de Concepción, en una moderna obra financiada con el aporte conjunto de Fontec-Corfo, CONICYT, Universidad de Concepción y aportes públicos, internacionales y propios.

Desde allí, lidera un numeroso equipo orientado a producir nuevos materiales y combustibles a partir de la biomasa forestal, en respuesta a las necesidades de las empresas e industrias de la región, del país e -incluso- del extranjero

Nuevos materiales

Uno de sus proyectos estrella surgió de los esfuerzos por transformar residuos sólidos industriales, en su mayoría plásticos. “Sabíamos poco de plástico y mucho de madera”, dice Berg. Por ello, se enfocaron en el desarrollo de materiales compuestos a partir de la biomasa y su mezcla con otros elementos, como plásticos, que sirvieran para generar productos innovadores para la industria. Así sur-



Alex Berg

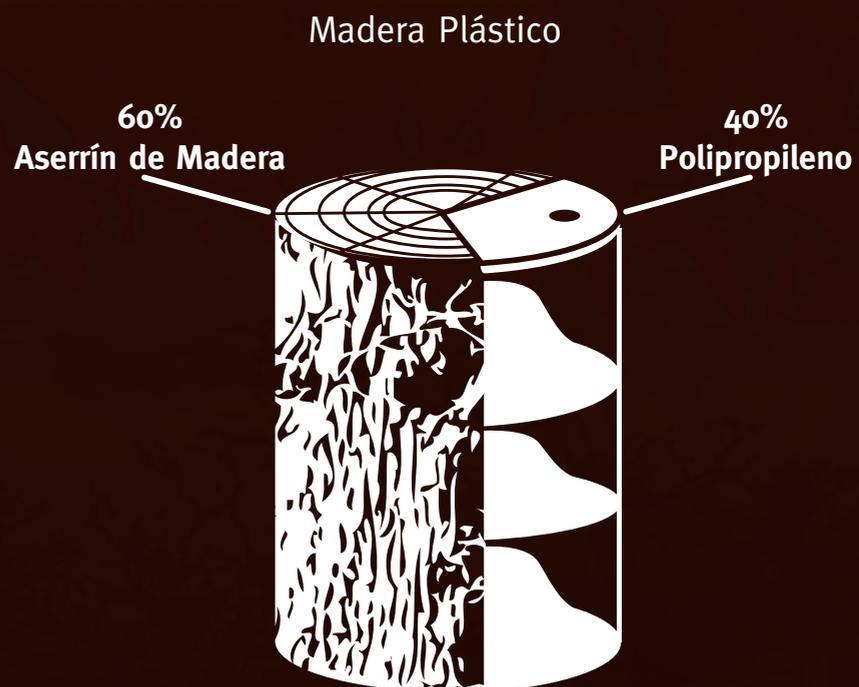
ge la madera-plástico, una mezcla de madera en polvo con plástico fundido o inyectado. Es de gran utilidad en la industria pesquera, por ejemplo, al ser más resistente a la humedad, descomposición o microorganismos; y más barata.

Otro ejemplo es el plástico biodegradable, combinación de madera y ácido poliláctico para uso en la industria forestal. Al plantar árboles en recipientes de este material, se evita trasplantarlos, ya que la sustancia se descompone de manera natural. También crearon la “madera petrificada”, impregnada con arena líquida para evitar que se queme y sea atacada por microorganismos. Reemplaza también el uso de químicos tóxicos en las maderas usadas, por ejemplo, en los durmientes de las vías ferroviarias.

Ciencia a escala industrial

En un país que busca la innovación, la relación entre ciencia y empresa cobra mayor importancia. Ahora, para despertar verdadero interés del sector productivo, se debe tener la capacidad de comunicarse con la empresa, y entender sus necesidades. La clave es “no tratar de vender tu idea, sino responder a lo que necesita el otro”, sostiene Berg. Por ejemplo, dice, en el ámbito químico un laboratorio puede producir pequeñas cantidades, pero la empresa solicita toneladas. Por ende, se requiere escalamiento productivo para fabricar en volumen industrial un producto creado a nivel experimental.

Por ello, la UDT está concebida como un centro de investigación aplicada, cuyo producto no son publicaciones, sino licencias, patentes y/o creación de nuevas empresas. Funciona en la práctica como una planta piloto industrial, un “laboratorio en grande o una planta de producción en pequeño”, que permite ensayar la elaboración de sus productos a escala industrial.





Soluciones energéticas que surgen del bosque chileno

Usando la basura y reinventando la leña

Desde el año 2000, Alex Berg y su equipo en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción trabajan en la reutilización de desechos industriales, intentando transformar residuos sólidos, incluso algunos que son peligrosos para el ser humano y el medio ambiente, en materias primas para la industria. En este ámbito han desarrollado experiencias con empresas chilenas como Petroquim y ENAP, y actualmente colaboran con la empresa alemana Merck en la generación de soluciones para los residuos que generan los productos químicos que este consorcio vende en América Latina.

En un principio, señala el experto, se pensó en desarrollar aplicaciones para la industria de la celulosa, pero en Chile este es un mercado dominado por grandes consorcios, que importan el 100% de la tecnología que utilizan. “No nos necesitaban”, explica Alex Berg.

El investigador señala que a nivel internacional, a las empresas se las mide hoy no sólo por lo que producen, sino por su impacto ambiental. Recalca, además, el potencial energético que tiene la basura que generan los chilenos, que alcanza a un kilogramo diario por persona. El desafío es aprovechar esta energía, que hoy simplemente se bota.

Nuevas formas de energía

En tiempos en que el abastecimiento energético se ha convertido en una preocupación constante, el uso de leña parece ser algo del pasado. Pero, de acuerdo con Berg, “el problema no es la leña, sino la forma en que la usamos”. La UDT trabaja también en el desarrollo de fuentes innovadoras de bioenergía.



Responsable del Proyecto

Director Ejecutivo: Alex Berg. PhD en Ciencias Naturales de la U. de Hamburgo, Alemania.

Institución Ejecutora

Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción

Financiamiento

Fontec-Corfo, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío Bío, U. de Concepción, aportes propios, Veba Oel AG (Alemania), Centro de Investigación de Polímeros Avanzados.

Equipo

Jefe Área Gestión Tecnológica: Carola Venegas. Investigadores Principales: Claudio Zaror, Ljubisa Radovic, Dietrich von Baer, Alfredo Gordon e Igor Wilkomirsky. Investigadores: Juan Carlos Carrasco, Álvaro Maldonado.

El investigador explica que equipos de combustión de alta tecnología, que funcionan con pellets de madera (aserrín prensado), como los que existen en Austria y otros países europeos, permiten utilizar leña como combustible de manera limpia y eficiente, aprovechando mucho mejor la energía y contaminando hasta 100 veces menos.

Aún más novedosa resulta la utilización de madera líquida o gaseosa (biogas), fluidos que se producen al calentar la madera, en un segundo, a más de 500° o 1300°C respectivamente, y que -además de servir como combustible- se utilizan para producir productos químicos.

¿Qué nuevos productos podemos esperar en el futuro? Las posibilidades, de acuerdo con Alex Berg, son ilimitadas, ya que “en Chile podemos hacer cualquier cosa que nos propongamos, siempre que lo hagamos bien, en forma seria y con mucho trabajo”.



Innovar para el desarrollo

El científico afirma que la investigación básica que se hace en las universidades chilenas es de buen nivel, pero no puede quedar archivada en la biblioteca, sino que debe existir una contribución al desarrollo económico del país.

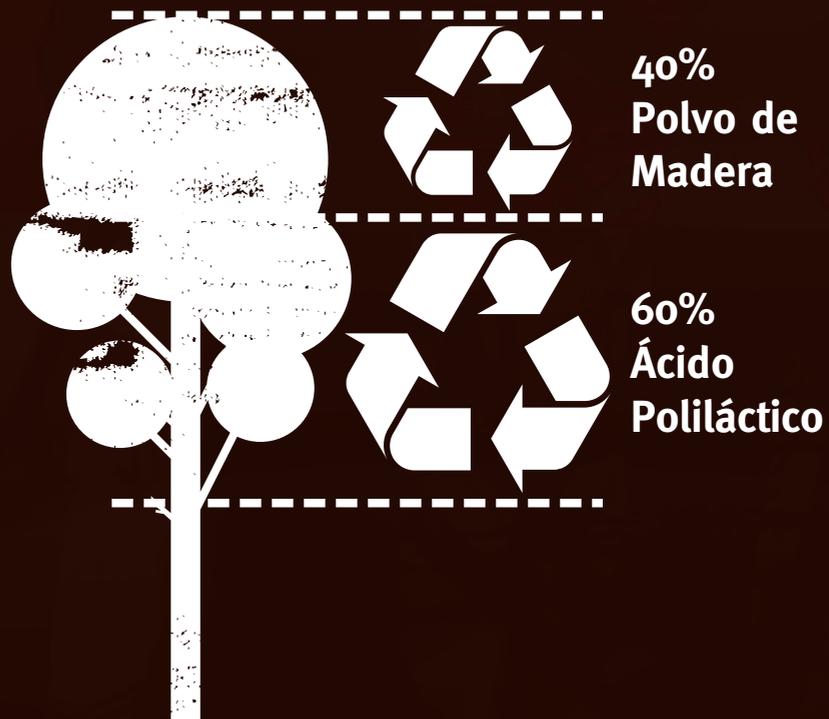
En este sentido, plantea que el modelo de desarrollo basado en la exportación de materias primas de “buena calidad a bajo precio”, como cobre, madera, salmones o frutas, está quedando obsoleto.

Los mercados internacionales se encuentran copados, el país no puede aumentar mucho más la explotación de sus recursos naturales y, además, vender a bajo costo significa bajos sueldos para los trabajadores.

A su juicio, el nuevo paradigma consiste en desarrollar productos diferenciados, con valor agregado, vale decir, generar innovación. Para ello, no basta con importar ideas del extranjero, se requieren conocimientos y una capacidad tecnológica propia.

Hoy existen las condiciones, las personas capacitadas y el apoyo del Estado para dar este salto, pero hay muy pocas pequeñas y medianas empresas de base tecnológica, que son el sustento del desarrollo en países avanzados. Por lo tanto, las universidades deben desarrollar el proceso completo.

Plástico Biodegradable





Centro de Modelamiento Matemático
apoya a industria cuprífera

Con sistemas matemáticos se estudia optimizar productividad del cobre

Por muchas décadas, el cobre ha sido catalogado como el sueldo de Chile. La memoria anual de Codelco de 2007 da cuenta de ventas por US\$ 3.782 millones en 2003 y US\$ 16.988 millones en 2007. El aporte que la compañía hace a Chile en 2003 llegaba a US\$ 688 millones según la memoria de ese año, y en 2007 a US\$ 7.944 millones. Esta empresa pública se nutre del trabajo de 61.500 operarios, entre personal propio y contratistas, y tiene las mayores reservas de cobre del mundo (20% del global).

Pero, entendiendo que para mantener este liderazgo mundial es vital tomar medidas que garanticen sustentabilidad a la empresa, en 2004 la empresa BioSigma suscribió un convenio con el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile, para desarrollar herramientas matemáticas teóricas y de simulación que permitiesen analizar el comportamiento de redes de interacción biológica

que impactan en los procesos productivos. Estas redes están en la base del funcionamiento de bacterias que estarán en condiciones de favorecer a la industria cuprífera.

Chile, líder mundial en Cobre

Ahora bien, las reservas de cobre de Chile tienen la particularidad de ser, en su mayoría, de metal de baja ley. Su explotación requiere de un proceso productivo tecnificado, que se basa en la biolixiviación, tecnología que da cuenta aproximadamente del 5% de la actual producción nacional. Consiste en la obtención del cobre presente en rocas mediante una cadena de reacciones químicas en las que ciertas bacterias juegan un rol relevante.

Codelco y la compañía japonesa Nippon Mining & Metals crearon en 2002 BioSigma, para estimular el desarrollo de



Responsable del Proyecto	Alejandro Maass. PhD en Matemáticas puras de la U. d'Aix-Marseille, Francia. Director del Laboratorio de Bioinformática y Matemática del Genoma (LBMG).
Institución Ejecutora	Universidad de Chile
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT, Universidad de Chile, BioSigma, S.A.
Equipo	Mauricio González, Verónica Cambiazzo, Pablo Moreno, Daniel Maturana, Angélica Reyes y Andrés Aravena, U. de Chile; Pilar Parada, Gloria Levicán, Nicole Erenfeld y Leandro Padilla, BioSigma S.A.
Instituciones Asociadas	BioSigma S.A.

tecnología aplicada proveniente de áreas como la Genómica, Proteómica y Bioinformática.

El aporte del equipo de Maass ha sido manejar, estructurar y analizar la información biológica a distintos niveles e integrarla en redes de interacción biológicas que permitan predecir, de alguna manera, el comportamiento de dichas bacterias bajo ciertas condiciones de producción. En una primera etapa, desde 2003, colaboraron en el desarrollo de un sistema de biomonitorio de las bacterias relevantes en el proceso de biolixiviación. Luego, desde 2004, asumieron un rol más relevante, modelando matemáticamente las redes de interacción y reacciones desencadenadas por tres bacterias, consideradas las más importantes.

Además, trabajaron en el análisis del ADN de estas bacterias para entender mejor las vinculaciones y reacciones que se generan entre ellas, esperando definir aquellas interacciones que inciden en la productividad de su trabajo. Se concentran hoy, además, en la realización de experimentos pilotos y -si se confirman los auspiciosos precedentes- se dará paso a un proyecto para ver y controlar in situ la dinámica de estas bacterias, esperando contribuir a mejorar el proceso de biolixiviación.

Bacterias a la chilena

Estos conocimientos han permitido que los expertos del



Alejandro Maass

CMM hayan trabajado con el Laboratorio Referencial de Biotecnologías para la Minería, en Colina, dotado de tecnología para biotecnología y biominería con la que es posible aislar, caracterizar y mantener una gama de microorganismos con potencial impacto comercial y productivo.

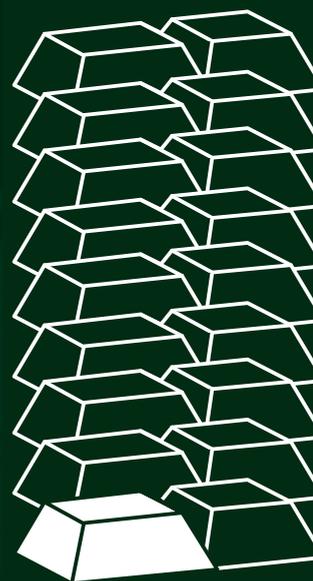
El trabajo mancomunado reportó frutos: en tres años identificaron y aislaron tres pequeñas bacterias que sobreviven en condiciones extremas, que tienen la cualidad de separar el cobre en los desechos que ya no se ocupan, conocidos como relaves. En su estreno mundial, fueron bautizadas con nombres en lenguas nativas de Chile: Welenen (La Pionera), Licanantay (La Atacameña) y Yagán (La Fueguina).

Matemáticas chilenas: máxima distinción

El prestigio internacional del Centro de Modelamiento Matemático es un activo que ha situado a la Universidad de Chile como fuente de capital humano avanzado. Es el caso del ingeniero matemático Alejandro Maass, quien en 2007 recibiera la medalla de "Caballero de la Orden Nacional al Mérito" del gobierno francés. A pesar de las ofertas que recibe desde que finalizó su Doctorado en Matemática Pura en esa nación, la intención de Maass fue volver a Chile, convencido de que la investigación en el Departamento de Ingeniería en Matemática (DIM) era de altísima calidad y con perspectivas de desarrollo indudables.

No estaba equivocado: en el año 2000 se constituyó el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) y se suscribió un convenio con el Centro Nacional de la Recherche Scientifique de Francia (CNRS) para crear una unidad mixta con base en CMM. El prestigio de la unidad académica es la razón, también, de que investigadores y estudiantes de post grado chilenos se encuentren trabajando a nivel internacional, en alianza con los centros más avanzados del mundo en Biología de Sistemas, como el Institute of Advances Biosciences de Keio, en Japón.

Producción Nacional de Cobre



Cerca del 5% del cobre producido en Chile es por Biolixiviación

Estallidos de roca se producen por concentraciones de energía



Matemáticos aplican conocimiento para prevenir accidentes en minería subterránea

Aunque en el imaginario de los chilenos el trabajo minero ocurre en una gran mina a tajo abierto, con explosiones a plena vista, existe también la minería subterránea, en la que gran parte de la extracción se hace mediante explosiones en el subsuelo. El material cae hacia una red de túneles creados para su extracción, llegando luego a un sistema de chancado que separa los minerales del material rocoso.

Es la que se usa en gran parte de la minería del cobre de nuestro país y, aunque efectiva, conlleva una serie de riesgos para los trabajadores y la misma producción. Las sucesivas detonaciones afectan el equilibrio interno del terreno, generando concentraciones de energía que eventualmente desencadenan lo que se conoce como estallidos de rocas.

En la minera El Teniente, en la Región de O'Higgins, deci-

dieron atacar este problema. Contactaron al Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile, para entender el fenómeno, tomar mejores decisiones y adoptar resguardos usando datos de eventos de estallido de los últimos años.

Modelando explosiones de roca en El Teniente

El Teniente es la mina subterránea de cobre más grande del mundo: con sus 2.400 galerías y 4.500 trabajadores, en dos años aportó al Estado más de US\$ 4.000 millones. Al concretar la ampliación a un nuevo nivel, pasaría de las actuales 140.000 toneladas por día (tpd) a 180.000 tpd. El inicio de las obras está programado para 2009, para comenzar a producir el año 2017.

El modelamiento matemático es una estrategia de conoci-



Responsable del Proyecto	Alejandro Jofré. PhD en Matemáticas Aplicadas de la U. de Pau, Francia. Investigadores Asociados CMM. Raúl Manasevich. PhD en Matemáticas Aplicadas de la U. de California at Berkeley, EE.UU.
Institución Ejecutora	Universidad de Chile.
Financiamiento	Codelco.
Equipo	Felipe Álvarez, U. de Chile.

miento científico que busca representar un fenómeno por medio de la formulación matemática de relaciones entre variables, como las que involucra un estallido de roca. Para definirlas, se identifican elementos claves en el proceso: cantidad de material removido, frecuencia y velocidad de detonación, entre otros. Las relaciones estimadas entre estas variables son representadas luego por medio de ecuaciones. Con esto, se espera identificar las condiciones generales del fenómeno y llegar a predecir, en alguna medida, la ocurrencia de los estallidos. Por ejemplo, reconociendo ciertos patrones comunes a estos episodios.

Felipe Álvarez, ingeniero del CMM, explica que en El Teniente los estallidos de rocas se generan por acumulación de tensiones provocadas por explosiones. “Al interior del macizo, cuando hay una fractura violenta que libera energía, se producen ondas sísmicas locales. Éstas llegan a los túneles por donde pasa la maquinaria y la gente: para la onda sísmica no hay nada al otro lado de la pared, su camino está libre y, por ende, la pared del túnel estalla”. El modelamiento matemático busca explicar cómo se produce esa acumulación de energía y el proceso que deviene en el estallido de las ondas sísmicas.

Velocidad y geometría interna

Los científicos han logrado medir dos variables determinantes: el ritmo de extracción y los cambios en la geometría interna del macizo. En el caso del primero, si la velocidad es muy alta, el macizo podría colapsar y venirse abajo. La velocidad incide en el reordenamiento de las fuerzas internas que equilibran el macizo, es decir, que



Alejandro Jofré

lo mantienen en pie. Luego, los cambios en la geometría interna del macizo también son importantes, pues afectan la direccionalidad de la concentración de fuerzas: por ejemplo, si la presión apunta hacia al centro del macizo después de una serie de detonaciones es menos probable que se produzcan estallidos, versus si apuntan hacia los sectores donde se encuentra la red de túneles, que es donde se produce los estallidos.

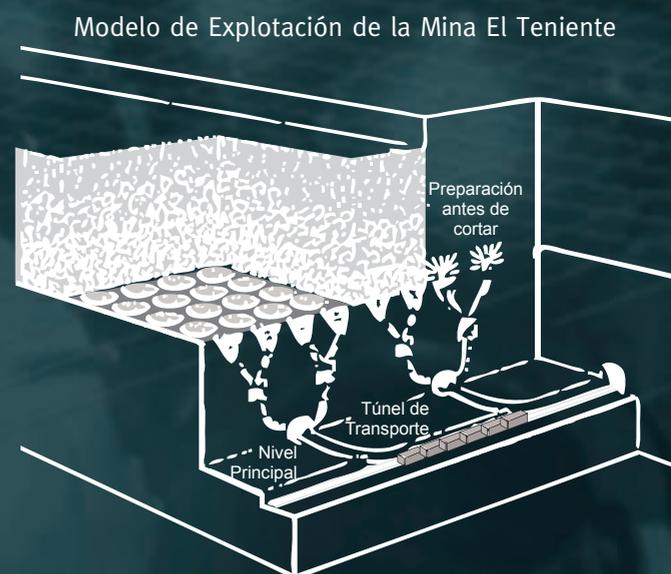
Aunque -pese a los avances- no han podido reconocer patrones para predecir eventos, sí han podido identificar condiciones generales que favorecen la ocurrencia de estallidos, sugiriendo mejoras al monitoreo de la sismicidad y la ubicación óptima de las centrales de seguimiento sísmico. Otra arista del proyecto está en los sofisticados softwares para visualizar en tres dimensiones la acumulación de tensiones y el cambio geométrico interno del macizo en relación con la velocidad de extracción. Con estos avances se busca controlar los factores, disminuyendo los riesgos humanos y productivos.

Modelando un nuevo método de extracción

En la actualidad, Codelco prueba en El Teniente un nuevo método para reducir los estallidos: el preacondicionamiento vía fracturamiento hidráulico de la zona de extracción, que busca atenuar la liberación de energía. Raúl Manasevich, ingeniero del CMM, explica que “se prepara el cerro antes de la extracción, bombeando agua a tal presión que el cerro se fractura y se libera energía, pero de manera controlada, antes de ir a explotarlo”.

El trabajo de los matemáticos se usa ahora como base para modelar el impacto de este método. El proyecto de seis meses de duración ha reunido a geólogos, ingenieros en minas de El Teniente y los ingenieros matemáticos del CMM, lo que ha sido clave para el proyecto, experiencia de vanguardia a nivel mundial.

Tanto el modelamiento del fenómeno como el experimento de preacondicionamiento, entregarán datos sobre mejoras posibles a este procedimiento de extracción utilizado en diversos países. La idea del equipo del CMM es mejorar el conocimiento de estos fenómenos para producir tecnología que optimice los procesos productivos, aumentando la seguridad del trabajo minero.



Aprovechando los beneficios del TLC con la UE

Aires chilenos para el metro europeo



Para Chile, la suscripción del acuerdo de asociación económica con la Unión Europea ha traído grandes beneficios: las ganancias del sector exportador nacional pasaron de US\$ 8.340 millones en 2003 a US\$ 14.287 millones en 2005. Este bloque de países es el primer socio comercial de Chile en el mundo: la participación relativa de la Unión Europea en las exportaciones nacionales fue de 23,5% en 2005.

Ahora bien, no sólo inversiones involucra el acuerdo: también establece oportunidades de cooperación, dando garantías para la producción y transferencia de conocimientos desde el campo científico. Aprovechando este escenario, el equipo del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile, liderado por el ingeniero Jorge Amaya, se inscribió en 2005 como único representante no europeo en los proyectos Modurban (Modular Urban

Guided Rail Systems) e Integrail (Intelligent Integration of Railway Systems), iniciativas que buscaban optimizar el transporte subterráneo en Europa.

El CMM colaboró en el diseño de líneas y productos para un uso más eficiente de la energía en el transporte subterráneo europeo, aprovechando su liderazgo en un área de la Ingeniería Matemática que no tiene más de tres décadas.

Comodidad bajo tierra

El reconocimiento internacional de los ingenieros matemáticos del CMM, junto con el interés por estrechar los lazos comerciales, motivaron a la empresa Alstom a invitar al equipo a participar de una línea de financiamiento de la Comunidad Económica Europea. La meta era estudiar el uso de la energía en el transporte subterráneo para calefacción y enfriamiento de los vagones.



Responsable del Proyecto

Jorge Amaya. PhD en Ciencias Aplicadas de la U. Catholique de Louvain, Bélgica. Investigador Asociado CMM.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile

Financiamiento

VI Programa Marco de Investigación en Innovación de la Comisión Europea; Aportes privados.

Equipo

Roberto Román, Takeshi Asahi, José A. Sánchez y Guillermo Poblete, CMM.

Amaya explica que en Europa se buscaba homogeneizar los servicios para unificar los estándares públicos, lo que permitiría en el largo plazo ahorros energéticos. Además, el metro europeo estaba sufriendo una reducción de pasajeros, pues se privilegiaba otros transportes con mejor calidad en ventilación o calefacción. El estudio de Amaya se basó en el ambiente termal de túneles y metros, es decir, la sensación térmica que el pasajero experimenta a bordo de los carros como resultado de la actividad ferroviaria.

Para optimizar el uso de la energía y el aclimatamiento de los carros, generaron primero un modelo conceptual del problema térmico, simulando principios básicos, como peso homogéneo en los carros, carga de pasajeros y temperatura. Una vez modeladas esas variables, se analizó la representación usando ecuaciones de la física que dicen relación con el comportamiento general de la energía, cómo se gasta, pierde y recupera.

La información fue ingresada al computador para analizarla a la luz de cálculos matemáticos que aportaron núme-



Jorge Amaya

ros, gráficos y datos para entender y remediar el problema original. El resultado fue un software que permite usar modernas tecnologías para la comodidad de los pasajeros en el metro. Por una parte, coordina los sistemas de comunicaciones entre los carros y las centrales de monitoreo. Por otra, modela el balance termal al interior de túneles, carros y estaciones, con la clave de un consumo moderado de energía.

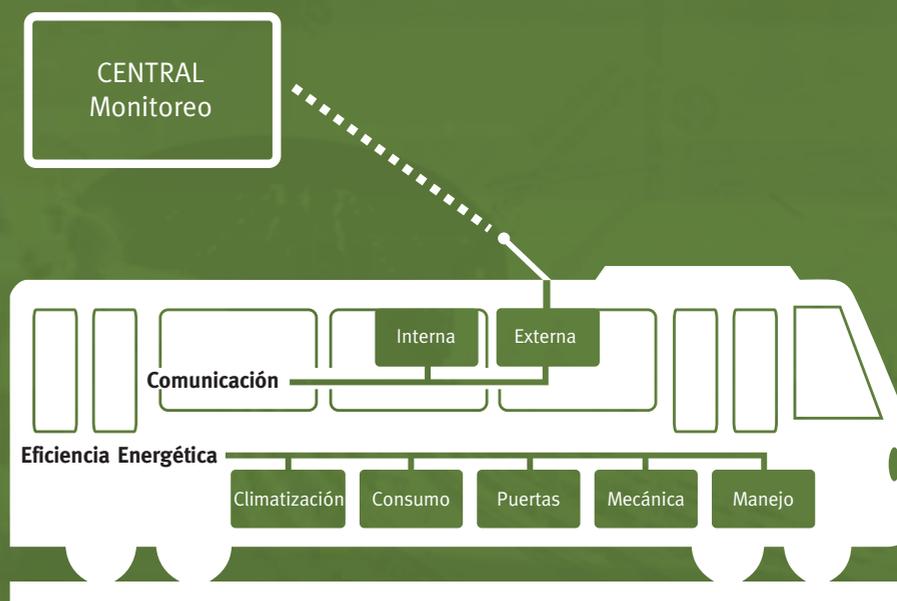
Más confort para el Metro Santiaguino

La coyuntura actual del transporte santiaguino ha llevado al ingeniero Amaya a posponer su intención de acercarse a las autoridades del Metro capitalino.

En gran medida, Amaya entiende que en las actuales circunstancias el interés de la empresa Metro es hacer que la gente llegue de un lugar a otro lo más rápido posible, por tanto, temas como la optimización del uso de la energía se posponen, privilegiando aspectos como la dotación de carros, mantener rangos de frecuencia, velocidad y un servicio que movilice la mayor cantidad de personas.

Los cuidados en la forma de transportar al pasajero deberían surgir una vez regularizado y consolidado el servicio, tiempo en el cual el Metro capitalino debería volver a fijar su mirada en la recuperación de los estándares de calidad y atención que, tradicionalmente, han acompañado su gestión y que se corresponden a esa segunda etapa que concibe el ingeniero Amaya.

Áreas de Participación del CMM en el Modurban



Secuenciación de genoma de virus y su uso en la industria

Con biotecnología combaten virus que amenazan a la industria vitivinícola

Los fértiles valles chilenos han demostrado ser ideales para el cultivo de vinos de excelencia internacional y también de su materia prima: las uvas también representan una parte importante de las exportaciones nacionales, con 776.397 toneladas en 2007, por un valor de US\$ 1.014 millones. En tanto, las cifras del vino alcanzan a US\$ 1.143 millones en el mismo año según Odepa.

Para mantener el prestigio a nivel internacional de la producción vitivinícola nacional, es necesario implementar tecnologías como el sistema de detección de virus en vides, creado por Pablo Valenzuela, doctor en Bioquímica y Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas 2002.

Los virus son organismos infecciosos que pueden afectar seriamente la producción de las parras de vid, mermando

la cantidad de uvas a casi la mitad y generando racimos con frutos de diferente color y acidez. Esto repercute negativamente en la cadena de valor de estos importantes productos de exportación chilenos, la uva de mesa y los vinos.

A cazarlos a todos

El doctor Valenzuela, junto con su colaborador Esteban Engel, se propusieron identificar todos los virus en un mismo ensayo mediante el uso de un método conocido como microarreglo en diagnóstico, tecnología incipiente que trajeron desde Estados Unidos y que replicaron en los laboratorios de la Fundación Ciencia para la Vida.

En los fundamentos de esta metodología se encuentra la comprensión de que todos los virus son distintos, aún cuando esa diferencia sea muy leve. La investigación está



Responsable del Proyecto

Pablo Valenzuela. Bioquímico PhD en Química de la U. Northwestern y Evanston, EEUU. Director de la Fundación Ciencia para la vida.

Institución Ejecutora

Fundación Ciencia para la Vida
Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)

Financiamiento

InnovaChile de CORFO, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan aportes propios.

Equipo de trabajo

Patricio Arce, U. Católica; Esteban Engels, Fundación Ciencia para la Vida.

Instituciones Asociadas

Bios Chile.

en proceso de secuenciación de los genomas de los organismos infecciosos y aún no existen conclusiones. Sin embargo, los conocimientos del grupo permiten vislumbrar la generación de un sistema integral que detecte la presencia de los virus que atacan a las parras y la de otros que no se habían reportado en Chile.

Pablo Valenzuela se muestra muy ilusionado y expectante ante la posibilidad de aplicar el método de los microarreglos en diagnóstico en otros productos económicos fuera de la vid, al punto que los cataloga como “el método del futuro”, una tecnología que resulta totalmente pertinente en el afán de colocar a Chile como una Potencia Alimentaria.



Pablo Valenzuela

El método del futuro

Si bien la metodología de los microarreglos se creó en Estados Unidos, sus gestores no la han llevado aún al campo agrícola. Por ello, el doctor Valenzuela se encuentra avanzado en su incorporación y uso en la detección de organismos infecciosos en las faenas agrarias del sector exportador.

Los primeros pasos los ha dado en productos como berries, manzanas y duraznos, donde las perspectivas de trabajo dan cuenta de plazos de dos años para consolidar la utilización del desarrollo tecnológico. Su meta es eliminar todos los virus que afectan a las verduras y frutas que Chile exporta.

Los microarreglos de ADN en la medicina han permitido desarrollar perfiles de expresión genética, genotipos, de-

tección de mutaciones y descubrimiento de genes, generando así una suerte de biblioteca de gran impacto para el tratamiento de enfermedades oncológicas, como las leucemias agudas, y para estudios de endocrinología en materia de obesidad y de diabetes mellitus tipo 2.

Pero, además, el doctor Valenzuela es enfático en señalar que el potencial de este método no se limita sólo a la actividad agrícola. Eventualmente podría ser ocupado por el sector pesquero en la identificación de patógenos del agua y por la Biomedicina, en la individualización de los virus que afectan a la humanidad.

Ciencia sin fronteras

La ciencia no tiene fronteras: este parece ser el principio que, desde su formación, acompaña la trayectoria del doctor en Bioquímica Pablo Valenzuela. La premisa le fue legada por uno de sus maestros de la época universitaria, el doctor Osvaldo Cori, quien traspasó sus conocimientos médicos al terreno de la investigación científica y la formación académica.

A comienzos de los 70, el doctor Valenzuela comenzó a trabajar como post doctorante en el Dpto. de Bioquímica y Biofísica de la Universidad de California, Estados Unidos. Fue en esos laboratorios donde se gestaron los primeros avances en el campo de la ingeniería Genética, superando los límites hasta entonces conocidos.

Su éxito en el extranjero nunca nubló la meta que llevaba Valenzuela en el corazón: des-



de 1996, año en que regresó a Chile, este destacado investigador explora posibilidades y crea programas de estudios que otorguen valor agregado a las exportaciones chilenas.

Investigación en genómica impulsa industria frutícola:

Genes dignos de duraznos de selección

Morder un durazno de color, tamaño y aroma perfectos, esperando sentir el dulce sabor de la fruta y encontrarse con una desagradable textura harinosa. Hoy ya se conoce la causa de esa situación, gracias a la investigación del bioquímico Ariel Orellana: se trata de los genes y, gracias al arduo trabajo del científico y su equipo, puede tener también una solución.

Dos productos estelares en las exportaciones chilenas son los duraznos y los nectarines. Su presencia en el mercado de EE.UU. es relevante: de 498.703 cajas importadas en 2006, 113.500 eran chilenas. En 2007, Chile exportó 45.350 toneladas de duraznos y 52.213 de nectarines, por un total de US\$ 104 millones según Odepa. En el caso de los duraznos en conserva, el año 2007 se realizaron

exportaciones por cerca de US\$ 63 millones, 13% más que en 2006.

Por ende, reducir las posibilidades de que los productos tengan esa textura harinosa es vital. Hasta hace poco tiempo, lo único que se sabía es que se trata de un fenómeno asociado con las bajas temperaturas. Motivado por la importancia del durazno en las exportaciones chilenas, Ariel Orellana, investigador de la Universidad de Chile, impulsó una investigación en genómica cuyos resultados han sido reconocidos a nivel mundial.

Una generación de duraznos inmunes al frío

Para estudiar el daño por frío en los nectarines y duraz-



Responsable del Proyecto

Ariel Orellana. PhD en Ciencias Biológicas de la U. Católica. Director del Centro de Biotecnología Vegetal, U. Andrés Bello.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio en Biotecnología Celular y Vegetal (PCB)

Institución Albergante

Centro de Biotecnología Vegetal, U. Andrés Bello.

Financiamiento

Iniciativa Genoma Chile de CORFO, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, Asociación de Exportadores de Chile, Fundación para el Desarrollo Frutícola, Fundación Chile.

Equipo

Herman Silva, Lee Meisel, Enzo Pantoja y Ricardo Baeza-Yates, U. de Chile; Verónica Cambiazo y Mauricio González, INTA; Reinaldo Campos, Julio Retamales y Bruno Defilippi, INIA-La Platina.

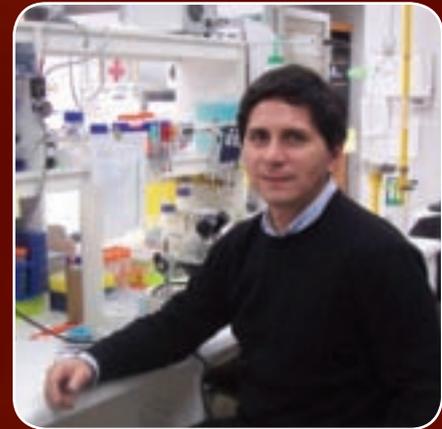
nos, Ariel Orellana convocó a un grupo multidisciplinario del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), el Instituto de Nutrición y de Tecnología de los Alimentos (INTA) y científicos como Herman Silva y Lee Meisel, expertos en secuenciación de genes. Orellana, en tanto, se especializa en proteómica: la cadena de procesos que se desencadenan por las órdenes dadas por ciertos genes.

Con el respaldo de CORFO y de la industria frutícola, en 2003 iniciaron el proyecto basado en la evidencia de que ciertos genes dan características a los frutos, como rugosidad o dulzor, entre otros. Primero, analizaron los genes de duraznos y nectarines, secuenciando alrededor de 50.000. En una fase posterior -usando técnicas bioinformáticas- detectaron casi 300 genes y proteínas que se relacionan, por ejemplo, con la harinosidad de la fruta.

La información obtenida ha permitido generar marcadores moleculares que aportan predictividad en la selección de nuevas variedades que, en este caso, tengan menos posibilidades de ser dañadas por frío. Estos marcadores entregarán al fruticultor una serie de herramientas que le permitirán elegir las variedades más atractivas comercialmente y así establecer estrategias productivas desde las primeras etapas.

Investigaciones de calidad mundial

En marzo de 2008, en Pucón, Orellana presentó una actualización de los resultados y alcances de su proyecto en el marco del IV Congreso Internacional en Genómica de Frutales, que reunió a 120 investigadores y personeros vinculados al rubro frutícola. La comunidad internacional



Ariel Orellana

ha valorado los logros de esta iniciativa, pues entrega herramientas moleculares únicas que, a futuro, permitirán hacer una selección temprana de las variedades de interés, incidiendo positivamente en los costos de producción de los fruticultores.

Además se ha reconocido el rol pionero del equipo de Orellana, el grupo investigador que tiene una mayor cantidad de genes de duraznos y nectarines secuenciados a nivel mundial. Ahora la labor de Orellana apunta a fortalecer la plataforma tecnológica de programas de mejoramiento genético. Esta es la meta plasmada en el proyecto Genoma 2, liderado por el mismo científico, que estudia la expresión de genes en las hojas y plántulas que dan origen al fruto. Esta iniciativa de largo plazo es financiada por el Programa Fondef de CONICYT y en ella participan la Universidad Andrés Bello, la Universidad de Chile y el INIA.

La experiencia brasileña en secuenciación de genes

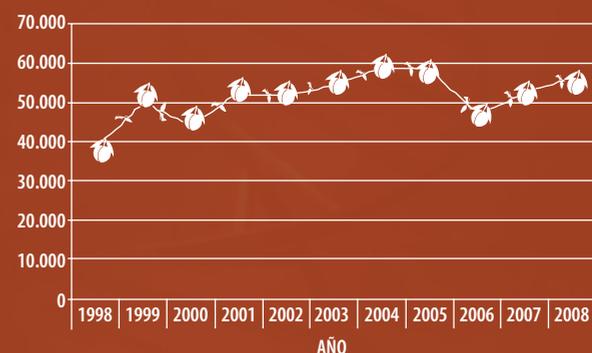
En el año 2000, científicos brasileños encontraron una solución para uno de los problemas que dañaba la producción de cítricos de ese país: la colorosis varigerada, enfermedad que hace que el árbol dé frutos pequeños, duros y sin valor comercial. Es causada por la bacteria Xylella fastidiosa, que afecta al 30% de la cosecha y que amenazaba también los cafetales de Sao Paulo.

Casi 200 científicos trabajaron dos años en forma coordinada, en 35 laboratorios, logrando ser los primeros en secuenciar el genoma total de un patógeno vegetal. Esto permitió ampliar las posibilidades de control de la plaga y estimuló la formación de investigadores especializados en Biología Molecular e Informática Aplicada a la Biología.

Esta experiencia fue conocida por el entonces Presidente de la República de Chile, Ricardo Lagos, quien decidió apoyar finan-

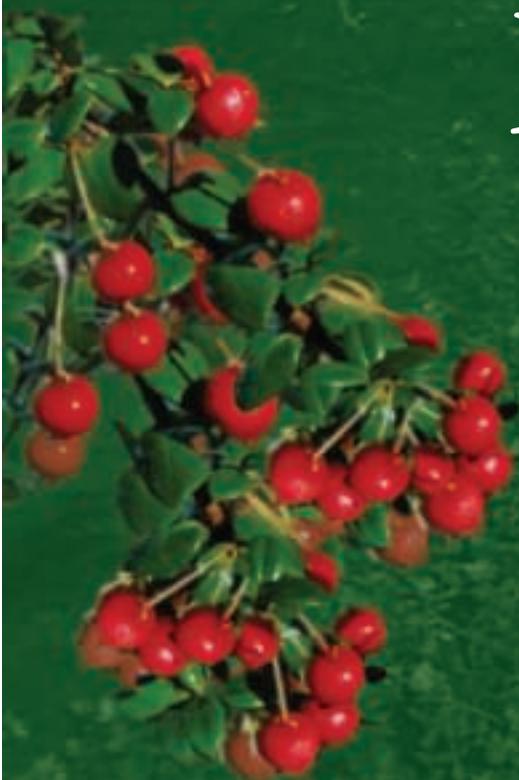
ciamente investigaciones en el campo de la geonómica aplicada al área agro-exportadora y minera, patrocinando estudios como los que hizo Ariel Orellana con los duraznos.

Exportación de Nectarines
(miles de US\$ FOB)



Fruto nativo competirá en el mercado internacional

Murtilla: cultivando una pequeña potencia frutícola



La murtilla es un fruto silvestre, similar al arándano, pero de un color que varía en distintas tonalidades de rojo a rosado, de agradable sabor y aroma. Es una especie endémica, presente prácticamente sólo en nuestra nación, y que se distribuye en una zona que va desde la Región del Maule hasta Los Lagos. Muy popular entre los sureños, pero prácticamente desconocida para el resto del mundo.

Debido a que nació en el sur del país, Ivette Seguel conoce desde muy pequeña la murta o murtilla. Tras egresar como la primera alumna del Diplomado en Mejoramiento Genético, Productivo y Reproductivo de la Universidad

Austral, se integró en 1993 al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a cargo de la recopilación de datos del Programa de Recursos Genéticos. La labor y meta de este programa, desde entonces, ha sido aprovechar la potencialidad de las 6.200 especies nativas en Chile con fines productivos, económicos y sociales.

Una de las candidatas con la que hoy trabajan es la murtilla. A Seguel le llamó la atención el desconocimiento del aromático fruto. Esto la motivó a que, en 1996, junto con su equipo de trabajo, presentara un primer proyecto al Programa Fondecyt de CONICYT para recolectar germoplasma de la murtilla, recorriendo el territorio austral para



Responsable del Proyecto	Ivette Seguel. Magíster en Ciencias Vegetales de la U. Austral. Coordinadora Programa Nacional de Recursos Genéticos del INIA
Institución Ejecutora	Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Carillanca.
Financiamiento	Programa Fondef del CONICYT, Aportes privados.
Equipo	Adolfo Montenegro, INIA-Carillanca; Luis Torralbo, U. Austral. Co-investigadores: Nelson Espinoza, José San Martín, Erick Schuermann y Kong Shun Ah Hen.
Instituciones Asociadas	U. Austral y U. de la Frontera. San José Farm S.A; Bopar S.A; A. G. de Productores de Murta IX Región; The Fresh Conexión LLC Chile Ltda. y César Negrón Scherwerter.

crear un banco de genes de la especie. Una vez que hicieron marcadores moleculares y cultivos in-vitro de la especie, observaron que entre los 103 genes reconocidos, diez genotipos destacaban por ser muy potentes y promisorios. La tarea fue probar cómo estos genotipos respondían a diferentes condiciones agroecológicas.

De silvestre a cultivable

Se acogieron al financiamiento aportado por un nuevo proyecto, esta vez del Programa InnovaChile de CORFO, para instaurar 17 puntos de prueba desde el norte de la Región de la Araucanía hasta la zona de Ensenada en la Región de los Lagos, donde ubicaron los genotipos seleccionados. Obtuvieron un paquete agronómico, una especie de protocolo integral para el cultivo de la murta en Chile.

Hoy se encuentran concentrados en otro proyecto, financiado por el Programa Fondef de CONICYT, que busca lanzar al mercado una murtila optimizada desde el punto de vista genético, esperando que se constituya en una auténtica alternativa de cultivo y comercialización para los productores agrícolas de zona sur.

Mediante un exhaustivo proceso de mejoramiento genético han logrado dar con dos especies de murtila, la Inia Red Pearl (Perla Roja) e Inia South Pearl (Perla del Sur), inscritas en el Registro de Protección de Variedades del SAG y las que en corto plazo tendrán como destino la conquista del mercado internacional.

En 2005, Chile se consolidó como exportador de berries: sólo los envíos de arándanos alcanzaron retornos de US\$ 89 millones. En tanto, la murtila, que se clasifica como berrie, cosecha ya sus primeros éxitos: en Francia alcanza



Ivette Seguel

un precio de 20 euros el kilo. Para hacer una relación, un kilo de duraznos cuesta en el mismo país sólo tres euros.

Transferencia tecnológica

Un trabajo paralelo, dirigido por el ingeniero agrónomo Luis Torralbo, ha sido realizado para difundir el fruto a nivel nacional entre autoridades, académicos, productores, comercializadores y la comunidad. Para ello, se creó una página web (www.murtillachile.cl) y se ha realizado un fuerte trabajo con la prensa. Se han organizado seminarios y participado en ferias donde la murtila ha sido el centro de atención.

Junto con ello, se ha capacitado a agricultores para hacer viveros, mediante el uso del paquete agronómico generado por el equipo técnico liderado por Seguel. En la actualidad, buscan posicionar el fruto internacionalmente y para ello requieren desarrollar el procesamiento masivo del producto, apuntando en este camino a mejorar la calidad agro-industrial.

Recursos genéticos de la papa

Los primeros pasos profesionales de Ivette Seguel fueron trabajando con la papa, siendo precursora del Programa de Germoplasma Chileno de Papas, iniciativa que desde 1981 contabiliza 496 especies en el banco albergado en la U. Austral, la mayoría de procedencia chilota. Se trata de un proyecto de rescate, resguardo y desarrollo de la especie, que busca crear un registro de los genes de este tubérculo.

Se sabía que era originario del Perú, y durante muchos siglos sólo estuvo presente en ese país y en Chiloé, por lo que era posible intuir que sus genes eran los responsables de la propagación de la papa por el mundo.

Es lo que han avalado publicaciones recientes, como la de David Spooner y Mercedes Ames, de la Universidad de Wisconsin-Madison, EE.UU., quienes reportan en la revista especializada

American Journal of Botany haber estudiado el ADN de distintas variedades de papas. Concluyen que más del 99% de las variedades modernas de papas son descendientes directos de las que alguna vez crecieron en el centro y sur de Chile.

Zonas de recolección de ADN de murtila



Hectáreas destinadas a la producción de este fruto aumentan

Cultivo de arándanos en Chile: el milagro de Pailimo

La localidad de Pailimo parece estar emplazada en una zona de milagros. Se ubica en la comuna de Marchigüe, en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, pequeña comunidad agrícola que vivía en el anonimato hasta que en septiembre de 2008 hizo noticia porque su escuela Nóbeles de Chile fue la mejor escuela municipal según los resultados del Simce.

El otro milagro de Pailimo es, sin duda, el arándano, un cultivo que se introdujo en la zona en 1999 y que

no ha parado de crecer, aportando una mejor calidad de vida a los pequeños agricultores. Revolucionó la economía del pueblo: de la agricultura de subsistencia pasaron a la fruticultura de exportación, que comenzó con 11 familias y 11 mil plantas de arándanos en 2,5 hectáreas. Hoy cuentan con más de 100 mil plantas distribuidas en 25 hectáreas.

Organización para la comercialización

La iniciativa se remonta a 1999, cuando con apoyo y financiamiento de la Fundación para la Innovación



Responsable del Proyecto

Jorge Cantillano. Ingeniero agrónomo de la U. de las Américas.

Institución Ejecutora

Agrícola Pailimo Ltda.

Financiamiento

Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Equipo de trabajo

Jefa de Packing: Jacqueline Valenzuela.

Agraria (FIA) se introduce el arándano para evaluar su potencial productivo y comercial. La primera cosecha se realizó a fines de 2001 y es en 2002 que se consolida el proyecto, con una segunda etapa financiada por FIA e INDAP, entre otros. El FIA financió, junto con los mismos productores, un centro de acopio y sala de proceso. Se constituyó también un equipo estable que asesora a los agricultores, formado por el ingeniero agrónomo Jorge Cantillano y la técnico agrícola Jacqueline Valenzuela. Las entidades invitaron también a los agricultores a conocer otras experiencias, en el sur de Chile y el extranjero, como el Congreso de Arándano en Argentina y reuniones con sus pares de Oregón, en EE.UU.

Esto se debe al gran potencial del arándano, originario de Estados Unidos y que en los 80 fuera introducido en Chile como alternativa de cultivo contra-estación, esto es, entre noviembre y mayo. Ya en 2005, los envíos de arándanos alcanzaron retornos de US\$ 89 millones, con 3.500 hectáreas a nivel nacional, convirtiendo al país en el tercer productor a nivel mundial. Según Odepa, de 2006 a 2007 se exportaron 21 mil toneladas y 78% tuvo como destino Estados Unidos, lo que equivale a US\$ 141 millones de dólares.

Arándanos todo el año

Visto este favorecedor escenario, los agricultores se han organizado al alero de la Agrícola Pailimo Limitada, comercializando con exportadoras su producción de manera colectiva y mejorando el precio de compra.



Jorge Cantillano

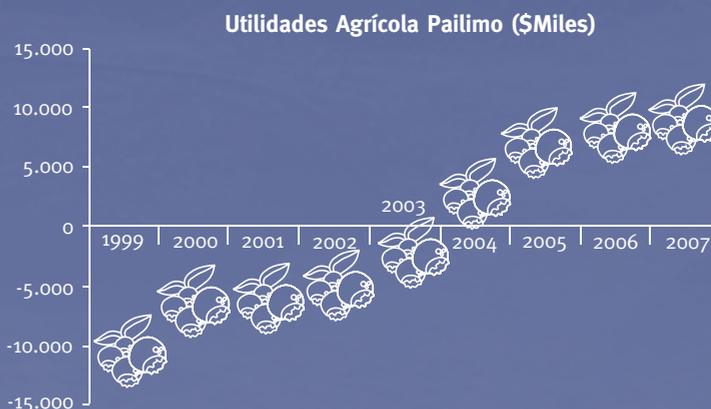
En el horizonte de estos productores se sitúa la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para contar así con certificación y comercializar directamente sus productos en los mercados internacionales, lo que esperan concretar en dos años.

Además, otra de las ventajas de Pailimo es que el cultivo del arándano se da en una zona de producción temprana, por lo que se han introducido variedades de este fruto de bajo requerimiento de frío, como los tipos O'Neal y Ducke. En el último tiempo, se sumó la variedad Briggita, especie que permitió extender la temporada de cosecha incluyendo diciembre a febrero y que generó un incremento sustancial en las plazas laborales de Marchigüe, proporcionado trabajo a 400 personas en época de cosecha.

La nostalgia ya no se cultiva en Pailimo

Juan Erazo es el representante legal de la Agrícola Pailimo. Ha sido una de las personas más comprometidas con el proyecto, ya que ha visto el positivo impacto que ha tenido en sus condiciones de vida y las de su familia. Recuerda a su padre, un antiguo inquilino del fundo Pailimo que trabajaba de sol a sol por un mínimo ingreso a trato: fue ese esfuerzo el que lo impulsó a tomar en sus manos el curso de su destino y de los suyos.

Hoy las perspectivas de su familia son totalmente diferentes: atrás quedó la época en que subsistían de la agricultura de siembras, como papas, maíz, trigo y porotos; de la cría del ganado vacuno y ovino; y de la explotación forestal de su pequeño predio. Ahora viven de manera austera la prosperidad que han conseguido, que les ha permitido financiar la construcción de un pequeño packing y proyectar la compra de un tractor o una moto de cuatro ruedas para la fumigación de los cultivos.

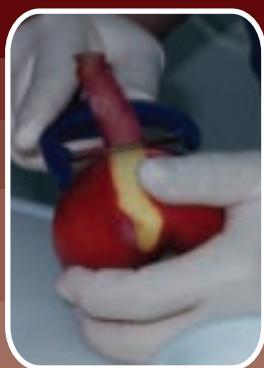


Impacto del sol en los flavonoides de las frutas

Por la ruta de la biosíntesis directo hacia el **Campo** de la innovación

Todo comenzó cuando Felipe Camposano invitó al recién egresado bioquímico de la Universidad Católica, Andrés Leschot, al campo de su familia cerca de Curicó. Bajo el intenso calor del verano, le contó que el sol había afectado la producción de manzanas de su familia y otros productores locales. Hablaron entonces sobre la ausencia de un producto que mitigase el impacto del sol. La conversación cambió de tono cuando Felipe propuso a Andrés buscar una solución.

Durante sus tesis, Andrés había revisado algunos antecedentes que podían ser útiles para este desafío. Con esos conocimientos, inventó una especie de protector solar para la fruta. Al año siguiente, probaron la aplicación y, si bien no tuvieron resultados válidos en cuanto a protección solar, hubo interesantes consecuencias en el color de las manzanas: adquirieron una tonalidad roja intensa, muy atractiva visualmente.



Responsable del Proyecto	Alvaro Olivera-Nappa. PhD en Ingeniería Química de la U. de Chile.
Institución Ejecutora	Lucien Biotechnologies y DICTUC, U. Católica.
Financiamiento	InnovaChile de CORFO, DICTUC.
Equipo	Felipe Camposano y Andrés Leschot, U. Católica; Gabriel León, U. Andrés Bello; Bruce Cassels, U. de Chile; Danilo González, U. de Talca.
Instituciones Asociadas	Soc. Agrícola Las Pillallas Ltda., Agrícola La Perla, Agrícola Framparque Ltda., Agrícola Pudú Ltda.

En la base del efecto de la formulación inicial se hallaba la interacción entre moléculas vegetales que modulan y alteran procesos metabólicos al interior de las manzanas. Esto los llevó a constatar que esas moléculas ejercían gran impacto en la biosíntesis o producción de flavonoides de las frutas, antioxidantes que están hoy en la mira de la ciencia por sus propiedades benéficas para el organismo.

El corazón de la manzana

La manzana está dotada especialmente en su cáscara de flavonoides, sustancias antioxidantes que aportan beneficios para la salud. Previenen la degeneración celular y detienen procesos inflamatorios, reducen la absorción de azúcar y fortalecen el sistema inmune ante el impacto de diversos alérgenos, entre otros muchos efectos particulares de cada compuesto. Según los Institutos Nacionales de Salud en Estados Unidos, la mitad de los adultos estadounidenses están tomando vitaminas y minerales con características de antioxidantes, generando un mercado que ya en 2006 superaba los US\$ 23 mil millones al año.

La plataforma tecnológica que hoy estos jóvenes están desarrollando permite modificar la vía de biosíntesis de flavonoides, pudiendo con ello alterar el color del producto, optimizar su función nutricional o los efectos beneficiosos de la fruta, entre otras posibilidades. Pueden también estimular fisiológicamente a la planta para que se defienda del ataque de organismos como hongos y otros patógenos.

Hasta ahora, han desarrollado dos productos: Cyan 40 y Cyan 60, así como una plataforma biotecnológica para mo-



Andrés Leschot, Felipe Camposano, Simón Segovia, Álvaro Olivera-Nappa.

dujar la biosíntesis de flavonoides in vivo. Todo ello se encuentra en fase de patentamiento con solicitudes en Chile, Perú, Argentina, y una presentación en Ginebra a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. También hicieron una presentación directa en Estados Unidos, con el fin de acelerar el proceso en esa nación.

La meta de los investigadores es incrementar el valor comercial y los usos de la fruta, y sus proyecciones estimadas para la etapa comercial calculan un retorno al productor agrícola de 20% a 30% por hectárea de manzana cultivada. El impacto es altamente relevante, si se considera que -según cifras de Odepa- las exportaciones de manzanas en Chile reportaron ingresos por US\$ 558 millones en 2007.

La historia de un merecido reconocimiento

Lo que hasta 2005 era un emprendimiento de interés personal para Álvaro Olivera-Nappa, Andrés Leschot y Felipe Camposano, se transformó en un hito en el campo de la innovación cuando se adjudicaron el primer lugar del concurso ChileInventa, organizado por GeneraUC, el área de Gestión de Innovación y Emprendimiento de DICTUC. Curiosamente, el rechazo del proyecto por parte de uno de los jurados del evento motivó a otros miembros del equipo calificador a pronunciarse y pedir más antecedentes a los participantes, lo que finalmente terminó en su distinción máxima.

En 2006, participaron en la muestra y concurso de tecnologías "World's Best Technologies", en Texas, Estados Unidos, donde se adjudicaron el primer lugar en este evento: el trío de investigadores recibió el trofeo Platinum, mérito que hoy los tiene expectantes y confiados ante las pruebas de campo que realizan para el desarrollo y lanzamiento comercial de su plataforma tecnológica.

MEJORAR RESISTENCIA AL GOLPE DE SOL EN MANZANAS



Proyecto impulsa industria agrícola nacional

Tecnología permite expandir el cultivo olivícola en Chile con nuevas especies

Desde la Región de Atacama hasta la región del Maule: así de vastos son los sectores aptos para el cultivo del olivo en Chile, debido a sus privilegiadas condiciones agroclimáticas. Para aprovecharlos, en 1995 surge el Programa Nacional Olivícola del Ministerio de Agricultura, a través de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Llevando conocimiento de punta a los agricultores, con congresos, seminarios, visitas de expertos y giras tecnológicas a Europa y Argentina, el programa buscaba generar condiciones a corto plazo para el desarrollo de una industria olivícola nacional.

El crecimiento de los cultivos revela los buenos resultados: de 3 mil hectáreas plantadas en 1995, no más de 350 se destinaban a la producción de aceite de oliva. Hoy, según el Censo Agropecuario 2007, la superficie cultivada de olivos llega a 16 mil hectáreas, con 12 mil destinadas a

producción de aceite de oliva. De este último producto, en 2003 se exportaron 53 toneladas, mientras que en 2007 llegaron a 562 toneladas.

Nuevas variedades de olivos en Chile

Una de las metas del plan era traer nuevas especies de olivos a Chile, y el vivero Limahue, en Malloa, fue uno de los primeros en asumir el desafío. El encargado del proyecto fue Daniel Pellizón, enólogo argentino radicado en Chile desde 1995, quien había participado en el desarrollo olivícola de Argentina. Su proyecto era riesgoso: para probar la viabilidad de incorporar nuevas especies probaron su cultivo -con un permiso especial- cuando las plantas importadas desde España aún estaban en cuarentena. Si no se cumplían los estándares, perderían un stock proyectado en 20 mil nuevas plantas.



Responsable del Proyecto

Daniel Pellizón. Enólogo, Ingeniero Agrónomo.

Institución Ejecutora

Sociedad Agrícola Zavala Allende S.A.

Financiamiento

Fundación para la Innovación Agraria, FIA.
Sociedad Agrícola Zavala Allende S.A.

Equipo de trabajo

Juan Zavala, Sociedad Agrícola Zavala Allende S.A.

Pero pasaron la prueba y crearon un sistema de propagación similar al visto en Argentina, pero adaptado al clima de la zona central de nuestro país. Se prepararon cámaras con sistemas reguladores de movimiento de aire y temperatura ambiental, para mantener a las plantas en crecimiento entre 10°C y 20°C. Para mantener las hojas húmedas se implementó riego nebulizador, que simula una bruma densa. Las plantas pasaban luego a un sistema llamado de cama caliente, con suelos cuya temperatura oscilaba entre 22°C y 24°C.

Cada treinta días se veía qué plantas habían formado raíz y se las replantaba en un sustrato rico de tierra de hojas y arena, donde la raíz terminaba de desarrollarse, pudiendo la planta ser trasplantada a un invernadero más grande.

Dificultades, persistencia y balances

Según Daniel, lo más difícil fue lograr regular la humedad y temperatura del vivero y las camas de cultivo. El sistema integrado de sensores, reguladores térmicos y nebulizadores debía ser monitoreado permanentemente, y había épocas en que el equipo casi no dormía midiendo y controlando todas las variables.

A poco de comenzado el proyecto tuvieron un duro revés: perdieron 1.500 de las 5.000 plantas en el primer invierno. El vivero madre en España les restituyó parte de la pérdi-

da, aunque con un costo adicional. Pero perseveraron y en un año ya estaban en condiciones de multiplicar. Al tercer año, cuando se finiquitó el proyecto, habían obtenido 240 mil plantas, 12 veces más de lo proyectado inicialmente. Una parte fue vendida a pequeños agricultores a bajos precios para que comenzaran sus cultivos, según se había acordado con FIA, fortaleciendo el crecimiento de la industria olivícola nacional que ha contribuido a la inserción de Chile en el mercado global del aceite de oliva.



Daniel Pellizón
junto a su hijo.

Balances y perspectivas

El éxito de este proyecto se enmarca en el extraordinario resultado que en general ha tenido el Programa Nacional Olivícola desde su creación. Para Pellizón, los objetivos se han cumplido a cabalidad, puesto que se ha desarrollado la industria nacional en poco tiempo y más del 70% del consumo de aceite de oliva nacional es cubierto hoy por producción chilena.

La nueva meta es la exportación. Según Pellizón, existen buenas perspectivas -debido a la calidad de la producción olivícola chilena- de exportar aceites: "Si el consumidor busca el aceite que en verdad le hace bien a la salud, opta por el chileno, que está entre los mejores del mundo por antioxidantes y ácidos grasos". Esto ya ha sido reconocido a nivel internacional, agrega: "Gracias a esta introducción de variedades, las personas que trabajan en



esta nueva olivicultura han tenido gran éxito. En cuatro a cinco años, Chile ha recibido un centenar de medallas en concursos de aceites de olivas en el mundo".

Aplicaciones tecnológicas en la industria vitivinícola

Nariz electrónica: un sommelier artificial premium fabricado en Chile



Los vinos chilenos han ganado espacio y reconocimiento a nivel internacional. Año tras año, las exportaciones crecen: la cifra de envíos acumulada en 12 meses hasta agosto de 2008 es de US\$ 1.143 millones de dólares, 15% superior a la del mismo período anterior. Es la calidad de los mostos nacionales la que ha traído grandes dividendos para la empresa, calidad que -sin embargo- en ocasiones ha sido cuestionada. En el año 2000, el gobierno alemán cuestionó una partida de vinos chilenos que decían ser *merlot*.

Nicolás Beltrán estaba a cargo en esa época del Área de Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. No obstante, decidió desarrollar junto con su colega Manuel Duarte un instrumento para certificar los vinos elaborados con una sola variedad de uva.

Oliendo el camino al éxito

Se dedicó a trabajar en el campo de la instrumentación de sensores por medio de una iniciativa financiada por la



Responsable del Proyecto

Nicolás Beltrán. PhD en Ciencias Aplicadas de la U. Católica de Lovaina, Bélgica. Profesor Asociado del Depto. de Ingeniería Eléctrica, de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT.

Equipo

Manuel Duarte, Dpto de Ingeniería, U. de Chile. Eduardo Loyola y Alvaro Peña, Fac. de Ciencias Agrarias de la U. de Chile.

Instituciones Asociadas

Viña Gulmue S.A., Viña Tabontinaja, Automatización Industrial Ltda. Grupo Interzone, Asociación de Enólogos de Chile A.G, Servicio Agrícola Ganadero, Viñedos Errazuriz Ovalle S.A, Agrícola Escorial S.A, Cavas Schroeder & Hanke Ltda.

Fundación Andes, sin saber que pronto se convertiría en uno de los expertos más destacados en Chile en dos áreas de interés nacional: las telecomunicaciones y la industria del vino.

Comenzó a desarrollar su sistema, que comprende una cámara de detección de aromas en base a un sensor de onda acústica superficial, que transmite la señal detectada a un sistema clasificador mediante redes neuronales artificiales que identifican la cepa de la uva. La idea es que el sistema conociese el máximo posible de cepas, para que aprendiera a identificarlas con mayor certeza.

Tras obtener financiamiento del Programa Fondef de CONICYT, crearon un sistema inteligente basado en redes neuronales artificiales (SIReNA), una suerte de nariz electrónica que desde 2006 ha probado ser capaz de reconocer e identificar 550 tipos de vinos diferentes: carmenère, cabernet sauvignon y merlot, en sólo tres minutos. Las mediciones de aromas de las muestras tienen una precisión y certeza de 96%.

Una meta inesperada

La industria del vino chileno ha visto otras proyecciones para este sistema artificial de identificación inteligente. Ha surgido el interés por probarlo para detectar la contaminación temprana en la producción del vino. La fugaz aparición y propagación de ciertos hongos antes del primer



Nicolás Beltrán

mes de elaboración tiene como consecuencia la pérdida total de la producción.

La reprogramación de la nariz inteligente estaría en condiciones de detectar en forma temprana y oportuna estas amenazas, para tomar medidas que salvaguarden la producción.

Asimismo, el sistema puede ser usado para analizar el verdadero origen de las uvas usadas en un proceso y cómo el terroir de origen interviene en su sabor. Por otra parte, puede ser un aliado en el monitoreo del proceso mismo de producción. Otros sectores que se podrían ver beneficiados por este innovador producto son las industrias apícola, del aceite de oliva y la de los combustibles, rubros que podrían operar con un mayor rigor en la certificación de sus productos y elaboraciones.

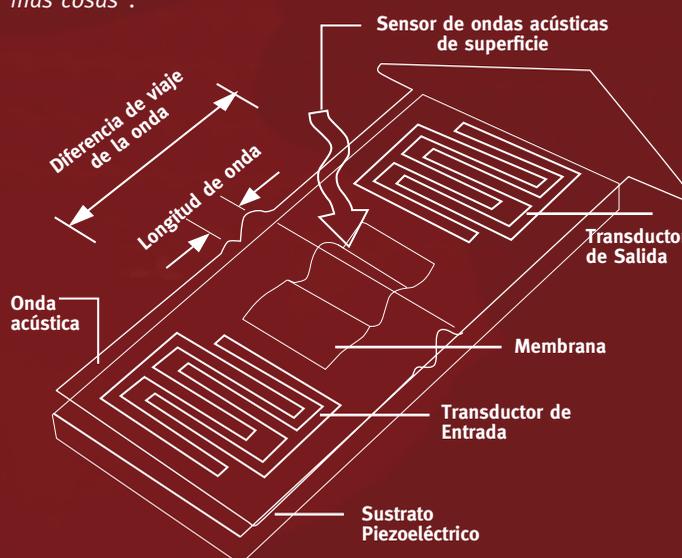
Una mirada al mercado global

En 2007, se produjo un nuevo giro en la vida de Nicolás Beltrán. A fines de ese año, siendo anfitrión de una delegación de empresarios y autoridades de la industria del vino australiano, se enteró de su interés por desarrollar un sistema clasificador de vinos mediante una nariz artificial. Los potenciales alcances de la aplicación se hicieron evidentes. Y es que Beltrán no comparte la falta de trabajo colaborativo y organizado que, pese a los avances, aún prima en el rubro vitivinícola.

Pone como ejemplo a la industria australiana: en 1991 crearon la Corporación para la Investigación y el Desarrollo de la Vid y el Vino, entidad que agrupa a productores, bodegueros y a la administración pública. Su meta es planificar, financiar y administrar los programas de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica. Ese país, tras analizar el informe conocido como "Estrategia 2025", ha implementado también medidas para conducir a la industria vinícola australiana hacia el liderazgo mundial, con programas de desarrollo basados en la innovación tecnológica, la producción eficiente, calidad y diferenciación, marketing y administración.

El rápido éxito de la industria vitivinícola australiana bien puede ser valorado como una humilde invitación a replantearse el

modo de actuar de sus pares chilenos, renunciando a la vieja máxima que, en palabras de Nicolás Beltrán, parece decir "mientras más divididos estamos, cada uno de nosotros va a lograr más cosas".



Alga con altos contenidos proteicos se cultiva en el norte de Chile

Spirulina:

el alma mater de los alimentos

Es un alga reconocida desde 1974 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como el “alimento del futuro”, y puede jugar un rol vital en la reducción del hambre a nivel mundial, ya que es un excelente complemento alimentario.

Se trata de la spirulina, originaria del lago Texcoco, en México, y el lago Chad, en África. Esta pequeña alga aparece en forma natural en lagos tropicales y subtropicales, y fue usada como alimento clave por los aztecas hasta el siglo XVI y en África hasta el siglo IX. Hoy ha encontrado un nuevo hogar, desde donde se asoma al mundo con un enfoque de alta productividad: el extremo norte de Chile.

Un desastre convertido en innovación

Alberto Shamosh, un exitoso empresario mexicano, dio un giro a su vida siguiendo a esta nutritiva alga. En los 90, el lago Texcoco fue gravemente contaminado, siendo incapaz de sostener la producción natural de spirulina, la microalga

que había sido parte cotidiana y fundamental de la dieta de los aztecas, quienes la llamaban Tecuitlatl.

El desastre en el lago Texcoco fue de gran impacto, ya que -junto con el lago Chad- eran los dos únicos ecosistemas en el mundo que producían spirulina en forma natural, la que en México era usada en una acotada industria local y en la investigación. La extinción de la microalga causó impacto en Shamosh: su opción por una dieta vegetariana lo había puesto en contacto con sus bondades y había comenzado a desarrollar en sus empresas una línea de investigación en torno a la spirulina, buscando rescatar sus componentes.

El empresario decidió entonces usar su experiencia en negocios a escala internacional, embarcándose en una empresa para rescatar la spirulina, convencido de los beneficios de su consumo. Aunque los análisis decían que el negocio generaría un pequeño margen de utilidades, no se atemorizó. Hoy, en el portal de los exportadores chilenos Prochile,



Responsable del Proyecto

Alberto Shamosh. Licenciado en Economía de la U. Iberoamericana de la Ciudad de México, México. Gerente General de Solarium Biotechnology.

Institución Ejecutora

Solarium Biotechnology

Financiamiento

InnovaChile de CORFO.

Equipo

Avigad Vonshak. Director del Instituto Jacob Blaustein para la Investigación en el Desierto, de la U. de Ben -Gurion, Israel. Yisel Parada Sandoval, jefa de planta Solarium Biotechnology.



Alberto Shamosh

se señala que para un productor de 30 toneladas anuales de spirulina, se estima una ganancia neta de 0,2 a 0,3 millones de euros.

De México a la pampa chilena

Ahora, ni en sus mejores sueños el empresario imaginó que la producción de spirulina se trasladaría a Chile. Menos que se haría en pleno desierto, en la región de Iquique. Fueron los estudios preliminares de factibilidad los que concluyeron que La Huayca, en la Pampa del Tamarugal, tenía las condiciones óptimas para la producción sustentable de la microalga, que se da sólo en ciertas latitudes, bajo condiciones climáticas subtropicales, en entornos de elevado pH y altos niveles de carbotato y bicarbonato.

Gracias al financiamiento del Programa InnovaChile de CORFO, a mediados de 2006 el equipo de Shamosh trajo al

experto israelí Avigad Vonshak, líder a nivel mundial en el manejo de la spirulina. El investigador, que dirige el Instituto Jacob Braustein para la Investigación en el Desierto en Israel, hizo un análisis del proyecto y dio consejos para aumentar la competitividad empresarial, subiendo el volumen de masa exportada.

Esencial para la humanidad

Shamosh y sus socios crearon en 2006 la asociación “Alimentos esenciales para la Humanidad”. Una de las metas es aumentar la escala de producción de la planta del Tamarugal hacia 2009. Han hecho también una campaña de difusión en diferentes países y ante organizaciones internacionales. Además, enviaron las primeras partidas de producción a Senegal, gracias al patrocinio de la ONU, en la forma de pasteles de maíz mezclados con spirulina para el consumo de los niños senegaleses.

El gobierno francés ya declaró a la spirulina como el alimento más completo y recomendable para los bebés después de la lactancia materna, y el grupo “Alimentos esenciales para la Humanidad” se ha sumado a esta tarea exponiendo, con excelente aceptación, reportes científicos que avalan los beneficios del consumo de spirulina en congresos internacionales sobre desarrollo infantil.

Y como si fuera poco, esta pequeña alga es considerada por la Agencia Estadounidense del Espacio (Nasa) y la Agencia Europea del Espacio (ESA) como uno de los alimentos esenciales que debieran ser cultivados en misiones espaciales de larga duración.

Propiedades y cualidades de la spirulina

Se trata de un organismo microscópico con forma de espiral: cada uno de ellos mide aproximadamente medio milímetro. Actualmente, se produce de manera artificial en estanques o piscinas acuícolas. En el lago Chad, único ecosistema en donde aún existe en forma natural, los pobladores la cultivan en pozos alrededor del lago. Es un alimento integral que destaca por aportar gran cantidad de proteínas de alta calidad y ser fuente privilegiada de vitaminas.

Tiene entre 65% y 70% de proteínas, más que las carnes, el huevo, la leche o los pescados. Además, es mucho más asimilable por el organismo humano y no contiene lactosa, como la leche; o colesterol, como el huevo.

Su consumo aporta hierro y vitamina B₁₂, que ayuda al sistema nervioso central. Tiene 400% más de calcio que la soya o el queso. Contiene fósforo, manganeso, magnesio, clorofila (que actúa como antioxidante), vitamina E y zinc, junto con los ácidos grasos omega 3, 6 y 9.

Se puede consumir de tres formas: recién cosechada, cuando

tiene la apariencia de un yogur de color verde-azul; en polvo, para mezclarla con licuados, sopas y otros productos, ya que tiene un sabor neutro; o en cápsulas.



Cultivo de esta especie en el sur de Chile

Un campo de Peonías para el mundo

Los temores de Alejandro de Kartzow, propietario de la Agrícola Santa Clara y empresario del rubro florícola, se volvieron a confirmar a principios de 2005. Como muchas veces le había sucedido, la partida de rizomas, pequeñas raíces que dan origen a flores como las peonías y que había encargado desde Holanda por catálogo, presentaron problemas.

Sin embargo, De Kartzow sabía que debía perseverar. Así lo señalaban los estudios de mercado y producción que reunía desde 2000, que indicaban las potencialidades de Chile para la producción y exportación de peonías, flor de corte usada con fines ornamentales en Inglaterra, Alemania, Holanda, Estados Unidos y Japón. Así lo mostraba, además, la experiencia adquirida tras cinco años de trabajo, la misma que lo había llevado a asentarse en la localidad de Río Bueno, Región de Los Ríos, buscando una zona con mejores condiciones para la producción de la peonía.

Sacando provecho de las distancias

El emergente mercado de la floricultura de exportación en Chile enfrenta dos fenómenos: la distancia de los principales destinos comerciales y la poca experiencia de los productores locales en comparación con Colombia o Ecuador. Para Alejandro de Kartzow, esa distancia puede convertirse en oportunidad cuando se trata de las peonías, especie que se puede cultivar y cosechar contra-temporada. A las ventajas naturales de Chile se suman otros factores. En materia logística, existe una oficina del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) en el Aeropuerto de Santiago, donde se inspeccionan y certifican los productos de origen vegetal que van a ese país, facilitando los trámites y disminuyendo los riesgos comerciales. Según datos de Odepa, en 2007 se exportaron peonías por US\$ 820 mil.

Estas fortalezas, junto con su propia experiencia comercial, motivaron a Alejandro a acercarse a la Fundación para la



Responsable del Proyecto

Alejandro de Kartzow. Magíster en Gestión de la U. Católica de Valparaíso. Propietario de la Agrícola Santa Clara.

Institución Ejecutora

Agrícola Santa Clara.

Financiamiento

Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Agrícola Santa Clara.

Equipo

Coordinadora del proyecto: Ana Victoria Quijada, Agrícola Santa Clara.

Innovación Agraria (FIA) en 2005, para proponerles dotar al sur de Chile con un vivero que produjera material vegetal de calidad e ir sustituyendo paulatinamente la masiva importación de rizomas desde otros grandes países productores, y una metodología de producción que retrasara la cosecha de las peonías, para comercializarlas a inicios del mes de febrero, en la víspera del día de San Valentín.

Un negocio floreciente

FIA impulsaba desde 2000 la Estrategia de Innovación Agraria para la Floricultura, apoyando y cofinanciando iniciativas orientadas a aumentar y diversificar la oferta de flores de calidad. En el caso de las peonías, los proyectos impulsados por FIA buscaban introducir y evaluar el desarrollo de variedades para exportación, determinar el manejo tecnológico de la producción y ampliar las zonas productivas. A ello se sumaba la necesidad de generar mayor disponibilidad de material vegetal de buena calidad, superando la escasa oferta y alto costo del material reproductivo. Junto con eso, se quería ampliar la época de producción en Chile, para acceder a mercados externos en las épocas donde la oferta de peonía es menor.

El proyecto financiado por FIA y Agrícola Santa Clara ha cumplido con las expectativas. El vivero logró en 2008 desarrollar un método de propagación de rizomas; han producido peonías exentas de elementos infecciosos y han dado la oportunidad a los interesados de conocer en el lugar el tipo de flor que se genera.

En lo relativo al forzamiento del cultivo, lo que equivale a



Alejandro de Kartzow

atrasar la cosecha de peonías, han conseguido postergarla un mes. Otro logro del proyecto es el trabajo con la comunidad de Río Bueno: en 2008 lograron que los pequeños productores de la zona recibieran asistencia tecnológica y capacitación en el manejo de peonías. En esta línea se ubica también lo que Alejandro y su equipo llaman “el rostro social del proyecto”, es decir, la posibilidad brindada a muchas dueñas de casa de Río Bueno, Crucero y Trapi de tener una fuente de empleo.

Ya consolidada la fase de producción, la apuesta de Agrícola Santa Clara es ampliar la cartera de productos, incorporando flores como la esquimia y gentiana, y extender los plazos de operación hasta 10 meses en el año, para constituirse en una pieza clave de la cadena de abastecimiento de los distribuidores florícolas internacionales. Esperan también generar una red de pequeños productores locales que se transformen en abastecedores de la propia Agrícola, suscribiendo, para estos efectos, una alianza comercial.

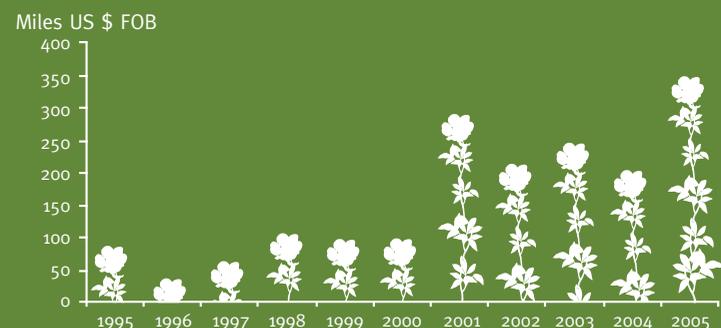
Una alianza con los floricultores de Nueva Zelanda

Para Alejandro de Kartzow, los productores de flores de Nueva Zelanda, más que representar una competencia, pueden llegar a constituirse en un socio estratégico. Él ha comprendido que, a pesar de producir la misma especie, las condiciones en que lo hacen y el mercado a los que apuntan son factores vitales para marcar diferencias. De ahí su afán por complementar y aunar el trabajo con sus pares neocelandeses.

Bajo esta premisa suscribió recientemente un convenio, como parte de un programa FIA, con una empresa de ese país para introducir una nueva flor de corte en Chile, la gentiana. La intención es que desde Nueva Zelanda se envíe el material vegetal para que, a su vez, Agrícola Santa Clara, en conjunto con otros productores, se haga cargo de la producción de la flor en un período de tiempo que no coincida con la cosecha de la gentiana neocelandesa.

Una vez producida la planta en Chile, la idea es aprovechar los canales comerciales establecidos por esta misma empresa en el gigante asiático.

Evolución exportaciones chilenas de peonías (miles US\$ FOB)



Proyecto Nanaku planea generar energía del mar

Energía con ayuda del Señor del Mar



Nanaku en pascuense significa Señor del Mar. Ese es el nombre que cuatro estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María dieron a un innovador proyecto que pretende transformar la energía producida por el movimiento de las olas marinas –o undimotriz– en energía eléctrica. Este camino constituye en la actualidad una prometedora alternativa debido a su gran potencial, su carácter renovable y sus beneficios medioambientales.

Pese a ello, se trata de un área poco explorada. Recién en los últimos años se han desarrollado en países como España las primeras experiencias. En Chile, Nanaku constituye una de las primeras iniciativas.

Inspiración marina

A fines de 2006, el profesor Eduardo Soto -director del Grupo de Energías Alternativas (GEA) de la UTFSM- reunió a los estudiantes de Ingeniería Nicolás Faúndez, Álvaro Vera y Víctor Morales, ya que compartían idénticas inquietudes sobre alternativas de energías renovables. Fue clave luego para todos la visita de expertos escoceses que presentaron una experiencia de aprovechamiento de energía undimotriz. La innovación les interesó y se propusieron explorar en el área, dando inicio a Nanaku en alianza con la carrera de Ingeniería Oceánica de la Universidad de Valparaíso, quienes han aportado un importante bagaje técnico.



Responsable del Proyecto	Nicolás Faúndez, estudiante Ingeniería Electrónica UTFSM (tesista)
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio de Electrónica Industrial y Mecatrónica (NEIM)
Institución Albergante	Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).
Financiamiento	Proyecto I+D, Dirección General Investigación y Postgrado UTFSM & Fondo Premio Werner Von Siemens. Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
Equipo	Álvaro Vera, Víctor Morales, Natalia Vicente, UTFSM.

Los investigadores diseñaron un artefacto flotante, ubicado a 30 o 40 metros de la costa, dentro del cual se encuentra un generador eléctrico de alta densidad de flujo. El sistema mecánico del artefacto transforma el movimiento vertical de las olas en rotacional, activando el generador, el que a su vez transforma la energía en electricidad. “El sistema está pensado para captar el sube y baja de las olas lo más eficiente posible”, dicen los investigadores.

La energía obtenida se almacena en baterías. Se trata de una capacidad de baja escala, cerca de 350 watts, limitada principalmente por la capacidad del generador. No obstante, el sistema tiene la ventaja de estar basado en piezas comunes, ya que la idea era adaptar tecnología existente, simple y económica.

El objetivo de la primera etapa ha sido generar tecnología capaz de proveer de energía eléctrica a hogares localizados en zonas aisladas, donde no hay cobertura del servicio público. Según sus estimaciones, una sola boya permitiría proveer suministro eléctrico a cuatro familias en un ciclo de ocho horas diarias (versus 16 de almacenamiento). Para ellos, es importante educar en forma paralela a la ciudadanía para que ocupe esa energía y no la desperdicie.

Logros y proyecciones

Este proyecto ha significado para los jóvenes investigadores el reconocimiento de autoridades y científicos del país. Ya han recibido dos premios: el tercer lugar en el VI Concurso de Emprendedores en Innovación Tecnológica

Natalia Vicente,
Alvaro Vera,
Nicolás Faúndez,
Víctor Morales



I2R 2007, de la Universidad de Santiago; y el primer lugar en el concurso Werner Von Siemens, organizado por Siemens Chile.

En 2008 se sumó al equipo Natalia Vicente, de Ingeniería Industrial de la UTFSM, para extender los alcances del trabajo hecho hasta el momento. Trabajan hoy en un prototipo tecnológico con apoyo de Patricio Winkler, de la Universidad de Valparaíso, quien los asesora en el área de simulaciones y pruebas en el canal de ola del dispositivo undimotriz. A esto se agrega un protocolo de cooperación firmado con Ingermar I+D, de la Universidad de Las Canarias (España), quienes desarrollan desde hace algunos años este tipo tecnología.

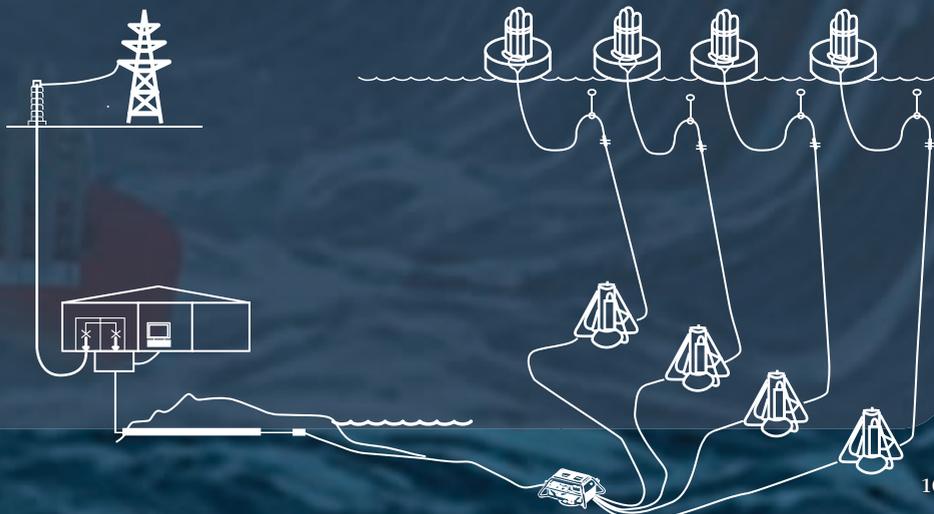
En el corto plazo, Alvaro Vera cuenta que “en diciembre presentaremos el objetivo final, el prototipo hecho con la parte mecánica desarrollada y la parte electrónica funcionando, para simular en condiciones reales cómo funcionaría”.

Energía que nace del movimiento

La energía undimotriz constituye en la actualidad una prometedora alternativa en materia de fuente energética debido a su gran potencial en cuanto a efectividad, carácter renovable y beneficios medioambientales. Para Chile, representa una gran oportunidad, ya que no sólo sitúa al país en investigación de vanguardia, sino que se aprovecha un recurso presente a lo largo de todo el territorio.

El potencial energético de las olas en Chile está considerado dentro de los tres mayores del mundo. Según estimaciones realizadas por expertos británicos, el potencial de la costa chilena alcanzaría a 240 gigawatts, esto es, 24 veces el total de la capacidad de generación eléctrica instalada actualmente en el país.

Por ello, la experiencia del proyecto Nanaku ha causado sumo interés en la comunidad científica internacional y nacional, que espera los resultados que se darán a conocer a fines de 2008.



Chile se sitúa a la vanguardia de la ecología marina y experimental

Aplicando ciencia de avanzada para controlar la fiebre del loco

Fue una verdadera fiebre del loco la que se dio en Chile a principios de los 80, cuando la sobreexplotación de este molusco gasterópodo, presente sólo en las costas chilenas y peruanas, lo tuvo al borde de la extinción. La máxima cantidad que se puede extraer en forma sustentable es de cuatro a cinco mil toneladas anuales. En los 80, se llegó a 25 mil toneladas por año.

En esa época, el académico chileno Juan Carlos Castilla, doctor en Biología Marina, ya contaba con una vasta investigación sobre comportamiento de especies bentónicas, esto es, que habitan el fondo marino, como el loco (*Concholepas concholepas*). El científico comenzó a explorar la potencial recuperación de los recursos sobreexplotados usando áreas protegidas.

Ecología marina experimental

El 1983 la Facultad de Biología de la Universidad Católica instaló en Las Cruces, en la Región de Valparaíso, la Estación Costera de Investigación Marina (ECIM): las cinco hectáreas de las que se habían extraído recursos bentónicos libremente servirían para evaluar la recuperación del ecosistema sin pesca artesanal.

“La zona fue cercada y se prohibió la pesca. Estudiamos las dinámicas de los recursos bentónicos en un experimento que implicaba sacar a los predadores, que son los pescadores”, señala Castilla. Tras cuatro años descubrieron que se recuperaban a un ritmo superior al esperado, llegando a una población cuatro a cinco veces mayor que la que habían comenzado a estudiar.



Responsable del Proyecto

Juan Carlos Castilla, PhD en Biología Marina de la U. de Gales, Reino Unido. Profesor titular de la Fac. de Cs. Biológicas de la U. Católica.

Institución Ejecutora

Universidad Católica.

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Canadá. Universidad Católica.

Equipo

Patricio Manríquez, U. Austral; Armando Rosson, Carmen Espoz, Doris Oliva, Miriam Fernández, René Durán, Rodrigo Bustamante y Claudia Pino, U. Católica; Stefan Gelcich, CASEB; Omar Defeo, U. de La República, Uruguay.

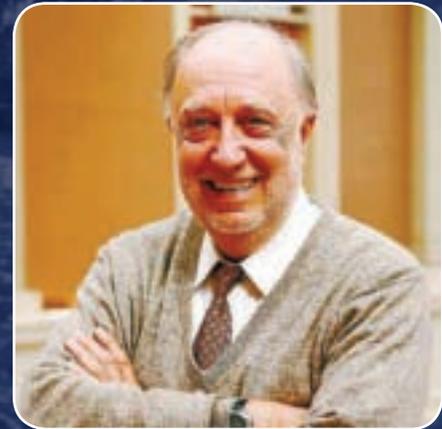
En 1989 dieron un paso más allá: ver si la recuperación podía lograrse en condiciones reales, en una caleta donde se extrajesen recursos de manera intensiva. Llegaron a Quintay, en la región de Valparaíso, y con los pescadores del sector y apoyo del gobierno establecieron un área de recuperación de 60 hectáreas, manejada por la comunidad. Luego realizarían una experiencia similar en El Quisco. En ambos casos, se pudo apreciar la misma tasa de recuperación que en Las Cruces.

Lo revolucionario del plan de Castilla fue el mecanismo para lograr la conservación y el uso sustentable. En Quintay y El Quisco fueron las comunidades de pescadores las encargadas de resguardar las zonas de manejo, siendo responsables del cuidado del ecosistema del cual se sustentan.

Actualmente, según señala el profesor Castilla, los pescadores artesanales extraen el 45% del total de producción anual de estos recursos. La valorización de las cuotas de extracción autorizadas el año 2004 supera los 14 mil millones de pesos. Una de las principales razones del éxito de los proyectos es que, además de la recuperación de los ecosistemas costeros, en estas áreas se produce un aumento de la biodiversidad general.

Haciendo leyes saludables

El éxito obtenido en las caletas los impulsó a integrar el concepto de zonas de conservación en la Ley de Pesca en discusión en el Congreso en los 90. “En 1991 se dictó



Juan Carlos Castilla

la nueva ley y en su discusión nosotros y los pescadores estuvimos presentes”, indica Castilla.

La ley delimitó las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, que entrega derechos exclusivos a los trabajadores del mar organizados que los solicitan. Para hacerlo, las comunidades presentan un plan de manejo para un sector costero, que especifica cuotas anuales de extracción y objetivos de conservación. De ser aprobado, la comunidad reporta evaluaciones periódicas a la Subsecretaría de Pesca.

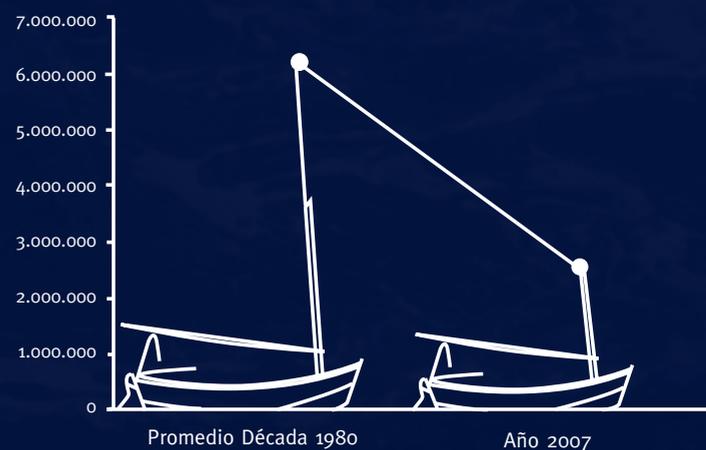
En la actualidad hay más de 400 de estas áreas en Chile, cubriendo casi 1.000 km² de costa manejados por cerca de 300 comunidades. Esto ha permitido la explotación sostenible de los recursos marinos y ha equilibrado los volúmenes de extracción entre pescadores artesanales e industriales.

Proyectando la ecología marina a nivel mundial

Chile es el país iberoamericano donde la Ecología Marina experimental está más desarrollada, indica el profesor Juan Carlos Castilla, cuyos experimentos en biosistemas marinos que miden y controlan la variable humana están a la vanguardia a nivel mundial. Uno de sus logros, la organización de las comunidades de pescadores para cumplir un plan de manejo sustentable, ha sido destacado por organismos como el Banco Mundial como ejemplo a ser imitado en otros países.

En la actualidad, Castilla y su equipo -en el que trabajan más de 50 estudiantes de doctorado- planean tener 10% de áreas protegidas en las costas de Chile, estableciendo una red de zonas mixtas entre las totalmente protegidas y las de manejo sustentable. Para ello es preciso aumentar el número de áreas protegidas: “Estamos en un tercio de lo que necesitamos, es importante sumar cinco o seis zonas representativas de la biodiversidad marina de diferentes regiones del país y que adquieran carácter de zonas protegidas”.

Extracción de Mariscos
(Industrial y Artesanal en Toneladas)



En Puerto Montt experimentan con el cultivo de esta especie

Centolla: el rey de los cangrejos



Su nombre científico no permite visualizar, a primera vista, su potencial e impacto gastronómico. *Lithodes santolla* es el nombre con que la ciencia conoce a la centolla, una variedad de cangrejo cubierta con espinas puntiagudas que habita las costas chilenas y cuya carne llega a costar más de \$12.000 el kilogramo. La gran demanda que existe hoy por la centolla la ha

transformado en un producto de exportación muy atractivo para el país, generando una activa industria pesquera que, desde Valdivia a Punta Arenas, generó exportaciones por cerca de US\$15 millones durante 2007.

Sin embargo, pese a su potencial, la centolla posee algunas características que limitan su comercialización a ma-



Responsable del Proyecto

Director General: Kurt Paschke, PhD en Cs. Naturales de la U. de Hamburgo Alemania. Director del Instituto de Acuicultura de la U. Austral.

Director Alterno: Iker Uriarte, PhD en Ciencias Biológicas de la U. de Barcelona, España.

Institución Ejecutora

Universidad Austral de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT. U. Austral, U. de Los Lagos.

Aportes privados: Patagonia Salmon Farming S.A., Pesquera Pacific Star S.A., Cultivos Marinos Cerna Mar, Covepa Ltda., Norchi-Aqua Ltda., Wireless Energy Ltda., Stovik S.A.

Equipo

Investigadores: Paulina Gebauer y Gonzalo Gajardo, U. de Los Lagos; Sandra Marín y Ana Farías, U. Austral. Colaboradores extranjeros: Klaus Anger y Reinhard Saborowski, Instituto Biologische Anstalt Helgoland AWI, Alemania; William Grant, U. de Texas A&M, EE.UU; Patrick Sorgeloos, U. de Gent, Bélgica; M^a Teresa Viana, U. Autónoma de Baja California, México. Técnicos, estudiantes de pre y postgrado.

Instituciones Asociadas

Universidad de los Lagos

yor escala. Su captura no es sencilla. La pesca se realiza desde barcos con trampas que son arrojadas al fondo del mar a más de 60 metros de profundidad y recogidas tras 48 horas de espera. El proceso completo, desde que zarpa el barco, toma de cuatro a 10 días. Por otro lado, el ciclo de vida de este animal es largo: tarda siete años en alcanzar un tamaño adecuado para su consumo. Por ello, y debido a la intensa explotación a la que ha sido sometida, en los últimos años se ha comenzado a capturar centollas de menor tamaño. Actualmente sólo se puede capturar machos mayores a 10 y 12 cm de caparazón en la Región de Los Lagos y la zona de Magallanes, respectivamente

Hoy, el desafío para Chile es identificar cuáles son las mejores formas de aprovechar este recurso. Y, al igual que la centolla, la respuesta pudiera venir desde el sur.

Nace una industria

En el campus Puerto Montt de la Universidad Austral, a escasos metros del mar, el fisiólogo y Doctor en Ciencias Naturales Kurt Paschke y su equipo experimentan desde 1999 con tecnologías para cultivar en forma intensiva este crustáceo, de la misma forma en que se hace con los salmones. El objetivo final es entregar a Chile una alternativa de cultivo sustentable y han obtenido significativos avances.

En la última década, han logrado producir larvas de centolla y determinar las condiciones óptimas para su producción en estanques, como cantidad y calidad del agua, densidad, temperatura y salinidad, entre otras. Con estas mediciones, han determinado las tasas de mortalidad, crecimiento esperado y otros parámetros que esperan



Kurt Paschke

transferir a la industria. Las proyecciones son favorables, ya que la especie ha mostrado un buen crecimiento en cautiverio y ausencia de enfermedades importantes. Además, presenta ventajas en cuanto a su dieta, ya que en la etapa larvaria se nutre de las reservas del mismo huevo y luego se puede alimentar con desechos de la industria salmonera o de mariscos, reduciendo los costos de producción y la contaminación de las aguas.

Desde 2002, el proyecto se encuentra en una nueva fase: la producción de juveniles criados en laboratorio para su posterior cultivo en el mar. El conocimiento alcanzado permitiría producir especímenes en menor tiempo y/o mejorar su calidad (grosor y color, entre otros factores), respondiendo así a las demandas del mercado. Con esto se amplían las posibilidades de comercialización y se contribuye a la preservación del recurso, permitiendo colaborar en un eventual proyecto de repoblamiento.

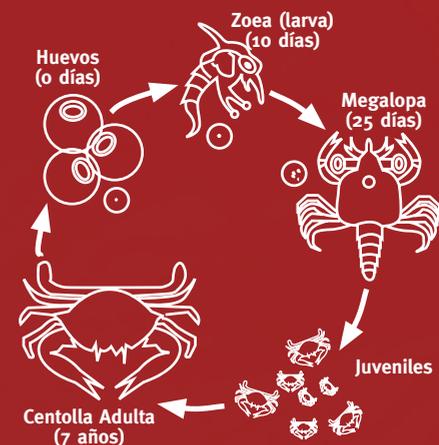
Cultivando el conocimiento

El proyecto de Paschke ha generado un vasto conocimiento sobre la especie, de la que hasta fines de los 90 se conocía muy poco. En el éxito alcanzado ha sido fundamental el enfoque que aporta la fisiología, especialidad del investigador. Gran parte del trabajo desarrollado apunta a la generación de conocimiento básico y aplicado sobre las centollas: sus curvas de crecimiento, las frecuencias de muda, tiempos de desarrollo larval y comportamiento, por ejemplo. La idea es determinar los rangos óptimos de los parámetros de cultivo.

Esto ha implicado que, además de las proyecciones en la producción, la investi-

gación tenga repercusión científica, reflejada en publicaciones y en un importante flujo de doctorantes nacionales y extranjeros. "Puerto Montt es la mejor parte del mundo para realizar un experimento con larvas o con juveniles de centolla", explica Paschke.

Destaca también que la infraestructura es clave para realizar investigación de calidad. El aporte del Programa Fondef de CONICYT le ha permitido financiar parte de un moderno criadero, equipado con cámaras frías de temperatura controlada, bombas que extraen agua desde el mar y la llevan a los laboratorios con sistemas de recirculación de agua, y otros equipos de última generación.





Biotecnología en Chile lidera con estudios de organismos antárticos

Enzimas descubiertas en Chile para el mercado mundial

Las bajas temperaturas de la Antártica ocultan más de una sorpresa. El estudio de los organismos que habitan esa región puede tener útiles aplicaciones en metalurgia, colaborar en la lucha contra el cáncer o, incluso, ayudar a lavar ropa ahorrando energía. La clave radica en la alta actividad metabólica de los organismos antárticos a pesar de las bajas temperaturas.

Esto fue comprobado con éxito por Juan Asenjo, fundador del Centro de Ingeniería Bioquímica y Biotecnología (CIBYB) en la Universidad de Chile. A mediados de los 90, eran pocos los visionarios que deseaban explorar la Antártica. Uno de ellos era Asenjo: en 1997 se acercó al Instituto Chileno Antártico y a la ministra de Defensa de la época, Michelle Bachelet, para enviar un equipo de investigación y extraer muestras de enzimas de bacterias y krill.

Visionario de la exploración

Analizaron las enzimas del estómago del krill, las que degradan proteínas a bajísimas temperaturas, descubriendo cuatro de gran relevancia, destacando una a la que su equipo bautizó como “Juanasa”. Secuenciaron el genoma de la enzima para reproducirla en laboratorio usando levaduras para su producción masiva.

Los productos que de ella deriven servirán, por ejemplo, para desarrollar detergentes que degraden la suciedad a bajas temperaturas, para lavar sin agua caliente y ahorrando energía. Un aporte no menor, si se considera que sólo en Chile la industria del detergente mueve cerca de US\$ 200 millones al año, según las empresas del rubro.

Consciente del impacto que este trabajo depararía a la



Responsable del Proyecto	Juan Asenjo. PhD de la U. College London, Inglaterra. Director del Centro de Ingeniería Bioquímica y Biotecnología de la U. de Chile.
Institución Ejecutora	Centro de Excelencia Académica de Ingeniería Bioquímica y Biotecnológica (CIBYB), Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología (ICDB).
Institución Albergante	Universidad de Chile.
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, BiosChile y U. de Chile.
Equipo	Bárbara Andrews, Mauricio Salamanca, Fernando Reyes, Juan Pablo Acevedo, Loreto Parra y Oriana Salazar, U. de Chile.; Luis Burzio, BiosChile.

biotecnología nacional, el doctor Asenjo patentó en 2007 su descubrimiento en Estados Unidos. Con ello, ponía una estrella más de éxito en una carrera que había comenzado en los 70 y que lo ha mantenido vinculado con la vanguardia de la ciencia a nivel mundial.

Forjador de la ciencia aplicada y la biotecnología

En 1973, recién egresado de Ingeniería Química en la Universidad de Chile, Juan Asenjo decidió hacer un doctorado en un área poco conocida a nivel nacional: la Biotecnología. Viajó a Inglaterra a perfeccionarse, luego hizo clases en Estados Unidos, para volver a Inglaterra a formar un laboratorio en la Universidad de Reading. En 1995, volvió a Chile para cumplir un viejo anhelo: crear un centro de Biotecnología en su alma mater, la Universidad de Chile. Su meta es promover un programa de doctorado en Biotecnología con énfasis en la aplicación, base neurálgica de la innovación.

En la actualidad, además, proyecta desarrollar trabajos conjuntos con el Instituto Fraunhofer de Alemania, una



Juan Asenjo

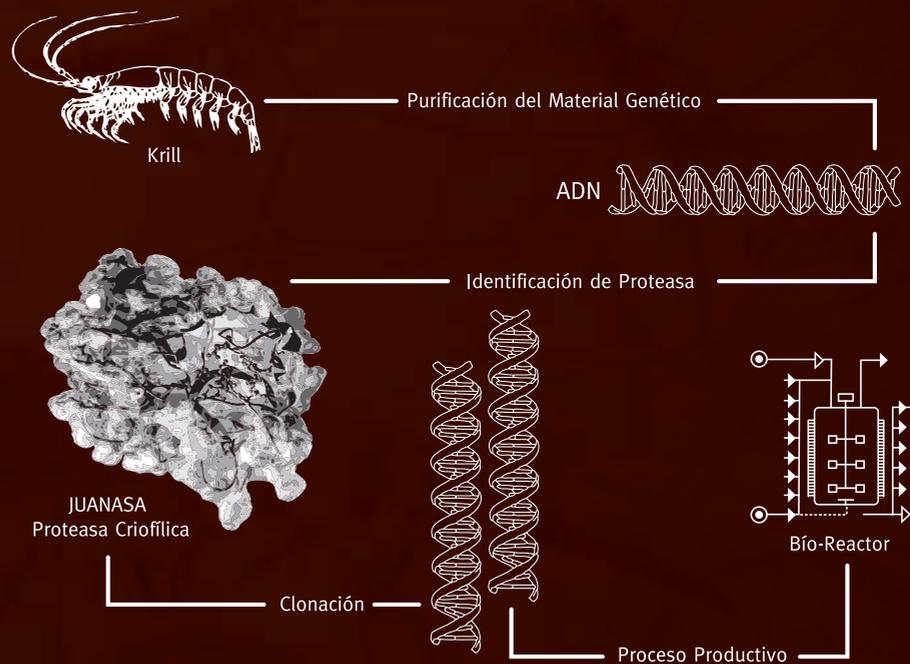
vez que esta destacada organización se instale en el país. Asenjo ha sostenido con la entidad conversaciones para desarrollar cinco líneas de acción en ciencia aplicada: las enzimas criófilicas; modelos matemáticos metabólicos de las bacterias para la biooxidación en el rubro metalúrgico; enzimas que transformen los desechos de la celulosa en metanol (lo que no se hace en ninguna parte del mundo); otro muy reciente para el tratamiento del alcoholismo y una enzima para el tratamiento del cáncer.

Una carrera forjada con tenacidad

Cuando a fines de los 70 el doctor Asenjo decidió especializarse en Biotecnología, no existían muchos centros en el mundo con el nivel que él buscaba. Gracias a una beca del British Council, pudo estudiar durante cinco años en University College en Londres, Inglaterra, cuna de la biotecnología mundial. Allí presenció la revolución de la Ingeniería Genética, que mostraba resultados a través de la incorporación de genes específicos en levaduras y bacterias para que éstas desarrollasen productos con cualidades específicas.

Al terminar su doctorado en 1978 volvió a Chile, pero el ambiente no estaba lo suficientemente maduro como para dedicarse a la investigación. Se integró como profesor a la Universidad de Columbia, en Nueva York, EE.UU, donde fue promovido a profesor. Posteriormente formó y dirigió el Laboratorio de Ingeniería de Bioquímica en la Universidad de Reading, Inglaterra, experiencia que le permitió apreciar la práctica anglosajona de que el conocimiento básico científico que se desarrolla en las universidades sea traspasado a la sociedad.

Obtención y Producción de la Juanasa



Investigadores desarrollan vacuna contra peligroso patógeno

Protegiendo a las generaciones de salmones producidos por Chile

A comienzos de los 90, todo parecía indicar que la industria salmonicultora nacional recorría firme el camino al éxito. En sólo ocho años había logrado que sus exportaciones crecieran de US\$ 5 millones en 1986 a US\$ 291 millones en 1993. En volumen, pasaron de 1.645 toneladas a 60.728 toneladas en ese período. Como ningún otro sector, incrementaron su participación dentro de las exportaciones totales de 5% en 1989 a 24% en 1993.

Sin embargo, justo en el apogeo de la industria, se manifestaron los primeros síntomas de problemas sanitarios, cuyo origen era el número indiscriminado de peces criados juntos para su engorda en las jaulas de cultivo. Entre los patógenos que empezaron a impactar la producción estaba la peligrosa bacteria *Piscirickettsia salmonis*, propia del hemisferio norte. Datos de la época revelan una baja

en la producción en Chile de 10% debido a la mortandad de peces, con pérdidas anuales superiores a los US\$ 100 millones.

Fue este el problema que decidió atacar el doctor en Bioquímica Pablo Valenzuela. Sumando su deseo de vincular la innovación, la tecnología, el desarrollo productivo y el conocimiento científico, se impuso el desafío, junto con su equipo de la Fundación Ciencia para la Vida, de lograr un producto capaz de contrarrestar los perniciosos efectos del patógeno.

Una dosis contra la bacteria

En su génesis, el proyecto dirigido por Valenzuela, en colaboración con la doctora Vivian Wilhelm y la Fundación Chile, buscaba conocer y estudiar lo que el investigador



Responsable del Proyecto

Pablo Valenzuela. PhD en Química de la U. Northwestern, Evanston, EEUU. Director de la Fundación Ciencia para la Vida.

Institución Ejecutora

Fundación Ciencia para la Vida.
Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)

Financiamiento

CORFO, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, Novartis Chile S.A, Bios Chile I.G.S.A, Fundación Ciencia para la Vida.

Equipo de trabajo

Vivian Wilhelm y Gabriel Parada, Fundación Ciencia para la Vida.

llama “el disco duro” del agente patógeno: su genoma. Para ello, secuenciaron el ADN completo de la *Piscirickettsia salmonis*, siendo el segundo país latinoamericano en lograrlo después de Brasil.

Luego, vino el desarrollo de la vacuna. Se valieron de la genómica comparativa: primero, se seleccionan los genes que podrían dar origen a proteínas que serían usadas en las vacunas. Se escogen genes, por ejemplo, que ya habían probado esta capacidad en relación con otras bacterias, produciendo defensas.

Una vez elegidos 40 de más de 1.000 genes, las proteínas que protegían de la letal bacteria fueron cultivadas y multiplicadas mediante ingeniería genética. Tras ser purificadas y probadas, dieron lugar a ciertos anticuerpos capaces de atacar a la enfermedad. Luego, se eligieron tres proteínas con las que se iniciaron las pruebas, las que consistieron en la comparación de los efectos producidos en los peces por los patógenos en salmones inoculados y otros que no habían sido vacunados. El resultado fue revelador: los peces no vacunados perecieron, mientras que los vacunados sobrevivieron.

Una vez patentado este desarrollo tecnológico se dio paso al licenciamiento de la vacuna, facultad obtenida por la empresa suiza Novartis. Esta compañía hace más de un año está autorizada para producirla y comercializarla en



Vivian Wilhelm, Esteban Engel y Pablo Valenzuela.

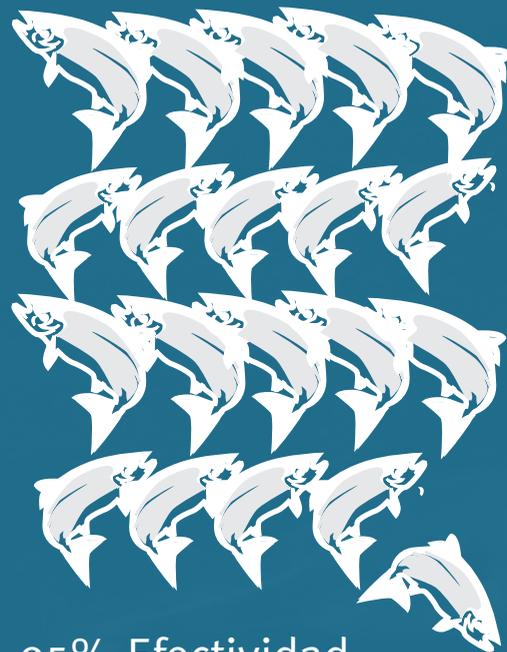
diferentes presentaciones: vacuna doble, triple y cuaternaria, que en una misma dosis combaten un número equivalente de agentes patógenos y que en distintos países -como Chile, Escocia y Noruega- han mostrado una efectividad que alcanza al 95%.

Fundando científicos para la vida

Después de 25 años viviendo en California, Estados Unidos, el doctor Valenzuela se radicó en Chile a mediados de los 90. Ya había comenzado a gestar su regreso en los 80, con la creación de BiosChile Ingeniería Genética S.A, la primera firma de biotecnología de punta en Chile que tuvo el mérito, además, de concitar una labor conjunta entre la vertiente universitaria y la perspectiva empresarial. Este emprendimiento cuenta con crédito internacional, como lo confirma su reconocimiento en 1992 como la empresa tecnológica más innovadora, en la categoría pequeñas empresas, del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cyted).

*En 1997, participó en la creación de la Fundación Ciencia para la Vida, entidad que tiene como propósito trabajar, desde la ciencia básica y aplicada, en temas relacionados con el área productiva nacional de las exportaciones. En la actualidad cuenta con más de 150 personas, desplegadas en una decena de laboratorios, los cuales generan investigación e innovación tecnológica tan necesaria como la vacuna contra la bacteria *Piscirickettsia salmonis*.*

Su trabajo abarca sectores tan diversos como la fruticultura, salmonicultura, acuicultura, biomedicina y turismo, ramas de la actividad económica nacional que están demandando, con mucho mayor ímpetu y convicción, tecnologías de punta para sus procesos y productos.



95% Efectividad

Investigan el sistema inmune para mejorar los tratamientos

Misterios celulares tras la vacuna del salmón

Gracias al trabajo desarrollado por la Fundación Ciencia para la Vida, cada año son inmunizados en las empresas salmicultoras del sur de Chile cerca de 50 millones de salmones. Una tarea ardua, que supone inyectar a cada pez la vacuna que los protegerá de la temida *Piscirickettsia salmonis*, y de efectividad más que demostrada. Sin embargo, para el bioquímico Mario Rosenblatt, uno de los colaboradores en el desarrollo de este producto, saber que la vacuna funciona no es suficiente.

Como inmunólogo, le preocupa el hecho de que no se conocieran las razones del éxito de esta vacuna, así como de muchos otros productos usados en la industria salmónica para combatir enfermedades y potenciar la inmunidad de los peces. La cuestión no es menor, si se piensa que en 2007, las exportaciones de salmones y truchas totalizaron

US\$ 2.241 millones.

El destacado investigador chileno explica que el desarrollo de las vacunas para salmones se basa en el conocimiento existente sobre el funcionamiento del sistema inmune de los humanos y ratones, vale decir, los mecanismos del organismo que identifican y eliminan a los agentes que producen las enfermedades, como los virus, hongos y bacterias. Pero, aunque se tiende a suponer que el sistema inmune de los peces funciona de manera similar, es muy poco lo que realmente se conoce, y se ignora exactamente en qué se asemejan y en qué se diferencian de los mamíferos.

Aislando el sistema inmune

En el laboratorio de Rosenblatt hay pequeños estanques, no más grandes que una pecera común y corriente, que al-



Responsables del proyecto

Mario Rosenblatt. PhD de la U. Wayne State, EE.UU. Investigador Senior de la Fundación Ciencia para la Vida.

Institución Ejecutora

Fundación Ciencia para la Vida Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)

Financiamiento

InnovaChile de CORFO, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan aportes propios.

Equipo de trabajo

Pablo Valenzuela, Vivian Wilhelm, Romela Marín, Nicole Halcartergaray, Lady Lagos, Sebastián Valenzuela, Solange Rubio y Macarena Fritz, Fundación Ciencia para la Vida.

bergan a decenas de pequeños salmones. Día a día, su equipo trabaja para identificar y aislar los distintos componentes de su sistema inmunológico, y reproducirlos en el laboratorio para poder estudiar el efecto de diferentes compuestos.

Aunque el proyecto se encuentra en una fase temprana, el bioquímico relata que, basándose en el conocimiento preexistente sobre los mamíferos, han logrado identificar que los peces poseen dos grandes grupos de células involucradas en la inmunidad: los macrófagos, responsables de impedir que ingresen materiales nocivos al organismo (Inmunidad natural); y los linfocitos, encargados de producir anticuerpos y otras proteínas que sirven como defensa. El desafío es indagar cuántas de estas células posee el salmón, cómo interactúan entre sí y, en definitiva, comprender cómo funcionan.

Un salto adelante en el tratamiento de los salmones

Si bien se trata fundamentalmente de investigación básica, sus potenciales aplicaciones son muy promisorias, en particular para mejorar los tratamientos de las enfermedades que afectan al salmón. El investigador explica que si Chile pretende transformarse en el principal productor de ese recurso en el mundo, “necesitamos tener una producción limpia”, reduciendo sustancialmente el uso de antibióticos en la industria salmonera.



Mario Rosenblatt

Para ello, es clave comprender en detalle cuál es el efecto de los productos que se usan para prevenir las enfermedades de los peces y, además, aquellos mejoran su respuesta inmune, descubriendo qué células específicas son las que estimulan. De este modo, será posible desarrollar mejores productos.

Por el momento, el equipo trabaja con gran entusiasmo esperando a futuro poder patentar alguno de sus descubrimientos y publicar en revistas internacionales, ya que, como explica Rosenblatt, la ciencia sólo puede avanzar si los científicos son capaces de comunicar sus resultados. De lo contrario, “es como si no existiera el descubrimiento”

Pionero de la inmunología en Chile

“Sin haber sido un gran alumno, mi motivación me permitió hacer una carrera exitosa”, afirma Mario Rosenblatt. A diferencia de muchos colegas, en el colegio era un alumno más bien relajado, y los estudios no lo motivaban. Sólo al finalizar se convenció de su importancia para lograr la que había sido su única vocación desde que tiene memoria: ser científico. Este anhelo lo llevó a ingresar a la entonces naciente carrera de Bioquímica en la Universidad de Chile, de la cual “no sabía bien lo que era, pero tenía que ver con investigación”.

Con dedicación, logró convertirse en un estudiante destacado e iniciar un periplo científico: primero fue un doctorado en la Universidad de Wayne, y luego una beca post doctoral en la Universidad de Harvard, etapa que define como un momento importante en su vida como científico, ya que debió aprender a valerse por sí mismo, sin un tutor que orientara sus investigaciones. La herencia más importante es haberse enamorado de la Inmunología, disciplina a la que ha dedicado los últimos 30 años. A lo largo de este período ha contribuido de manera decisiva a su avance en Chile.



Sistema que controla hambre y sed tendría influencia en adicciones

Cerebro adicto: científicos descubren zona que genera el deseo por consumir drogas



Sensación de sed o de hambre: así explican los adictos su ansiedad por consumir drogas, la que tiene serias consecuencias a nivel familiar, social y con alto costo para el país. Según CONACE, el costo asociado al consumo de drogas ilegales en Chile en 2003 alcanzó a US\$ 149 millones de dólares. En Canadá, en tanto, se calcula que el costo social del abuso de drogas llegó a US\$ 39 mil millones en 2002. Ese mismo año, científicos chilenos empezaron un trabajo que puede ayudar a revertir estas dramáticas cifras.

Liderados por Fernando Torrealba, académico de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Católica, científicos investigan el sistema interoceptivo, encargado de procesar y monitorear lo que le pasa al cuerpo (frío, calor,

sed o hambre), haciendo que el cerebro genere conductas para atender a esos estímulos. Los trabajos del equipo de Torrealba en ratones revelaron las zonas del cerebro donde radican esas funciones y su vínculo con el deseo incontrolable por consumir sustancias adictivas.

Silenciando la adicción

El académico llegó a este resultado a través de experimentos donde se “anestesió” en ratas adictas el punto de la corteza cerebral donde estarían las funciones del sistema interoceptivo. Mientras la zona se encontraba bloqueada, los animales no mostraron deseo por consumir drogas. Cuando esa pequeña área en la corteza insular volvió a la normalidad, los animales comenzaron a exhibir nuevamente las conductas propias de la adicción.



Responsable del Proyecto

Fernando Torrealba. Post Doctorado en Neurociencias de la U. de Chicago, EEUU. Académico de la Fac. de Ciencias Biológicas de la U. Católica.

Institución Ejecutora

Universidad Católica de Chile

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan

Equipo

Marco Contreras y Francisco Ceric, U. del Desarrollo

La investigación contrasta con otros estudios en cuanto a la metodología: en algunos experimentos se anestesiaba totalmente al ratón estudiado. En otros, se medía la actividad cerebral total en personas y se veía que la corteza insular era una de las muchas regiones que se activaban ante determinado estímulo.

El trabajo de Torrealba y su equipo fue publicado en la edición de octubre de 2007 de la prestigiosa revista Science. Sus estudios abren un nuevo camino para entender y, potencialmente, tratar las adicciones. Además, se sabe que esa zona de la corteza insular también tiene un fuerte vínculo con el procesamiento de las emociones. El experto explica que es posible que parte del control de las adicciones pase también por el manejo de las emociones.

El arte como inspiración

Cerebro, mente y conducta fueron entendidos durante largo tiempo como conceptos que aludían a tres nociones distintas y sólo en décadas recientes se ha logrado uniformidad en la idea de que nuestros actos, deseos, conductas e ideas se forjan en el cerebro. El estudio del funcionamiento de ese misterioso órgano permitiría, por tanto, comprender cómo actúa y se expresa una persona.

Fue esa noción integral, junto con la lectura de “El Festín Desnudo”, texto autobiográfico donde William Burroughs relata su experiencia con las drogas, la que gatilló el interés de Torrealba por estudiar el fenómeno. “¿Es posible que



Fernando Torrealba

sustancias como el alcohol, la nicotina y las drogas ilícitas afecten el delicado balance neuroquímico del cerebro? Comencé a preguntarme si el ansia que siente el adicto por drogas no es sino la respuesta a las señales enviadas por su propio cerebro”, comenta el académico.

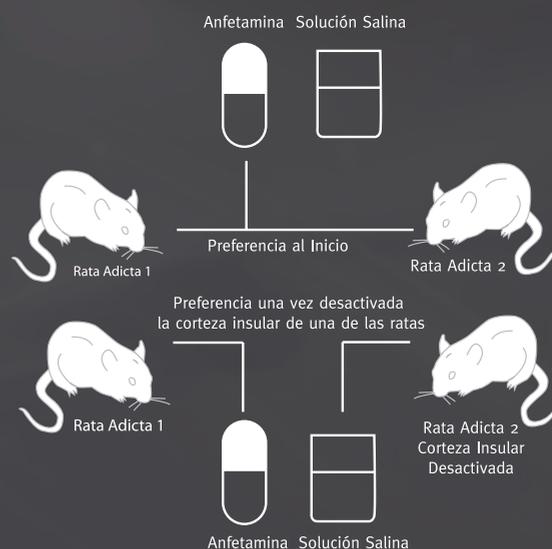
Esto motivó a Torrealba a dedicarse a la investigación en Neurociencias desde que se recibiera de Medicina en la Universidad de Chile en 1973. Hasta fines de los 70 realizó investigaciones en dicha casa de estudios y en 1978 partió a Estados Unidos a realizar un postdoctorado en Neurociencias en la Universidad de Chicago. Volvió a Chile en el año 1981, dispuesto a poner su conocimiento al servicio del estudio de las adicciones.

El sistema interoceptivo

Además de nuestros cinco sentidos, los humanos contamos con otros sistemas sensoriales: el sistema interoceptivo es uno de ellos y se relaciona con la percepción consciente de las necesidades y señales del propio cuerpo.

Es el responsable de establecer el estado general del cuerpo, con datos que proviene de los intestinos, el estómago, el corazón o la vejiga. Provoca sensaciones como la boca seca cuando el cuerpo requiere hidratación o apetito cuando se necesitan nutrientes.

El equipo liderado por Torrealba concluyó que estas sensaciones radican en una pequeña zona del cerebro, conocida como corteza insular. Hoy estudian con éxito su rol en el deseo irrefrenable causado por la adicción, con muchas perspectivas de éxito pensando en el tratamiento de distintas adicciones.



Investigador se sitúa a la vanguardia
en esta área a nivel mundial

Desentrañando los misterios del ADN en la lucha contra el alcoholismo

En el ADN de Yedi Israel se inscribe un investigador científico a cabalidad. Es parte de la primera promoción de bioquímicos de Chile, formado al alero de doctores como Osvaldo Cori y Mario Luxoro, quienes cursaron sus posgrados en las más prestigiosas universidades en el extranjero y trajeron al país conocimiento de punta. Ese bagaje de saberes Israel lo puso al servicio de la ciencia y, específicamente, en la lucha contra el alcoholismo. Comenzó hace ya casi cuatro décadas: primero en Canadá y Estados Unidos, y luego en Chile, cuando la Universidad de Chile en 1996 lo invitó a replicar el éxito alcanzado en terapia génica en un nuevo laboratorio dirigido por él.

Uno de los descubrimientos que más ha influido en su carrera es el hallazgo del gen ALDH 2-2. Un 20% a 30%

de la población asiática carece de este gen, cuya función -entre otras- es destruir el acetaldehído, sustancia que se origina al consumir alcohol y genera el intenso malestar físico, dolor de cabeza, náusea, palpitaciones y sensación de urticaria que acompañan al bebedor. Al no ser capaz de atacar al acetaldehído, el organismo es víctima de un malestar intenso y persistente, haciéndose sentir incluso con poco consumo.

Ese hallazgo motivó a Israel a investigar terapias génicas que reprodujesen el impacto de dicha mutación. Su trabajo tuvo un sólido punto de partida: Chile -gracias a los trabajos del doctor Jorge Mardones Restat- fue el primer país del mundo en criar animales genéticamente predispuestos al alcoholismo para estudiar el impacto del ADN y del entorno social. Mardones formó dos tipos de ratas: las



Responsable del Proyecto

Yedi Israel. PhD en Bioquímica de la U. de Toronto, Canadá. Director del Laboratorio de Farmacoterapia Génica de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT, Programa Fondecytde CONICYT, Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo

Amalia Sapag, María Elena Quintanilla, Lutske Tampier, Gabriel Cortinez, Paula Ocaranza, Eduardo Karahanian, Fernando Ezquer, Paulette Conget, Mario Rivera y Javier Wolnitzky, U. de Chile. Robel Vásquez, Instituto Simón Bolívar.

Instituciones Asociadas

U. Diego Portales y U. del Desarrollo.



Yedi Israel

de la cepa A (abstemias) y B (consumidoras de alcohol), con los que confirmó que hay genes con efecto importante en el abuso de esta sustancia.

Ratas bebedoras o abstemias

Esta línea de trabajo fue continuada por Yedi Israel: en una primera etapa, el investigador hizo que las ratas de la cepa B eligieran beber agua o alcohol, y los animales optaron por el alcohol. Transcurridos dos meses, las privaron

de la sustancia durante tres días, período en el cual los animales desarrollaron síntomas similares a un síndrome de privación. En ese breve período de abstinencia, el equipo liderado por Israel inyectó por vía intravenosa un virus que contenía la mutación genética del ALDH 2-2.

El virus actúa como vehículo, permitiendo al ADN entrar a las células. A los pocos días, el organismo de los animales no fue capaz de destruir el acetaldehído que generaba el consumo de alcohol y, ante los intensos malestares que sentían, los animales reaccionaron reduciendo el consumo. Esta respuesta es la que, en un horizonte no muy lejano, esperan generar en los adictos. Para ello, cuentan con la reciente adjudicación de un proyecto del Programa Fondef de CONICYT para comenzar con las primeras pruebas en humanos. Se sienten optimistas ya que los trabajos en laboratorio son auspiciosos: el 60% de las ratas a las que se ha implantado la mutación genética han disminuido su consumo de alcohol. Las perspectivas a futuro apuntan a que, en un lapso de cinco años, se pueda comercializar un fármaco que replique las molestas consecuencias del acetaldehído.

Una experiencia pionera de intervención en alcohol en Canadá

El pueblo de Cambridge, en Canadá, experimentó una de las intervenciones más interesantes registradas en los 90. El equipo encabezado por Yedi Israel se basó en una terapia cognitivo-conductual. Este tipo de intervención psicológica busca entender los problemas que motivan a la gente a consumir y, en el caso canadiense, dar soluciones para que los habitantes moderaran o detuvieran totalmente su ingesta de alcohol.

Los participantes eran reclutados en los consultorios usando una pequeña encuesta que detectaba problemas en su vida. Los médicos los invitaban a participar en el Centro del Estilo de Vida, donde se implementaba el proyecto.

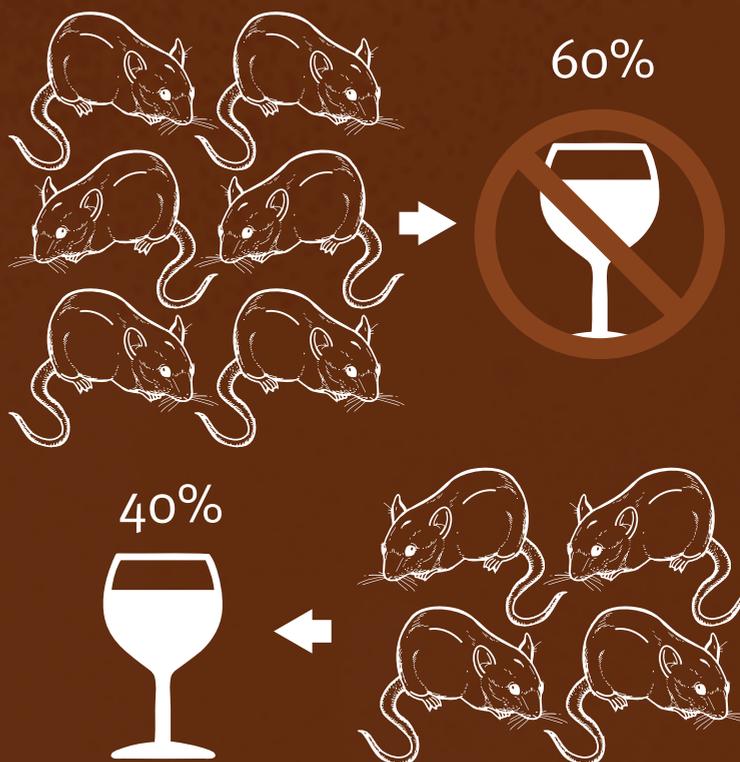
Yedi Israel es enfático al señalar que una de las estrategias que hizo que la intervención fuera exitosa es que a nadie se le trató de alcohólico. A los interesados se les plantearon dos posibilidades: abstenerse completamente del alcohol o moderar su consumo a una cantidad determinada de copas al día.

Los logros fueron medidos por la reducción en 80% a 85% de los problemas sociales asociados con el consumo de al-

cohol. Además, se pudo entender lo fundamental que es ayudar en forma temprana a las personas que presentan un estilo de vida riesgoso.

Como resultado, se vio que la incidencia de factores hereditarios explica el 60% del consumo de alcohol, mientras que el 40% responde a factores medioambientales.

Efectividad Tratamiento en Ratas



En Chile se realizan estudios en línea con la neurociencia internacional

El sistema nervioso: una fábrica de conductas



En 2004, a Matthew Nagle -un paciente cuadrapléjico- se le implantó en el cerebro un dispositivo denominado BrainGate, una interfaz cerebro-computador que le permitió mover el cursor del PC, controlar la televisión y revisar su e-mail. Tras la experiencia, liderada por expertos de la U. de Brown, en Estados Unidos, pareciera que ya no quedan misterios para la ciencia.

Sin embargo, aún quedan preguntas por resolver, que explicarían aspectos cruciales de nuestras vidas cotidianas: cómo funciona realmente la visión o cómo se logra percibir ciertos objetos. Son estas preguntas las que motivan al

grupo de científicos y estudiantes de pre y posgrado liderados por el doctor Pedro Maldonado, del Núcleo Milenio Centro de Neurociencias Integradas (CENI), albergados en la Universidad de Chile.

El surgimiento de la Neurociencia

Cuando estaba en Estados Unidos, cursando un doctorado en Ciencias en la Universidad de Pensilvania y luego un postdoctorado en la Universidad de California en Davis, Maldonado presencié la irrupción de la Neurociencia en la ciencia mundial. El Congreso de ese país declaró a los 90 como la década del cerebro, potenciando la creación de



Responsable del Proyecto	Pedro Maldonado. PhD en Ciencias de la U. de Pennsylvania, EEUU. Director del CENI.
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio de Centro de Neurociencias Integradas. (CENI)
Institución Albergante	Instituto de Ciencias Biomédicas, U. de Chile.
Financiamiento	Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
Equipo	Investigadores Asociados: María Cecilia Babul, Pedro Rosas. Graduados: Paul Délano, José Luis Valdés, Rómulo Fuentes y José Pablo Ossandón. Estudiantes de postgrado: José Ignacio Egaña, Marcelo Aguilar, Fernando Ramírez, Hachi Manssur, Fabián Muñoz, Rodrigo Montefusco, Andrea Helo, Cristian Arredondo Personal Técnico: Isaac Oporto, Iván Mena.

centros destinados al estudio del sistema nervioso. A ello se sumó el costo de las enfermedades del sistema nervioso, que conforma el 30% del total invertido en EE.UU. y Europa. En este último caso, llega a más de 500 mil millones de euros al año.

Coincidía también con el consenso científico de que las conductas, como soñar, pensar, percibir y aprender, se basaban en el sistema nervioso, donde yace aquello que nos hace únicos. “Puedo perder un brazo o someterme a un trasplante de corazón, y seguiré siendo yo. Pero si se daña parte de mi cerebro, puedo perder facultades o capacidades que impidan que siga siendo la misma persona que he sido hasta ahora”, ejemplifica Maldonado.

A su regreso a Chile, en 1998, se integró al Instituto de Ciencias Biomédicas (ICBM) de la Universidad de Chile y, junto con otros científicos, comenzó a desarrollar el trabajo en neurociencias, fundando el Centro Milenio de Neurociencia. En el curso de casi una década ha pasado de seis personas en sus inicios a casi 70 en la actualidad.

El cerebro: una fábrica de conductas

El estudio del sistema visual es uno de los ejes del trabajo de Pedro Maldonado. Hoy se estima que el estudio de la percepción visual es un modelo óptimo para comprender a nivel global el sistema nervioso. Además, se sabe que ver no depende sólo del mundo físico, sino también del cerebro y los órganos sensoriales, que cumplen un rol vital en cómo las personas interpretan lo que ven. Además, percibir va de la mano con el hacer: la regularidad de una práctica ayuda a que el cerebro consolide aprendizajes.



Pedro Maldonado

El desafío hoy es entender cómo el cerebro fabrica lo que se entiende por percepción. Maldonado y su equipo usan estímulos visuales complejos, como fotos reales, expuestas a animales y humanos. A los animales se les instalan electrodos más delgados que un pelo humano en el cerebro. Funcionan como un micrófono que capta la actividad eléctrica de las neuronas y la transmite a un computador para que sea vista y medida por los científicos del laboratorio.

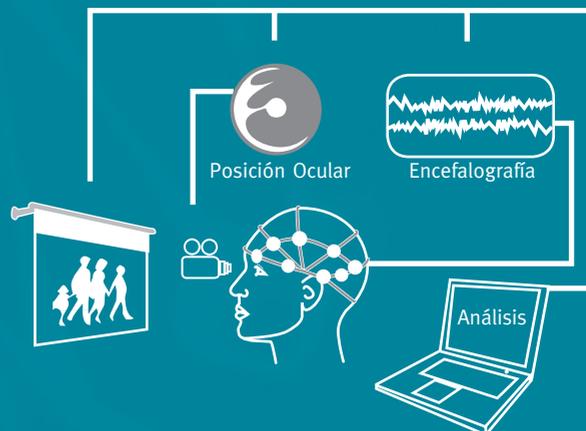
En el caso de los humanos, se registra la actividad del cerebro a través de electroencefalografía. Para determinar la posición ocular, usan dos cámaras capaces de captar 500 fotos por segundo, y un software que determina la posición de la pupila. Esto permite saber con precisión de dos milésimas de segundo dónde está mirando la persona. Sus hallazgos han permitido confirmar que el estado cognitivo interno del individuo, como su estado emocional, es crucial en la exploración visual que realiza y se superpone a otro orden de factores, como los colores, los contrastes y la luminosidad de las imágenes.

Hacer para aprender y percibir

En los últimos años la relación entre neurociencia y aprendizaje se ha hecho más estrecha. En la base de esta asociación está el hecho de que el cerebro cambia en función de lo que las personas hacen. Los finos circuitos que conectan entre sí a las neuronas requieren de un reforzamiento constante mediante la acción y la práctica regular para consolidar la riqueza sináptica.

Por esto mismo, en 2005, el Centro se asoció con el Museo Interactivo Mirador (MIM) para implementar la sala “Mente y Cerebro”, exhibición interactiva sobre memoria, aprendizaje, percepción y movimiento que enseña lúdicamente la interacción entre el sistema nervioso y el mundo exterior. Otro proyecto, financiado también por el Núcleo Milenio, son los laboratorios de experimentación virtual, que se basan en el uso de un software que busca suplir la carencia de infraestructura física que afecta a muchos colegios. Esta herramienta pedagógica, hasta ahora, ha abordado los campos de la Electrofisiología, la Biología Mo-

lecular y la Biotecnología, acercando el quehacer científico a los estudiantes.



Modelo piramidal de soporte terapéutico

Psicólogos tejen red de ayuda psicológica para tiempos de crisis

Acompañados por el ruido de las sirenas de bomberos, los 4.000 habitantes de Chaitén y los 1.800 de Futaleufú fueron organizados por las autoridades de la zona que debían evacuarlos ante el riesgo que presentaba la actividad del macizo volcánico. Los pobladores juntaron algunos enseres, reunieron a sus familias y con desconsuelo se despidieron de sus tierras.

Como muchos chilenos, el equipo liderado por la psicóloga Ana María Arón, del Consultorio externo de la Escuela de Psicología de la Universidad Católica, estaba expectante ante los sucesos. Su foco de interés, no obstante,

estaba puesto en proponer a las autoridades medidas que permitieran apoyar a los chaiteninos en materia de salud mental, ya que sabían por experiencia propia que el tiempo -en situaciones de crisis- es vital.

Luego vendrá el sereno

La labor del Consultorio Externo de la Escuela de Psicología de la Universidad Católica se vio expuesta por primera vez a lo que Ana María Arón denomina como “un cambio de paradigma o un nuevo modelo de trabajo” en 1991. Producto del devastador aluvión que afectó a Antofagasta el 18 de junio de ese año, el Ministerio de Salud hizo al



Responsable del Proyecto

Ana María Arón. PhD en Psicología de la U. de Gales, Reino Unido. Profesora Titular de la Escuela de Psicología de la U. Católica.

Institución Ejecutora

Universidad Católica de Chile.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT.

Equipo

Neva Milicic, Andrea Machuca y Enrique Chia, U. Católica.

Instituciones Asociadas

Fundación Integra, Empresa Neos; Corporación de Televisión de la U. Católica.

equipo de la Escuela de Psicología un urgente llamado de ayuda.

La psicóloga y su equipo tuvieron escaso margen de tiempo para planificar acciones y reducido presupuesto para ayudar a 200.000 personas. Surgió, entonces, el eje del sistema desarrollado por la experta: un modelo piramidal que coordina a las instituciones y a la misma comunidad para ir alcanzando con herramientas terapéuticas a todos los grupos afectados por una tragedia.

Primero, capacitaron durante no más de una semana a los operadores sociales primarios, esto es, profesores, directores, auxiliares, médicos y enfermeros, aprovechando su cercanía y confianza con la comunidad para actuar como frente de primera línea en la intervención psicosocial. Se buscaba reducir o prevenir los efectos del estrés post traumático, como alteraciones del sueño, del apetito, ansiedad, sensación de aislamiento y desesperanza, entre otros. Luego, los operadores sociales primarios transfirieron su conocimiento a sus propias redes, logrando una cobertura de casi el 100% de la población.

Organizando la ayuda

Esta experiencia, aunque permitió al equipo focalizarse en las crisis, no tuvo la sistematización que la experta hubiese deseado. Pero dados los resultados positivos, definieron una ruta de trabajo que, gracias al aporte del Programa Fondef de CONICYT, pudieron organizar y sistematizar. A partir de 2003, Ana María Arón inició el proyecto que busca tener cobertura nacional, partiendo con mujeres víctimas de abuso sexual y violencia.

La idea es que la red de centros de apoyo para situaciones



Ana María Arón

de crisis sea el primer soporte ante eventos traumáticos, tanto para personas como comunidades. Una intervención oportuna puede reducir el estrés post traumático, cuyo impacto según la American Psychological Association puede durar hasta un año.

La red ya ha articulado a instituciones de salud y educación para generar instructivos destinados a la ciudadanía, con procedimientos a poner en marcha –por ejemplo- en caso de abusos sexuales o intentos de suicidio en colegios. Las educadoras de la Fundación Integra y cerca de 900 educadoras de la JUNJI, entre otros, han sido capacitadas sobre estos procedimientos. Luego, transfieren esos procedimientos a sus colegas.

Los alcances de esta iniciativa se hicieron sentir en febrero de 2008, tras el fatal accidente aéreo en la cercanía del aeródromo de Peñalolén: los equipos de intervención formados al alero de este proyecto se activaron prontamente, encabezando el manejo de la crisis.

Velando por los que cuidan

Uno de los aspectos relevantes que se desprende de la investigación del equipo liderado por Ana María Arón es la indefensión a la que están expuestos los equipos que intervienen en crisis, lo que impacta en su calidad de vida y genera alto número de licencias médicas. La reducción de este daño es lo que mantiene ocupado en la actualidad al consultorio dirigido por la psicóloga.

Bajo la premisa de “cuidar a los que cuidan”, impulsan acciones de autocuidado del equipo profesional y técnico, las que parten por reconocerse como equipos en riesgo. En esta línea, destaca la experiencia de dos psicólogas del equipo que trabajan con los funcionarios de la UCI Pediátrica del Hospital Sótero del Río. La intervención se lleva a cabo con médicos, enfermeras y auxiliares de todos los turnos, quienes están expuestos al impacto y consecuencias que genera la muerte de un bebé.



Expertos estudian mecanismos para medir real impacto de la contaminación

Muestras atmosféricas: Buscando un **respiro** para Santiago

Productos tan disímiles a primera vista como el cigarrillo, la parrilla, la calefacción y la combustión interna de los automóviles tienen en común que, a más de 70°C, producen compuestos contaminantes. Estos se caracterizan por ser altamente mutagénicos y carcinogénicos. Para estudiar el comportamiento de algunos de estos compuestos, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, Francisco Cereceda emigró en los 80 a Alemania, para hacer un posgrado en Química gracias a una beca del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD).

La DAAD comprendió los alcances de su proyecto en una época en que en Chile no existían grandes avances en química analítica orgánica, la palabra esmog distaba de ser una amenaza y tampoco existía la Comisión Nacional del

Medio Ambiente (Conama). Pero ya en esa época Cereceda vislumbró el futuro que se avecinaba.

Su tesis, realizada en el Instituto de Físico Química Aplicada (ICH-4) de Jülich, Alemania, derivó en la fabricación de un equipo que toma muestras de agua de lluvia y extrae de ella los compuestos tóxicos acumulándolos en columnas para analizar su composición y distribución. Además, se dotó de conocimientos técnicos y teóricos que le permiten hoy trabajar en el problema de la contaminación en Santiago.

Santiago no puede ver el cielo

Cereceda y su equipo investigan la contaminación en la capital considerando que las condiciones geográficas, oro-



Responsable del Proyecto	Francisco Cereceda. PhD en Ciencias Químicas de la U. Dusseldorf, Alemania. Director del Laboratorio de Química Ambiental de la U. Técnica Federico Santa María.
Institución Ejecutora	Universidad Técnico Federico Santa María.
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT.
Equipo	Waldo Valderrama; Manuel Olivares; Héctor Carrasco; Mario Dorochevi y Gabriel Cereceda, UTFSM.
Instituciones Asociadas	Asesorías Ambientales Milenio XXI, CONAMA-R.M, Rupprecht & Patashnick Co. Inc, SESMA, USACH, U. de Sao Paulo (Brasil).

gráficas y meteorológicas son particulares, ya que fuentes de contaminación en Buenos Aires no producen las mismas crisis que en Chile. Esta situación podría ser anticipada analizando la variable meteorológica y la química atmosférica del aire, pero los actuales modelos de medición meteorológica tienen una efectividad de 70% a 75%. Se requiere más información: incorporar datos como los años de mayor contaminación atmosférica, mediciones del comportamiento del PM₁₀, del ozono y del CO₂, entre otros compuestos.

Las autoridades metropolitanas lo han comprendido y en el corto plazo se proyecta reestructurar la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Macam), añadiendo estaciones y nuevos artefactos como los construidos por Cereceda.

Tecnología chilena al servicio de la salud

Estos logros del investigador no han sido fáciles. Al volver a Chile en 1998, el Departamento de Química de la Universidad Técnica Federico Santa María le proporcionó un laboratorio, que equipó, en parte, con materiales donados por Alemania. Formó un equipo interdisciplinario de ingenieros electrónicos e informáticos, diseñadores, arquitectos, mecánicos, físicos y químicos, que “crean los dispositivos que necesitamos para las investigaciones, que hasta ahora no existían y que esperamos salgan al mercado para que otros también los aprovechen”, dice el investigador.

Entre sus desafíos se cuenta una iniciativa del Programa Fondef de CONICYT que, en colaboración con la Escuela de



Francisco Cereceda

Medicina de las Universidades de Harvard (EE.UU.) y Sao Paulo (Brasil), más el Instituto de Seguridad del Trabajo (IST), busca descubrir las consecuencias de la exposición a compuestos orgánicos volátiles en la salud de trabajadores de empresas de plástico, asfalto o pinturas.

Al servicio de este proyecto, además de los monitores químicos ya patentados por su equipo, se suman biomonitores, especies vegetales incubadas en invernaderos bioclimáticos que servirán en las fábricas para evaluar y conocer la toxicidad en el lugar.

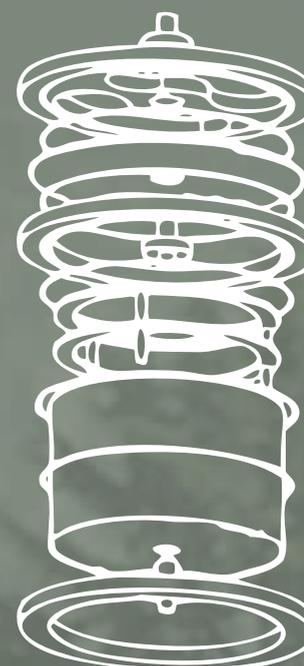
Midiendo contaminantes

Los productos tecnológicos desarrollados por Cereceda y su equipo buscan medir compuestos tóxicos orgánicos en matrices atmosféricas y tienen relación con distintas fases de estudio:

- **Toma de muestras atmosféricas:** sistema de muestreo que capta en un filtro de teflón el material particulado en suspensión y absorbe, con un filtro de espuma de poliuretano (PUF), los compuestos presentes en la fase gaseosa del aire ambiente.
- **Procesamiento de muestras:** incluye varios sub-productos. El AutoExtract PUF extrae y seca automáticamente los compuestos en fase gaseosa absorbidos en los PUF.
- **Extracción de compuestos orgánicos tóxicos:** se basa en un sistema de microondas focalizado (MOF), que permite reducir el volumen de la muestra hasta unos pocos microlitros.
- **Software:** para diseño de campañas de monitoreo de calidad química atmosférica (WebMoSys); para procesamiento de datos cromatográficos (GC PLUG) y de estimación de fuentes de contaminación (EHS).

Los productos han sido reconocidos con el primer lugar en competencia en los concursos de incentivo al patentamiento, en el marco del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología de CONICYT.

Este paquete tecnológico, en la actualidad, está siendo transferido e implementado en España, a través de una organización que equivale a CONAMA en Chile.



AutoExtract-PUF

Analizan efectos nocivos de la contaminación en el organismo

Midiendo el impacto real de la nube negra



La vocación que Claudio Hetz manifestara en su infancia de trabajar por la conservación del medio ambiente ha adquirido hoy una increíble consolidación. Este ingeniero en Biotecnología derivó durante su carrera hacia la ciencia básica, y hoy dirige el Laboratorio de Estrés Celular y Biomedicina de la Universidad de Chile. Ha recibido el Premio al Científico Joven más destacado de Latinoamérica y El Caribe, de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo (TWAS), como estímulo a su investigación sobre las enfermedades neurodegenerativas. Y es el arma más silenciosa con la que cuenta el país para combatir el esmog.

Tal giro se debe al impacto que vivió Hetz a su regreso a Chile, después de seis años de perfeccionamiento en Suiza y Estados Unidos: el científico no podía creer que los santiaguinos se hubiesen acostumbrado a vivir bajo una nube negra de contaminantes. Por ello, pese a que no se inscribía dentro de su área de investigación principal, Hetz no dudó en aceptar la invitación de Pablo Ruiz, bioquímico de la Universidad de Chile especializado en impacto de la calidad del

aire, para trabajar este problema desde la salud pública.

El investigador está convencido de que el desarrollo científico es la única forma de entender y enfrentar este problema. Junto con Ruiz han desarrollado trabajos conjuntos con el Centro Mario Molina, institución cercana a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama). La meta de Hetz es de vital relevancia: desarrolla un bioensayo que busca innovar en el modo en que se mide la calidad del aire en Santiago.

Qué medimos en el aire

Casi como el pronóstico meteorológico, los reportes sobre la calidad del aire son ya parte de la vida cotidiana de los capitalinos. Estas mediciones, sin embargo, sólo precisan el tamaño de partículas y su composición, pero no dicen nada del efecto que un nivel “regular” o “crítico” tiene sobre la salud.

Hetz explica que, dependiendo de qué compuestos tiene el aire, sus efectos pueden ir desde la inflamación de los



Responsable del Proyecto

Claudio Hetz. PhD en Ciencias Biomédicas de la U. de Chile. Profesor Asistente del ICBM de la U. de Chile.
Pablo Ruiz. PhD en Ciencias de la U. de Harvard, EE.UU. Investigador Asociado del CMMCh.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Comisión Nacional del Medio Ambiente.
Programa Fondap de CONICYT

Equipo

Luis Gómez, U. Católica. Tesista: Andrés Henríquez, U. de Chile.

Instituciones Asociadas

Centro Mario Molina Chile para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, (CMMCh).

pulmones hasta problemas cardíacos, o -incluso- aumentar el riesgo de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o el Parkinson.

El bioensayo que realiza desde 2007 busca monitorear estos efectos en la salud observando su impacto en el sistema respiratorio de un ser vivo. Utilizan un procedimiento creado por la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard (EE.UU.): en la primera etapa, a cargo del Centro Mario Molina, se toman muestras de contaminación atmosférica en distintas zonas de Santiago, usando maquinaria que -a través de filtros- concentra el aire en un bloque sólido, generando un verdadero “ladrillo de contaminación”.

Luego, en el laboratorio, Hetz disuelve esa columna e inyecta los componentes en el pulmón de una rata previamente anestesiada. Al día siguiente ya es posible observar los efectos: daño al tejido, problemas inflamatorios y elevado estrés oxidativo. Aunque en este procedimiento los efectos se producen de manera más acelerada, permiten predecir el efecto que la contaminación tiene en los seres humanos a largo plazo.

Conociendo al enemigo

Este proyecto no sólo busca confirmar el nocivo efecto del esmog. CONAMA ha apoyado su realización para comparar



Dr. Claudio Hetz

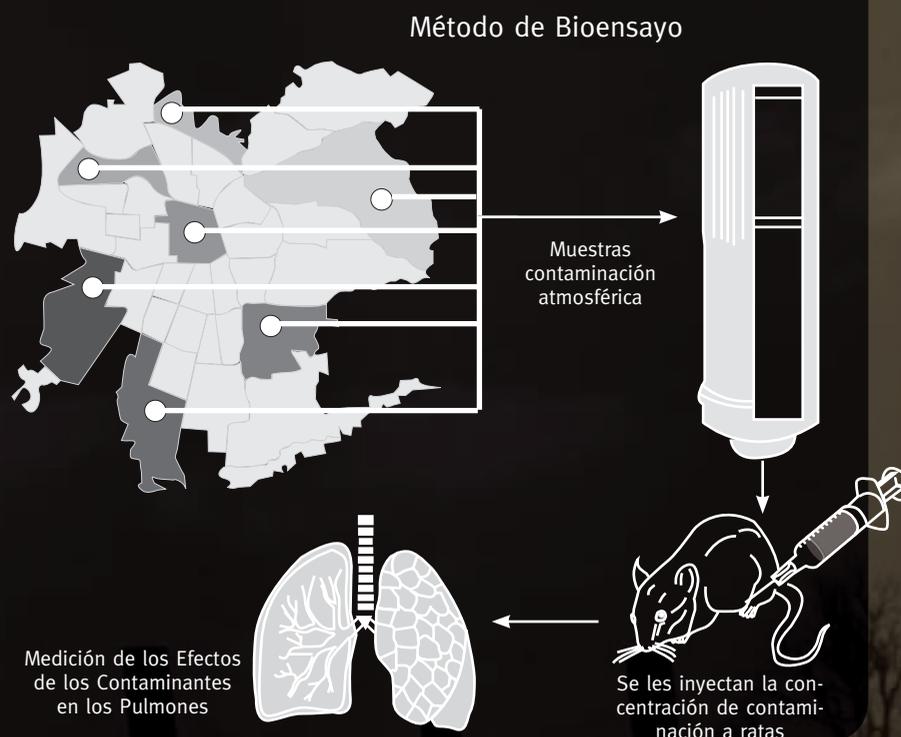
el efecto tóxico del aire en distintas zonas y épocas del año. Con esa información, esperan entregar al Gobierno sugerencias concretas para mejorar los sistemas de monitoreo de contaminación atmosférica y medidas para el plan de descontaminación de la capital, que al año 2004 ascendía a US\$ 143 millones.

Hetz, por su parte, visualiza otras aplicaciones, como la comparación de la toxicidad de distintos tipos de emisiones de industrias, combustibles y fuentes de calefacción. Así, se contribuiría al diseño de instalaciones industriales reduciendo la exposición de los trabajadores a fuentes nocivas, complementándolo con estudios de impacto ambiental y mejorando los procesos productivos al identificar fases y procesos contaminantes.

Priones: cuando las proteínas se vuelven dañinas

Claudio Hetz explica que las células poseen una pequeña estructura, llamada retículo endoplásmico, que cumple funciones esenciales para su mantención y que, cuando funciona mal, genera estrés celular. Según sus estudios, un tipo de respuesta inadecuada del organismo a este estrés sería la producción de priones, proteínas que modifican su actuar y atacan al mismo sistema nervioso que las aloja. Este proceso se relaciona con algunas enfermedades como el Parkinson o la esclerosis lateral amiotrófica.

La investigación de las causas moleculares de enfermedades neurodegenerativas es la línea principal de trabajo del equipo de Hetz. Con sofisticadas herramientas de ingeniería genética estudian los genes que responden al estrés celular. Con ratones knock out, modificados genéticamente para no tener ese ADN, buscan comprender por qué se generan las patologías y crear líneas terapéuticas para combatirlas. Su trabajo ya ha concitado el interés de algunas empresas farmacéuticas de nivel mundial, como Genzyme, que se ha dado cuenta de que allí reside la materia prima de nuevos tratamientos.



Vacuna podría salvar la vida de casi 600 mil niños al año

Una esperanza en la **lucha** por erradicar al letal **Rotavirus**

En su laboratorio, escondido en los laberintos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, el doctor Miguel O’Ryan afina los últimos detalles antes de partir a India, Corea y Malasia. Una vez más, como ya hiciera antes en Estados Unidos, Pakistán, Egipto y Estambul, entre otros, el investigador chileno expondrá ante la comunidad científica internacional los resultados del que ha sido su trabajo fundamental en los últimos años: el desarrollo de una vacuna contra el rotavirus.

El desafío siempre demanda su máxima concentración, porque O’Ryan conoce de cerca a su enemigo: como pediatra constataba en su propia consulta el impacto del rotavirus, patógeno responsable a nivel mundial de la muerte de más de medio millón de niños anualmente. En Chile, cerca de 8 mil niños menores de tres años son hospitalizados

cada año a causa de este virus.

Para este médico, formado en las aulas de la Universidad Católica, el enfrentamiento tiene ribetes personales, ya que su propia experiencia también le ha mostrado lo gratificante de ver cómo los niños mejoran. Esta motivación fue la que lo llevó a especializarse en Houston, Estados Unidos, en Infectología Pediátrica. Estando allá, el afán por resolver los enigmas que rodean al rotavirus lo fue acercando a la investigación de punta en este campo.

Conociendo al enemigo

Al regresar a Chile, buscando ampliar sus horizontes y gracias a la invitación de la doctora Valeria Prado, se integró al Programa de Microbiología de la Universidad de Chile y se encontró dedicado de lleno a la investigación sobre el



Responsable del Proyecto

Miguel O’Ryan. Especialista en Enfermedades Infecciosas Pediátricas de la U. de Texas Health Science Center, EE.UU. Profesor titular del Programa de Microbiología y Micología de la Fac. de Medicina de la U. de Chile.

Institución Ejecutora

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT.
Glaxo SmithKline Biologicals

Equipo

Nora Mamani, U. de Chile; Rodrigo Vergara, Hospital Van Buren, Valparaíso; Ernesto Núñez, Hospital Las Higueras, Talcahuano.



Miguel O'Ryan

rotavirus. En colaboración con los investigadores de esta universidad y otros de Argentina y Venezuela, y con el apoyo del Programa Fondecyt de CONICYT, desarrolla un fructífero trabajo que permitió generar valiosos datos sobre la epidemiología e impacto del rotavirus en Chile y América Latina.

El liderazgo logrado con estos estudios no se tradujo sólo en mayor conocimiento sobre este peligroso virus: en el año 2001, el doctor Miguel O'Ryan recibió un llamado de GlaxoSmithKline, uno de los más grandes laboratorios farmacéuticos a nivel mundial, para que liderara un estudio clínico multinacional de la vacuna contra el rotavirus "Rotarix", nacida en el Gamble Institute de Cincinnati, Estados Unidos.

Ese fue el inicio de una intensa labor como Coordinador General de un proyecto internacional que implicó dos años de preparación, el trabajo con miles de personas y la parti-

cipación de 63 mil niños, en 11 países de América Latina y Finlandia. Pero, incluso con estos niveles de exigencia, el médico no dejó de atender al menos una vez por semana a los menores con enfermedades infecciosas que acudían al Hospital Calvo Mackenna.

Los resultados de este estudio concluyeron que la vacuna protegía al 85% de los niños inmunizados de las diarreas agudas causadas por rotavirus, llegando a disminuir en 42% las hospitalizaciones por esta causa. Como consecuencia, la vacuna Rotarix ha sido recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y aprobada por la Agencia Europea del Medicamento (EMA), cuenta con licencia en más de 80 países, incluyendo Estados Unidos, Brasil, Venezuela, y México, y ha sido incorporada a los programas nacionales de vacunación en algunos de ellos. Gracias a ello, más de 20 millones de dosis han llegado a todos los niños, ricos y pobres, de diversos países de América Latina y otras zonas del tercer mundo.

Reconocimiento mundial

En enero de 2006, los resultados de su investigación fueron publicados en el "New England Journal of Medicine", una de las revistas científicas de mayor influencia a nivel global. A fines de ese año, la revista médica "The Lancet" le otorgó el premio a la publicación de mayor impacto en el año 2006, un enorme logro para la ciencia nacional. Para el doctor O'Ryan, sin embargo, más importante que los méritos académicos, es el hecho de que este proyecto permitió "demostrar al mundo que se puede desarrollar investigación de calidad mundial en países latinoamericanos".

¿Qué es el Rotavirus?

El doctor Miguel O'Ryan describe al rotavirus como "la gripe del intestino". Este virus entérico afecta a los niños sin distinción de país, edad o segmento socioeconómico, siendo la principal causa de diarreas agudas entre los menores de cinco años y generando pérdidas por \$ 1.200 millones anuales al sistema de salud público chileno.

Su comportamiento tampoco es regular: mientras en algunos países ataca en invierno, en otros como Chile se hace sentir en los meses de verano.

Sus consecuencias pueden ser devastadoras: diarreas, vómitos, fiebre y deshidratación que pueden llevar a un niño a la hospitalización y, si no es atendido a tiempo, a la muerte.

Se estima que de 500 mil a 600 mil menores mueren al año en el mundo víctimas del rotavirus. Es por ello que, desde que fue descubierto en 1973, los esfuerzos se han concentrado en la creación de una vacuna que permita prevenirlo.



85% efectividad

Iniciativa promete reducir mortalidad y hospitalizaciones infantiles

Vacuna chilena podría prevenir el virus respiratorio sincicial

Es uno de los primeros científicos en el mundo que tiene una solicitud para patentar una vacuna que frene la principal causa de hospitalización de lactantes. Alexis Kalergis, bioquímico del Núcleo Milenio de Inmunología de la Universidad Católica, a mediados de 2006 logró desarrollar con su equipo de trabajo una vacuna que podría prevenir el temido Virus Respiratorio Sincicial (VRS). Este es el responsable de 75% de las hospitalizaciones de lactantes por infecciones respiratorias y la tercera causa más frecuente de mortalidad en niños (12,3%).

Se estima que a los tres años, casi todos los menores han tenido contacto con el virus. Un estudio en Santiago detectó la presencia del virus en 29% de los casos examina-

dos por infección de las vías aéreas inferiores. En Holanda se calcula que por cada niño hospitalizado por el virus, el sistema de salud gasta US\$ 3.110.

Todo indica que mientras no exista un tratamiento efectivo y duradero para combatir el VRS, los costos económicos como los tratamientos o la implementación en salas IRA seguirán al alza. De ahí la relevancia que adquiere la investigación encabezada por Kalergis.

Contra los errores del pasado

La historia de la medicina está marcada por la erradicación de la viruela en 1980, la que llegó a matar a 4 millones de personas al año en el mundo. Es el único virus que ha sido



Responsable del Proyecto	Alexis Kalergis. PhD en Ciencias del Albert Einstein College of Medicine (USA). Director del Laboratory of Molecular Immunology, U. Católica.
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio de Inmunología e Inmunoterapia
Institución Albergante	Depto. de Genética Molecular y Microbiología, U. Católica; Instituto de Ciencias Biomédicas, U. de Chile.
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan
Equipo de trabajo	Susan Bueno, Jaime Tobar, Claudio Figueroa, Mirentxu Iruetagoiena, Pablo González, Jorge Mora, Leandro Carreño, Alexis Sanhueza, Jheimmy Díaz, Francisco Pérez, Andrés Herrada, Josefina Honorato y Erick Riquelme, Laboratory of Molecular Immunology, U. Católica.
Instituciones Asociadas	Bestpharma. S.A

eliminado y Chile fue parte de ese suceso. Ya en 1950 se registró el último brote de viruela en el país, gracias a una vacunación masiva que abarcó a 5,3 millones de personas (90% de la población nacional).

No obstante, ese éxito generó un optimismo injustificado que hizo que, en los 70, sin mediar investigación básica y usando una fórmula similar a la de la viruela, se vacunara a los infantes con VRS. Fue un rotundo fracaso, al morir más niños vacunados que no vacunados.

Esos antecedentes fueron una valiosa lección para el equipo de Kalergis. Desde 2002 que estudian los mecanismos de defensa de los seres humanos, para entender a cabalidad el funcionamiento del virus y desarrollar soluciones seguras. Llevan varios años realizando investigación básica y ensayos preclínicos para llegar a una vacuna que prevenga sin riesgos la enfermedad.

Miles de caballos de Troya

El equipo utiliza bacterias atenuadas que tienen la capacidad de entrar a las células llevando consigo antígenos de VRS. En términos simples, esto equivale a generar un caballo de Troya: la bacteria transporta cierta dosis del virus



Alexis Kalergis

previamente controlada para que generen una respuesta inmune en el organismo al patógeno.

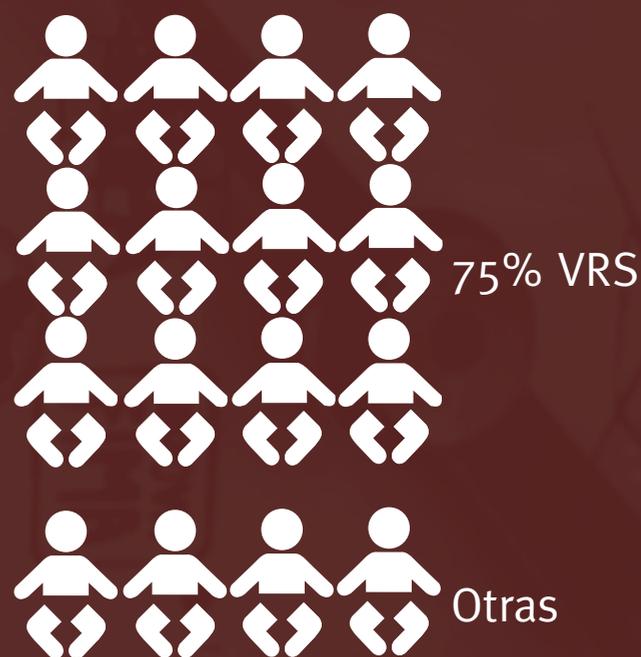
Se trata de una combinación única en el mundo que en los ensayos preclínicos ha comprobado su eficacia en animales. La actual preocupación del equipo del bioquímico Kalergis es dotarse de los medios necesarios para comenzar en 2009 la fase de ensayos clínicos, cumpliendo con los estándares internacionales establecidos por la Agencia de Fármacos y Alimentos de Estados Unidos (FDA).

Prevenir es mejor que curar

Los trabajos de Alexis Kalergis han sido destacados a nivel internacional, ya que han develado los diversos mecanismos de acción del VRS. Descubrieron, por ejemplo, que ciertos antígenos en el virus generan una respuesta sobredimensionada del sistema inmune, haciendo que los episodios agudos respiratorios fuesen más severos. Pero, mientras las aplicaciones de estos conocimientos avanzan, las autoridades del Ministerio de Salud han resuelto dos tipos de medidas. Por una parte, una campaña informativa que año a año busca inculcar conductas preventivas como no fumar dentro de las casas, ventilar los hogares y controlar los cambios bruscos de temperatura, entre otras.

Por otro lado, desde 2008 se implementó un programa piloto en el Hospital Josefina Martínez, en Puente Alto, para prevenir el VRS y reducir las hospitalizaciones. Este centro de salud registraba alto número de ingresos por patologías respiratorias o por necesidad de asistencia ventilatoria crónica. A 40 niños se les inyectó palivizumab, un anticuerpo monoclonal específico contra el VRS con efecto de un mes. La iniciativa logró, según datos del Ministerio de Salud, bajar las hospitalizaciones diarias de 140 a 100. La iniciativa será extendida en 2009 a toda la Región Metropolitana y la de Valparaíso.

Hospitalizaciones de Lactantes en Chile



Fue ideada para el tratamiento de quemaduras Con caparazones de crustáceos crean piel artificial para sanar heridas



En Chile, diariamente cientos de personas acuden a los servicios de urgencia debido a quemaduras: se estima que 100 mil niños al año son víctimas de estos accidentes. Cuando son graves, generan heridas que pueden producir deshidratación por la pérdida de líquidos, riesgo de infección e, incluso, la muerte. En los servicios de urgencia, las heridas son limpiadas, desinfectadas y vendadas, procedimientos que permiten salvar la vida de la mayoría de los quemados; no obstante, muchas veces la piel de los pacientes queda con cicatrices que generan, en algunos casos, pérdida de movilidad afectando la calidad de vida.

Hoy existen diversos tratamientos para proteger las zonas expuestas por la pérdida de piel y que facilitan su regeneración.

Además de los injertos de piel del propio paciente, se usa la llamada “piel artificial”. Se trata de sustitutos que deben cumplir requisitos como no disolverse con el agua, permitir la adecuada ventilación de la herida y combatir las infecciones.

En esta área se enmarca el trabajo del destacado químico Galo Cárdenas y su equipo del Departamento de Polímeros de la Universidad de Concepción, quienes han desarrollado un innovador producto a partir de caparazones de crustáceos con alentadores resultados en la recuperación de heridas por quemaduras.

Un caparazón contra la infección

“Como científico, uno siempre busca mejorar la calidad



Responsable del Proyecto

Galo Cárdenas. PhD en Química Organometálica de la U. de Auburn, EE.UU. Académico del Depto. de Polímeros de la U. de Concepción.

Institución Ejecutora

Universidad de Concepción.

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT, Programa Fondef de CONICYT InnovaChile CORFO

Equipo

Edelio Taboada, Gustavo Cabrera, U. de Concepción

Instituciones Asociadas

Corporación Farmacéutica Recalcine
Hospital Naval de Talcahuano

de vida de las personas”, explica el investigador. Es por ello que, al constatar las dolorosas secuelas que viven los niños quemados, gestó la idea en 2001 de crear un material sustituto de la piel aprovechando las propiedades bactericidas del quitosano, producto usado en la industria. El quitosano deriva de la quitina, un biopolímero natural, no tóxico y biodegradable, principal componente del caparazón de crustáceos. El quitosano es producido directamente por el equipo de Cárdenas en laboratorio y luego a mayor escala en una planta piloto construida gracias al aporte de InnovaChile CORFO y del Programa Fondef de CONICYT. Posteriormente, se moldean finas mallas que se colocan sobre la herida para mantenerla libre de infecciones y estimular la regeneración del tejido.

Antes de aplicarlo en personas y siguiendo los protocolos de desarrollo de productos médicos, probaron estas mallas en animales, estudiando los resultados con apoyo de veterinarios, biólogos moleculares, médicos patólogos, farmacéuticos y bioquímicos. La etapa crítica fue su testeo en cerdos, cuya piel es parecida a la humana. Las positivas evaluaciones alentaron a pasar a la siguiente fase: el uso en humanos.

Un alivio a los quemados

En agosto de 2004, el Hospital Naval de Talcahuano fue escenario de las primeras pruebas con óptimos resultados. En dos semanas, las heridas de los pacientes comenzaron

Galo Cárdenas



a cicatrizar, adquiriendo un aspecto normal y sin secuelas. A mediano plazo, las cicatrices resultaron menos marcadas. Esto se repitió en distintos hospitales del país, confirmando su efectividad para el tratamiento de quemaduras de primer y segundo grado.

El investigador destaca que la piel artificial de crustáceos no es necesario retirarla y gracias a un aditivo que le da mayor plasticidad, es útil en quemaduras en zonas de alta movilidad. Esta biopiel se encuentra en el mercado, gracias a una inversión conjunta de la Universidad de Concepción y Recalcine. Destaca también por su costo, ya que los tratamientos con piel artificial importada son caros: la biopiel cuesta hasta 90% menos.

De la industria al laboratorio

Para Galo Cárdenas, “la ciencia no la puedes motivar desde el pizarrón”. Con esta frase hace referencia a su vocación, la que despertó gracias al trabajo en el laboratorio de Química del Liceo de Hombres de Osorno, uno de los pocos existentes en las escuelas del sur de Chile. Esta vocación, no obstante, debió postergarse varios años, ya que primero trabajó como técnico químico en la planta acerera Huachipato. Sin embargo, decidió estudiar Licenciatura en Química en la Universidad de Concepción, carrera que estudió mientras seguía trabajando. Ya convertido en académico de la casa de estudios penquista, realizó estudios de postgrado en Estados Unidos.

En su opinión, hoy las condiciones son más favorables para quienes estudian ciencias, aunque aún son considerables las diferencias con Estados Unidos. Explica que en Chile el científico debe cumplir distintos roles, dedicando hasta 16 horas diarias a la investigación, sin grandes compensaciones económicas. A pesar de todo, el trabajo lo llena de satisfacción. Junto con su equipo siguen investigando versiones mejoradas de la biopiel, con el fin de generar una oferta diferenciada para distintos tipos de heridas o pacientes con problemas específicos, como los diabéticos.

Costos Aproximados Piel Artificial

PIEL ARTIFICIAL
IMPORTADA
\$150.000

BIOPIEL
\$15.000



Células de piel ayudan a tratar heridas de pacientes quemados

Tecnología de exportación para la medicina regenerativa

Cada año en Chile casi 300 mil personas sufren quemaduras que requieren atención especializada, y cerca del 20% necesitará tratamiento quirúrgico y rehabilitación. Según la Corporación del Niño Quemado, 100 mil de esos casos son niños, 10% requiere cirugía y la rehabilitación puede costar alrededor de \$ 4 millones anuales dependiendo de la complejidad del caso.

Los injertos con tejido de la misma persona son la mejor opción. Pero ¿qué pasa cuando es necesario cubrir amplias

áreas? Científicos chilenos trabajan en un método para cultivar células de piel del mismo paciente e implantarlas inmediatamente después de ocurrida la quemadura. A nivel mundial, estas técnicas han avanzado, pero aún no se logra producir piel al ritmo que se requiere para un tratamiento y rehabilitación efectivo. Además, los costos son altos (\$ 5.000 por cm²).

Manuel Young, Doctor en Ingeniería Química e investigador de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM),



Responsable del Proyecto

Manuel Young. PhD en Ingeniería Química de la U. de Davis, California, EEUU. Director del Centro de Biotecnología de la U. Técnica Federico Santa María.

Institución Ejecutora

Universidad Técnica Federico Santa María.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT, InnovaChile de CORFO.

Equipo

Carolina Weinstein, Alex Aceituno, Donald Brown y Carlos Henríquez, U. de Valparaíso; Cristián Acevedo, Fernando Albornoz y Elizabeth Sánchez, UTFSM; Sergio Tapía, Miguel Ángel Fuentes y Ricardo Ceriani, U. de Playa Ancha.

Instituciones Asociadas

Empresa Neos, Instituto de Seguridad del Trabajo, Instituto de Química y Bioingeniería.

busca resolver esa disparidad. Parte de su equipo de trabajo viajó en 2003 al Centro de Biotecnología de la Universidad de Berlín, Alemania, para conocer un incipiente método que permitía cultivar células de piel.

Al volver a Chile, su trabajo siguió una ruta propia y pronto se convirtieron en líderes en el campo. La diferencia entre la técnica desarrollada por los germanos y la chilena, indica Manuel Young, radica en que los primeros proyectan el injerto de la piel cultivada algunos años después de la lesión. La idea del investigador chileno es evitar la larga recuperación, implantando las células inmediatamente tras la quemadura. Y lo está logrando.

Venciendo las marcas del fuego

El desarrollo de la técnica de Young impuso varios retos al Centro de Biotecnología de la UTFSM, ya que las pruebas preclínicas en animales y pacientes voluntarios sufrieron retrasos debido a un incendio que, irónicamente, afectó sus laboratorios.

Luego de un arduo trabajo, el equipo logró desarrollar un producto bautizado como Sistema de Implante Integrado (SII). Consiste en una matriz biodegradable que tiene la virtud de permitir que las células de piel cultivadas penetren las heridas gracias a sustancias contenidas en dicha red. Esta matriz está hecha de fibrina, sustancia clave en la regeneración de tejidos y la coagulación.



Manuel Young

Actualmente, este sistema es comercializado por la empresa Neos, experta en la colocación de patentes, la que llevó este desarrollo a la muestra tecnológica internacional Showcase World Best Technologies, en Dallas, Estados Unidos. El trabajo de Young obtuvo el segundo lugar, lo que los hizo acreedores del Golden Award. Se trata de un evento de alta categoría que, en dicha ocasión, acogió a más de 75 tecnologías innovadoras en el campo de la ingeniería y la biomedicina.

La etapa investigativa del proceso ya está cerrada y la nueva meta del Centro de Biotecnología dirigido por Young es investigar otras áreas donde este conocimiento pueda lograr positivos resultados. Como dice el experto, “nuestro trabajo es poner el conocimiento al servicio de la sociedad”.

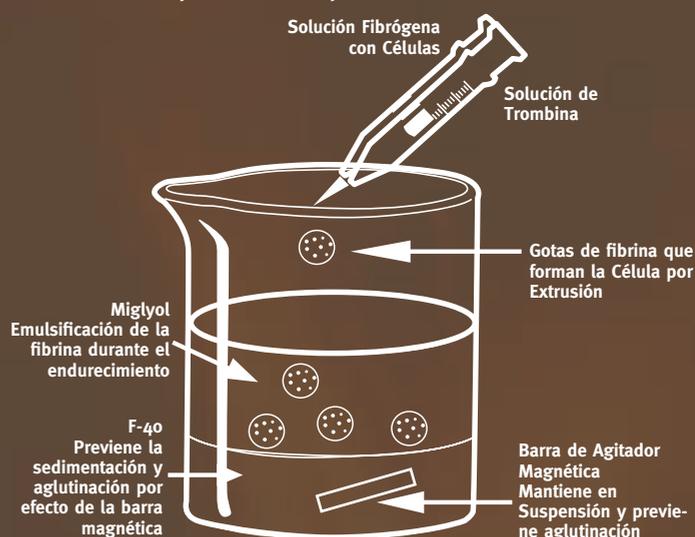
El futuro trabajo con cartílagos

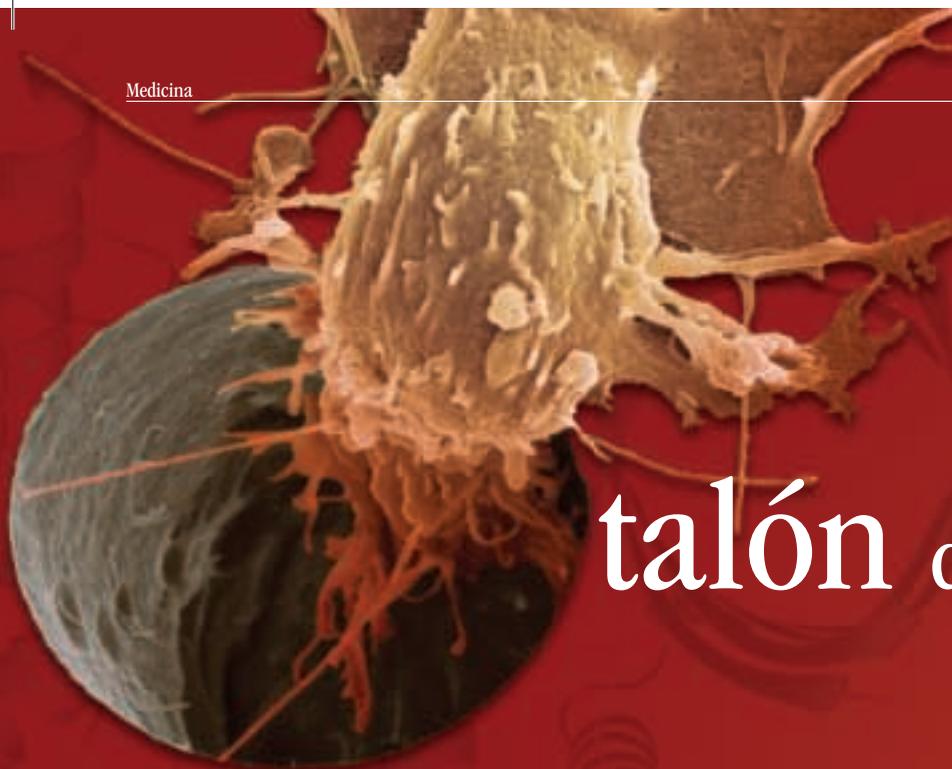
Una vez lograda la autonomía en el ámbito de la ingeniería de tejidos, el Centro de Biotecnología encabezado por Manuel Young ha suscrito una alianza con la Universidad de Playa Ancha (UPLA), para un nuevo proyecto liderado por el doctor Sergio Tapia Murúa de dicha entidad.

Con financiamiento del Programa InnovaChile de CORFO, crearon la empresa Inbiocriotec S.A., que busca explotar las cualidades comerciales del proyecto, y sumaron como socio estratégico al Instituto de Seguridad del Trabajo (IST). Buscan replicar el uso del sistema de implante integrado de tejido, ahora en el campo de los cartílagos. Se concentrarán en las articulaciones de las rodillas, generando implantes definitivos que regeneren esos tejidos.

Según estudios citados por Minsal, la artrosis de rodilla se da en 240 casos cada 100.000 personas, cifra que aumenta con la edad y es mayor en mujeres que en hombres. Un 33% del total de las pensiones de invalidez solicitadas en Chile se debe a problemas osteoarticulares, como la artrosis, enfermedad degenerativa y sin posibilidades de mejoría. Al menos, por el momento: en adelante, se verá qué dice sobre esto el nuevo proyecto de Young.

Esquema de encapsulación de células





Desarrollo de nuevos productos para diagnóstico y terapia

Encontrando el talón de Aquiles del cáncer

Cuando el bioquímico nacional Luis Burzio Eriz y su equipo de colaboradores de la Universidad Austral comenzaron a investigar sobre la espermatogénesis, nunca imaginaron que los hallazgos obtenidos les permitirían dar con lo que ha sido llamado el “talón de Aquiles del cáncer”, enfermedad que conforma la segunda causa de muerte en Chile.

A fines de los 80 se encontraban estudiando la transferencia del ácido ribonucleico (ARN) del espermatozoide al cigoto, y encontraron un tipo de ARN desconocido. Su relación con el cigoto les hizo pensar que podría cumplir un rol en la proliferación celular. De ser este el caso -dedujeron a continuación- debiese estar presente en biopsias de tumores cancerosos, las cuales se caracterizan por mostrar una alta proliferación de células en forma descontrolada. Este ARN, al que llamaron RNA quimérico (RNAq-1) se encontraba efectivamente en los tumores. Junto a él, descubrieron otro ARN, una especie de reflejo del primero, al cual llamaron por su parte RNAq-1 virtual.

Desde entonces, la investigación en este campo ha avanzado de la mano de Burzio y su equipo. Han descubierto, por ejemplo, que el RNAq-1 virtual es un regulador del primero y que en células tumorales se encuentra prácticamente inhibido, lo que explicaría la proliferación descontrolada del cáncer.

Mensajes desde la mitocondria

El hallazgo les ha permitido dar con un rasgo que se encontraría presente en todos los tipos de cáncer. Hasta el momento los ensayos preclínicos y las pruebas con células de diferentes tipos de tumores lo confirman. “Aparentemente se trata de una característica universal, algo que permite explicar qué ocurre con la célula sana que se transforma en célula cancerosa”, señala Burzio.

Tanto el RNAq-1 como su homólogo virtual se encuentran presentes en células normales que en forma natural deben proliferar, como las de piel o de intestino. En éstas actúan conjuntamente: mientras el primero sirve para poner en



Responsable del Proyecto	Luis Burzio. PhD en Biología Molecular de la U. de Rockefeller, EE.UU. Investigador Senior de la Fundación Ciencia para la Vida.
Institución Ejecutora	Fundación Ciencia para la Vida Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)
Institución Albergante	Fundación Ciencia para la Vida, U. Católica, U. Andrés Bello.
Financiamiento	Programa Fondecyt de CONICYT, Programa Fondef de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
Equipo	Jaime Villegas y Verónica Burzio, U. Austral; Claudio Villota, U Católica; Eduardo Landerer, U. de Chile; Luciana Cruz Oliveira.
Instituciones Asociadas	BiosChile.



Luis Burzio

marcha el proceso de división celular, el segundo controla la dinámica regulando su término.

En el caso de las células tumorales, éstas producen el RNAq-1 pero inhiben que el virtual trabaje. “De ahí surge nuestra hipótesis, que estos RNA son una especie de supresores de tumores, y que la estrategia de transformación de una célula cancerosa usa distintos mecanismos, pero que el común en todas ellas es anular a esos supresores”, afirma Burzio.

El hallazgo ha sido probado. Los investigadores examinaron células de mamas normales y tumorales enviadas desde Estados Unidos. Sin saber cuál era cuál, acertaron en la detección de todos los casos. Esto último plantea una alternativa prometedora para mejorar el diagnóstico

de diferentes tipos de cáncer. “Esto permite, desarrollando métodos para cada tipo de molécula, detectar fácilmente si la muestra contiene células tumorales”.

Controlando el balance celular

Ahora, si bien las células tumorales inhiben la producción del ARN supresor, no lo hacen por completo. Los expertos deducen que si bien el RNAq-1 virtual es inhibido en el cáncer, el tumor permite que subsistan algunas de sus moléculas en forma muy atenuada, ya que -de destruirlo por completo- se alteraría el frágil balance interno y la célula cancerígena se destruiría a sí misma.

Es este, precisamente, el talón de Aquiles del cáncer. El potencial terapéutico de estos hallazgos, de desarrollarse, adquiere un carácter trascendental. Implica que, logrando destruir esos trozos moleculares de RNAq-1 virtual se alteraría el equilibrio de la célula tumoral, haciendo que se destruya a sí misma. Hasta ahora, los expertos han probado este procedimiento con alta efectividad.

Actualmente desarrollan estudios preclínicos con ratones de laboratorio y el objetivo es evaluar tumores humanos inyectados en ratones. De tener éxito, la idea es conseguir socios financistas que permitan realizar las pruebas clínicas para las primeras pruebas con humanos. Hasta el momento los hallazgos obtenidos han sido patentados en cerca de 120 países en todo el mundo.

Luis Burzio: del telescopio al microscopio

Cuando niño, Luis Burzio soñaba con ser astrónomo. Él mismo se construyó un telescopio con el que observaba el firmamento por horas. Ya en la universidad decidió finalmente estudiar Bioquímica, una carrera que recién se comenzaba a impartir en la Universidad de Concepción. Al igual que otros científicos, destaca el rol de los académicos que lo formaron: “te cuestionaban todo, te hacían pensar y deducir muchas cosas”. Realizó su doctorado en Biología Molecular en la Universidad Rockefeller, donde enseñaban muchos profesores galardonados con premios Nobel.

Terminado el doctorado permanece en dicha universidad durante 10 años. Luego regresa a Chile, decidido a cooperar con el mundo académico del país. En 2004 recibe con su grupo el premio Pasteur por su trabajo en el área del cáncer. El profesional señala, respecto a la responsabilidad social de su proyecto, que “no sólo debemos contribuir a hacer buena ciencia y biotecnología, sino también a hacerlo cuanto antes y llegar al paciente”.



99,9% de efectividad
en detección del cáncer
Cérvico-Uterino

Desarrollan vacunas biológicas para luchar contra estos tumores haciendo que el sistema inmune combata el cáncer



Universidad de Chile, Facultad de Medicina, tercer piso. Pegada en la puerta de uno de los laboratorios del Programa de Inmunología, en una hoja tamaño carta, se puede leer una notificación escrita en inglés: el artículo que resume los hallazgos realizados por el profesor Flavio Salazar y su grupo de investigadores durante los últimos años ha sido aceptado para ser publicado en la prestigiosa revista *Journal of Clinical Oncology*.

La distinción implica el reconocimiento a un trabajo de punta a nivel mundial en el estudio y tratamiento del melanoma, el más peligroso cáncer de piel. La enfermedad se asocia con exceso de exposición a los rayos solares, es un tumor altamente invasivo y, aunque se produce generalmente a nivel cutáneo, también se puede dar desde los intestinos hasta los ojos.

Las cifras indican que cada año el melanoma cobra la vida de casi 48 mil personas en todo el mundo, mientras que otras 160 mil comienzan a desarrollar la enfermedad. Los hallazgos del grupo del profesor Salazar han permitido desarrollar un nuevo tipo de tratamiento basado en la estimulación del sistema inmune del paciente. El procedimiento ha sido destacado por sus efectos y por el potencial de transferir esta tecnología en Chile y otros países de la región.

Sanándose a sí mismo

El procedimiento consiste en la extracción de sangre del paciente, para separar de ella un subtipo específico de células -los monocitos- que serán luego transformadas en células dendríticas. Estas últimas, señala Salazar, “existen en forma natural en el organismo y son capaces de re-



Responsable del Proyecto	Flavio Salazar. PhD en Cs. Biomédicas, Instituto Karoliska, Suecia. Profesor Asociado ICBM, U. de Chile.
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio en Inmunología e Inmunoterapia
Institución Albergante	Depto. de Genética Molecular y Microbiología, U. Católica; Instituto de Ciencias Biomédicas, U. de Chile.
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT, Programa Fondecyt de CONICYT, InnovaChile de CORFO, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
Equipo	Mercedes López, Carlos Ferrada, Cristián Pereda y Raúl Benavente, U. de Chile; Eugenio Rivas, Inmunoterapia.cl.

conocer moléculas dañadas, ya sean células infectadas o tumores, devorarlas, procesarlas y alertar a los soldados del sistema inmune, los linfocitos T". Cuando los linfocitos T reconocen al antígeno nocivo en las células dendríticas, se genera una reacción denominada sinapsis inmunológica, que desencadena un citotóxico que destruye la célula tumoral.

Pero muchas veces ocurre que la señal de alarma no se produce, debido a que el tumor crece en forma lenta o porque no logra ser reconocido por las células dendríticas, de las que hay muy pocas en el organismo. Lo que busca Salazar es estimular el sistema inmune para favorecer la activación de los linfocitos T. "No inyectamos células que maten el tumor, sino las que dan aviso a las células asesinas para que maten el tumor". Si bien tal posibilidad ya se conocía desde 1994, su equipo introdujo una serie de innovaciones que hacen del tratamiento una alternativa más rápida y potente que lo hasta ahora desarrollado.

Los monocitos sacados de la sangre del paciente son congelados y cultivados en laboratorios especiales, se mide que cumplan ciertas características y se les entrega información de tumores de melanomas, de modo que los reconozcan y generen señales de alarma. Se las llama TAP Cells (Tumor Antigen Presenting Cells) y pueden ser reinyectadas al paciente después de 48 horas de extraída la sangre. "Nuevas dosis se descongelan y reinyectan en la medida que se requiera", indica, a veces hasta en varias ocasiones, con distintos períodos de espera, mientras se mide la respuesta inmunológica.



Flavio Salazar

Estudios y resultados

Este procedimiento ha sido evaluado entre los años 2000 y 2004, en estudios clínicos fase 1. En 2005 publicaron los resultados en la revista *Clinical and Experimental Immunology*. Luego, iniciaron un estudio fase 2, en el cual trataron a 50 pacientes con melanoma, obteniendo muy buenos resultados: un aumento de la sobrevida de seis a ocho meses en algunos casos -considerado como lo esperable por los investigadores-, hasta 33 meses en la mayoría de los pacientes.

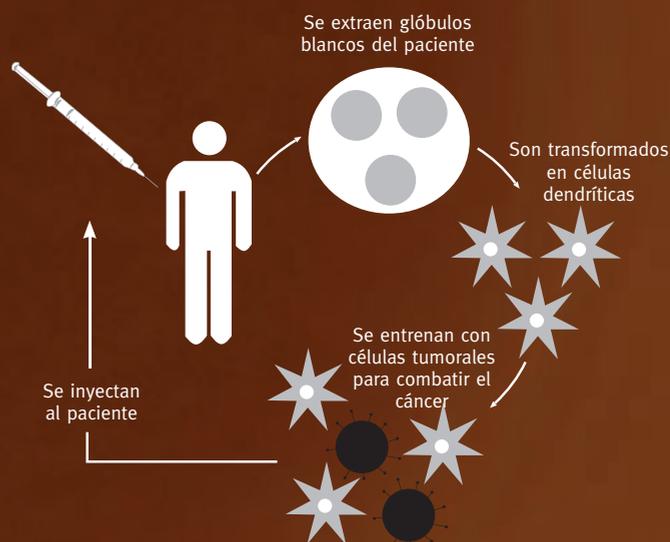
"Hemos establecido, por un lado, un método que aumenta la sobrevida sin efectos adversos y, por otro, hemos obtenido correlaciones entre inducción de respuesta inmune y respuesta al cáncer", cuenta Salazar. Agrega que el procedimiento ha sido probado con pacientes con cáncer en grados muy avanzados a los que se ha extendido la sobrevida. Cuando ha sido probada en pacientes con cáncer en grados menos avanzados, se ha visto sobrevida de cuatro años, con menores tasas de recaída.

Proyecciones internacionales

Una de las ventajas del procedimiento, además de su éxito clínico, consiste en su potencial de transferencia a otros tipos de cáncer. Ya se encuentran hoy estudiando su impacto en cáncer de próstata, y proyectan hacerlo a futuro en cáncer gástrico y de vesícula.

Actualmente también se encuentran patentando el procedimiento a nivel internacional y trabajan en la creación de un centro clínico que ofrezca la terapia en Chile y América Latina, a través de la empresa Oncobiomed, que se encarga de estas gestiones. A futuro la meta es exportar la tecnología a Estados Unidos y Europa. Para ello, deben realizar estudios clínicos en fase 3 (comparando resultados entre un grupo experimental y otro de control), bastante costosos. Por ello, el equipo de Salazar busca hoy socios inversionistas que se interesen en financiar la etapa.

EL PROCEDIMIENTO



Físicos chilenos realizan aporte clave a la medicina



Exámenes médicos: cuando la inmovilidad es el factor clave.

La radiación gamma que el isótopo emite es captada por un sistema que traza su distribución. Con tomografía computarizada -que captura imágenes transversales del cuerpo- se genera luego una reconstrucción tridimensional del órgano examinado.

Existe una serie de exámenes médicos -como radiografías o escáneres- que exigen casi la completa inmovilidad del paciente para que la imagen obtenida no presente alteraciones o distorsiones. Cuando esto sucede, se hace necesaria la repetición del examen, con el consiguiente costo para el paciente y el retraso en la emisión de un diagnóstico que puede ser vital.

En el caso de procedimientos breves, el problema puede no ser relevante, pero existen otros que toman de 15 minutos a media hora o más. En el caso del SPECT -tomografía computarizada de un solo fotón- se inyecta al paciente un marcador radiactivo que se fija al órgano estudiado.

Costosos movimientos

El SPECT es usado en exámenes de cerebro y corazón. Resulta vital en el estudio de pacientes con epilepsia y es a ellos a quienes resulta más difícil mantenerse inmóviles, especialmente cuando son niños. La distorsión en la imagen por un movimiento brusco puede invalidar la información obtenida, problema que se presenta en 20% a 30% de los exámenes.

El SPECT, además, es costoso: repetirlo es un problema económico para la familia y para el sistema de salud. La mayoría de los centros en Chile tiene un sólo SPECT. Se estima que por repeticiones, cada máquina pierde alre-



Responsable del Proyecto

Patricio Vargas. PhD en Física del Instituto Max Planck, Alemania. Investigador clave del Núcleo Milenio Física de la Materia Condensada.

Institución Ejecutora

Núcleo Milenio Física de la Materia Condensada.

Institución Albergante

Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Financiamiento

Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo

Francisco Cáceres, USACH; Juan Carlos Quintana, U. Católica.

dedor de 13 exámenes por mes, lo que equivale a poco más de \$ 10 millones mensuales, considerando un costo general entre valor de examen en sistema público y privado. Hasta hace algunos años, esa tasa de falla parecía no tener solución.

Reduciendo las distorsiones

Francisco Cáceres, Ingeniero Físico de la Universidad de Santiago de Chile, realizaba en el año 2000 su práctica en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Clínico de la Universidad Católica. El doctor Juan Carlos Quintana, director del centro, le comentó el problema del movimiento en los exámenes. Francisco se abocó a encontrar una solución al problema, convirtiéndolo en su proyecto de tesis.

En colaboración con el destacado físico Patricio Vargas, académico de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), Cáceres creó un sistema que reduce la distorsión causada por el movimiento, que consta de 15 a 20 pasos y combina herramientas matemáticas y de programación computacional. Se basa en la siguiente lógica: hasta el momento en que el paciente realiza un movimiento brusco, la generación de imágenes seguía un patrón homogéneo, como si fuese una línea recta. El movimiento del paciente genera un quiebre en ese patrón, el cual se restablece cuando la persona vuelve a quedarse quieta.

Cáceres utilizó las imágenes previas y las posteriores al movimiento brusco del paciente para reconstruir esa parte del examen y reducir la distorsión, suavizando el quiebre



Patricio Vargas

repentino. El profesor Vargas explica que el procedimiento disminuye la distorsión al generar un promedio de la secuencia de imágenes. Para lograrlo, diseñaron un programa computacional que lo realiza usando la información que entrega el SPECT. El sistema ha sido puesto a prueba en la Universidad Católica con resultados satisfactorios.

Hoy Francisco Cáceres se desempeña en otra área: la Astrofísica, en el Observatorio La Silla. Su proyecto original, no obstante, se sigue desarrollando por iniciativa del profesor Vargas y del doctor Quintana, con nuevas metas: integrar el proceso de corrección al funcionamiento normal de la tecnología SPECT, es decir, que la corrección sea un proceso automatizado, reduciendo costos y tiempos de espera. Actualmente, esta innovación se encuentra en la fase final de su patente y se espera su pronta incorporación al estadio tecnológico de la medicina nuclear.

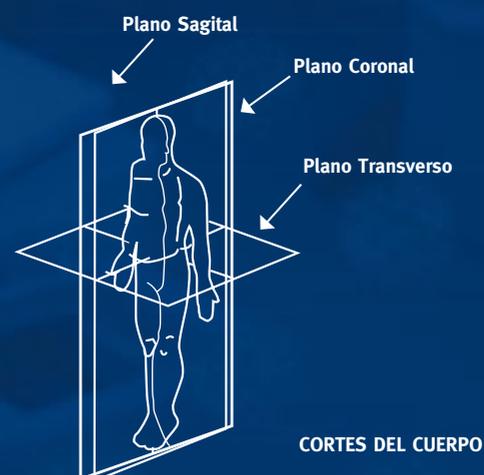
La fusión entre la medicina y la informática

El doctor Juan Carlos Quintana define la medicina nuclear como "una especialidad basada en las imágenes, que busca -usando compuestos radioactivos- obtener información del funcionamiento de los órganos".

La tomografía es parte de la medicina nuclear y su fin es reconstruir imágenes tridimensionales de un órgano a partir de imágenes parciales o "cortes" de ese mismo órgano. Existen dos formas de obtener estas imágenes: a través de PET (tomografía por emisión de positrones) o SPECT (tomografía computarizada por emisión de un solo fotón). En ambos casos "la radiactividad está dentro del paciente, a diferencia del escáner, donde está fuera del paciente, lo atraviesa y genera una imagen como una radiografía", explica el doctor Quintana.

El trazador radiactivo que se inyecta al paciente sometido a SPECT permite obtener imágenes del órgano estudiado desde

diferentes ángulos. Una vez terminado el examen, es posible reconstruir con esta información una imagen tridimensional del órgano examinado.



Investigaciones en genómica arrojan luces sobre diversas patologías



En busca de la piedra Rosetta de las enfermedades

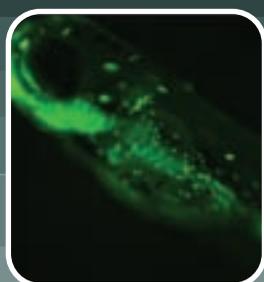
Son sólo seis letras. No hay otro diagnóstico tan corto, ni tan temido, como el del cáncer. Los niveles de incidencia de esta enfermedad tienden a crecer en todo el mundo y no parece detenerse. Pocos saben, sin embargo, que el proceso que da origen a un tumor -esa reproducción y crecimiento desorganizado de algunos tejidos- es el mismo que da origen a la vida: el grupo de células que se forma tras la fecundación recibe órdenes que le indican que deben dividirse, crecer y diferenciarse hasta convertirse en un organismo completo y complejamente estructurado.

Sin embargo, en el embrión en formación ese proceso está controlado y se lleva a cabo en orden: ¿qué sucede, entonces, en el cuerpo que hace que un grupo de células comience a dividirse generando un tumor? ¿Hay genes que están fun-

cionando correctamente al inicio de la vida y que luego, en etapas tardías, comienzan a dar órdenes confusas y nefastas?

El corazón de las células

La respuesta a esta pregunta yace en los genes y en las órdenes que éstos dan: Miguel Allende está conciente de ello y por eso ha dedicado una vida de investigación a la solución de esa y otras interrogantes. Para Allende, académico de la Universidad de Chile, “lo que sucede en las primeras etapas de formación embrionaria es un reflejo de lo que ocurre en el organismo durante toda la vida. Si logramos develar los secretos del correcto funcionamiento de los genes en esas primeras etapas, podremos detectar cuando comiencen a fallar más tarde y corregir sus órdenes defectuosas”.



Responsable del Proyecto	Miguel Allende. PhD en Biología Molecular de la U. de Pensilvania, EE.UU. Investigador responsable del CGC.
Institución Ejecutora	Núcleo Milenio Centro para la Genómica de la Célula (CGC).
Institución Albergante	Depto, de Biología, U.de Chile.
Financiamiento	Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, Programa Fondecyt de CONICYT, National Institutes of Health, EE.UU.
Equipo	Verónica Palma, Verónica Cambiazo, Alvaro Glavic, U. de Chile; Kathleen Whitlock, John Ewer, U. de Valparaíso.
Instituciones Asociadas	Universidad de Chile, Universidad de Valparaíso.

El trabajo de su equipo no sólo podría ser la base para comprender el origen del cáncer: se sabe que la sordera, condición que afecta a casi 200 mil personas en Chile, se produce cuando mueren las células encargadas de la audición. Pero en el modelo de estudio con el que Allende trabaja -el pez cebra- cuando estas células auditivas mueren, un gen da la orden de que otras surjan y restablezcan la capacidad perdida. “Nuestra meta es descubrir porqué esto no sucede en el ser humano y estudiar, eventualmente y en el largo plazo, si lo que sucede en el pez cebra puede ser replicado en el ser humano”, indica.

Del estudio a la misión

Probablemente ninguna de estas interrogantes preocupaba a este biólogo de la Universidad Católica cuando en 1998 regresaba a nuestro país tras una exitosa carrera de 10 años perfeccionándose en la Universidad de Pensilvania y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (ambos en Estados Unidos). Quizás su mayor preocupación era que llegara sana y salva su preciada carga: una botella llena de diminutos peces cebra.

Desde ese día, millones de peces han nacido y crecido bajo la atenta mirada de Allende y su equipo de colaboradores. Primero en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y luego en la Facultad de Ciencias de esa institución, en las modernas instalaciones del Laboratorio de Biología del Desarrollo.

El trabajo de este equipo, que hoy se encuentra organizado como un Núcleo Milenio en el Centro para la Genómica de la Célula, consiste en descubrir cuáles son los genes que comandan la proliferación y diferenciación de

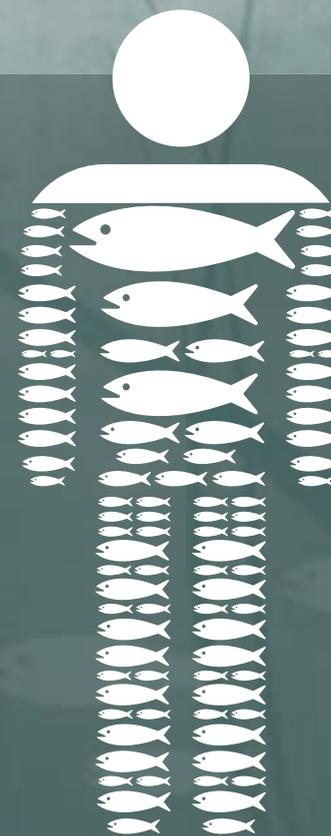


Miguel Allende

las células en el desarrollo de un embrión. Utilizan el pez cebra porque su genómica es altamente similar a la del ser humano y -al ser transparente- las modificaciones que se producen al alterar un gen son fácilmente detectables.

Gracias a estas investigaciones, hoy se conocen mejor los procesos de división, diferenciación y migración celular que hacen posible el desarrollo de organismos complejos como los animales. Son un aporte clave para que otros científicos, en Chile y en el mundo, investiguen aplicaciones que van desde la acuicultura del salmón hasta la lucha contra el cáncer.

80%
misma información genética



¿Por qué el pez cebra?

Para los científicos, este pez ofrece una oportunidad fascinante de conocer más acerca del mundo animal, incluyendo a los seres humanos:

El embrión es transparente y es posible observar, sin necesidad de tocarlo, cómo se van dividiendo las células, cómo aparece el corazón, los ojos y la cola, a través de un microscopio.

Pasa de un simple huevo unicelular a un embrión con los órganos completamente formados en tres días. Esto permite observar en vivo el espectáculo del desarrollo embrionario.

Posee la capacidad de regenerar rápidamente sus órganos. Si se dañan las células que le permiten captar el movimiento del agua, al día siguiente un nuevo grupo habrá reemplazado a las anteriores y el pez cebra podrá volver a nadar coordinadamente junto con sus compañeros.

El 80% de los genes del pez cebra son iguales que en el ser humano. Sus ojos, corazón, pulmones y cerebro se forman siguiendo el mismo patrón. Como dice Allende, “estudiar al pez cebra es una ventana para asomarnos a los misterios de nuestra propia evolución, indagar en los problemas que afectan a nuestro organismo y explorar respuestas a ellos”.

Concentración de sustancias en el nivel intracelular

Estudian rol del calcio y hierro en enfermedades como el Parkinson

No dan señales evidentes de alerta y su presencia se hace sentir cuando ya la enfermedad se encuentra -en general- avanzada. Se trata de las patologías neurodegenerativas, que causan pérdida de capacidades físicas y cognitivas y que tienen directa relación con el envejecimiento, pues la posibilidad de desarrollarlas aumenta con los años. Para ellas no existe cura, como sucede con el mal de Parkinson, que afecta a dos de cada 1.000 personas y es más frecuente después de los 50 años. Sólo en Estados Unidos genera un costo a los servicios de salud estimado en US\$ 5,6 mil millones.

Los procesos relacionados con esta enfermedad son los que hoy concentran la investigación del matrimonio de destacados científicos Cecilia Hidalgo y Marco Tulio Núñez. En 2001 aplicaron sus conocimientos en el área del calcio y el hierro, en una investigación conjunta con Pablo Muñoz Carvajal, en ese tiempo estudiante del Programa de Doctorado en Biología Celular, Molecular y Neurociencias de la Universidad de Chile. Descubrieron una delicada co-

nexión: la célula requiere de niveles adecuados de hierro para que las concentraciones de calcio al interior de ella sean las normales. En exceso, ese balance se pierde y puede conducir a la muerte celular.

Delicados balances

Existen sustancias que durante el desarrollo de un organismo juegan roles vitales. El hierro, por ejemplo, es clave en el desarrollo: bajo su influencia las neuronas del sistema nervioso crecen y se conectan entre sí. Marco Tulio Núñez ha centrado sus estudios en este campo, en el Laboratorio de Envejecimiento Celular de la Universidad de Chile, desde su primera adjudicación de un proyecto del Programa Fondecyt de CONICYT como investigador responsable, en 1984. Explica que, si bien en etapas tempranas del crecimiento este mineral es un aliado fundamental, la tendencia del organismo a acumularlo a medida que pasan los años hace que -a edades avanzadas- se transforme en un enemigo, causante de envejecimiento y de procesos neurodegenerativos.



Responsables del proyecto

M. Cecilia Hidalgo. PhD en Ciencias de la U. de Chile. Directora del Centro FONDAP de Estudios Moleculares de la Célula.
Tulio Núñez. Bioquímico de la U. de Chile. Subdirector del Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología.

Institución Ejecutora

Centro FONDAP de Estudios Moleculares de la Célula.
Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología.

Institución Albergante

Universidad de Chile.

Financiamiento

Programa Fondap de CONICYT.
Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.

Equipo de trabajo

Pablo Muñoz, Alexis Humeres y Paola Haeger, U. de Chile.

Instituciones Asociadas

U. Diego Portales; U. del Desarrollo.

Antes de retornar a Chile en 1983, mientras desarrollaba sus estudios de perfeccionamiento y post grado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y la Universidad de Harvard, en Estados Unidos, Núñez ya trabajaba en esta línea. Pero fue después de volver al país que el investigador encontró evidencia significativa que confirma que la acumulación de hierro conduce a daño oxidativo y a diversas enfermedades neurodegenerativas.

Calcio en equilibrio

Cecilia Hidalgo es la primera mujer que recibe en Chile el Premio Nacional de Ciencias Naturales, reconocimiento que le fue entregado en 2006. Como directora del Centro Fondap de Estudios Moleculares de la Célula, en la Universidad de Chile, en los últimos seis años se ha dedicado a investigar un interesante fenómeno: cuando las células son sometidas a un grado importante de demanda (la que se traduce en mayor presencia de sustancias oxidativas en el entorno celular), aumenta la concentración de calcio dentro de ellas.

La investigadora señala que las sustancias oxidativas facilitan el ingreso del calcio al citoplasma. En un rango prudente, es favorable: los mayores niveles de calcio intracelular mantendrían la sinapsis entre las neuronas, permitiendo que éstas se adapten o reacomoden para aprender -lo que se conoce como plasticidad- y forjar la memoria. Ahora bien, ese mismo mecanismo se ve alterado cuando las sustancias oxidativas superan cierto umbral y se convierten en lo que los expertos definen como estrés oxidativo.



Cecilia Hidalgo y
Tulio Núñez.

Éste altera el delicado balance y termina por matar a la célula. El fenómeno se puede comparar con lo que le sucede a las personas bajo tensión: en una primera instancia, el estrés puede hacer que trabajen en forma rápida y concentrada. Sin embargo, cuando esa tensión se mantiene en el tiempo, la persona termina por ser incapaz de trabajar y concentrarse.

Los investigadores explican que en enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o el Parkinson, hay aumentos importantes en el hierro dentro de la célula, lo que a su vez provocaría un desbalance en el calcio intracelular. En la actualidad, investigan esta relación con los científicos Pablo Muñoz Carvajal, Alexis Humeres y Paola Haeger. Inyectarán en modelos animales compuestos que permitan modular el estrés oxidativo y examinar su relación con la capacidad de aprender. Los resultados permitirán consolidar conocimientos que a futuro serán claves para entender y controlar, por ejemplo, el impacto del Parkinson en la memoria y la capacidad de adaptación de quienes lo padecen.

Antioxidantes: para no exagerar

Todo en su justa medida es el prudente consejo de los bioquímicos Marco Tulio Núñez y Cecilia Hidalgo, ante una moda que avanza a pasos agigantados en Chile, y que incita a la gente a consumir cantidades exageradas de antioxidantes. De acuerdo con los investigadores, lo recomendable es que el cuerpo obtenga estas sustancias a través de una dieta balanceada, abundante en pescados, verduras y frutas, y con un consumo moderado de vino tinto.

Este consejo se basa en el conocimiento que ellos han generado sobre la estrecha relación que existe entre un necesario estado oxidativo para el funcionamiento óptimo de una célula y la generación de señales de calcio que permiten su comunicación con el entorno.

*Es este descubrimiento precisamente uno de los aportes más relevantes que ha efectuado el grupo del Fondap dirigido por Cecilia Hidalgo a la ciencia mundial, quien en la actualidad acaba de publicar un extenso artículo de revisión en la revista *Antioxidant and Redox Signaling*.*



Científicos estudian compuesto en el ají que podría atenuar reacción

Buscando las raíces neurológicas del dolor

Los tumores malignos son la segunda causa de muerte en Chile. En 2003, causaron 24% del total de muertes, según datos del INE. El dolor que la enfermedad genera agrava aún más los cuadros, siendo uno de los flancos que la ciencia está atacando. El doctor Ramón Latorre, Doctor en Bioquímica, ganador del Premio México de Ciencia y Tecnología 2007 y Premio Nacional de Ciencias 2002, busca precisamente combatir el dolor con sus investigaciones.

Su equipo estudia hoy la posibilidad de producir fármacos que contengan capsaicina, compuesto derivado del ají y que podría ayudar a reducir el dolor. Este no es sino un paso en el camino de Latorre, cuyas pioneras investigaciones sobre los canales iónicos -las vías a través de las cuales se comunican las células- le han valido el reconocimiento mundial, la colaboración con premios Nobel de

Medicina y le han permitido conectar a Chile con los centros líderes a nivel mundial.

Estudiando las puertas de la percepción

Los canales iónicos son canales formados por proteínas, verdaderas compuertas en las membranas de las células que se abren o cierran ante distintos estímulos, dejando pasar la información hacia el interior para que las células generen una respuesta. En particular, Latorre estudia el vínculo entre las neuronas, los nervios y músculos, para entender “las puertas moleculares de la percepción”.

Dado que los canales iónicos existen por miles en las membranas de las células, uno de los primeros desafíos del equipo de Latorre fue aislarlos uno por uno, trabajando con células a las que se inyectó material genético para marcar las proteínas que constituyen los canales iónicos.



Responsables del proyecto

Ramón Latorre. PhD en Ciencias con mención en Biología de la U. de Chile. Director del Centro de Neurociencias Integradas de la U. de Valparaíso.

Institución Ejecutora

Universidad de Valparaíso.

Financiamiento

Programa Fondecyt de CONICYT.

Equipo de trabajo

Oswaldo Álvarez, Francisco J. Morera, Natalia Raddatz, Ingrid Oyarzún, Marcelo Salazar, Paula Manríquez, Eduardo Rosenmann, Juan P. Castillo, Cristian Zaelzer y Luisa Soto, U. de Valparaíso.

Instituciones Asociadas

Universidad de Chile.

Así pudieron identificar estas compuertas y estudiarlas.

Hace ya cinco años, con el patrocinio del Programa Fondecyt de CONICYT, Latorre dirigió su interés a la parte de la proteína que capta el estímulo térmico del exterior. El científico descubrió que los receptores de calor no sólo se activan a 40°C sino que, además, responden a la capsaicina, componente activo del ají que incita la sensación de calor.

Considerando que los receptores de calor se sobreexpresan en muchos tipos de cáncer, como los tumores a los huesos, y el impacto del dolor reportado por los pacientes con cáncer, el científico ahora se concentra en la posibilidad de producir fármacos con capsaicina, esperando que la exposición al compuesto desensibilice a estos canales reduciendo el dolor.

El desafío es de radical relevancia. En EE.UU. un estudio del Instituto Nacional del Cáncer reveló que los gastos provocados por esta enfermedad en 2002 llegaron a US\$ 6,7 mil millones. En Chile, los cuidados paliativos y el alivio del dolor por cáncer terminal están dentro del plan Auge: en 2006, el presupuesto asignado a Fonasa para este ítem alcanzó a \$ 2,7 mil millones de pesos.

Más de ocho mil citas

El trabajo del investigador lo convierte en uno de los científicos chilenos más citados en el mundo, con más de 8.600 citas. Latorre pertenece también a los comités editoriales de prestigiosas revistas internacionales como Biophysical Journal, American Journal of Physiology, Journal of Bio-



Ramón Latorre

energetics and Biomembranes y Physiological Reviews.

No obstante, la mirada de Latorre sigue estando en el aporte a la ciencia nacional: en 2008, tras haber contribuido al desarrollo de un polo científico en Valdivia, Latorre asume el desafío de dirigir el Centro Interdisciplinario de Neurociencias de la Universidad de Valparaíso (CINV). Para el investigador, esta apuesta también es una forma de “rejuvenecer en el afán por hacer cosas nuevas”. Está convencido de que estas iniciativas ayudan profundamente a la recuperación del puerto.

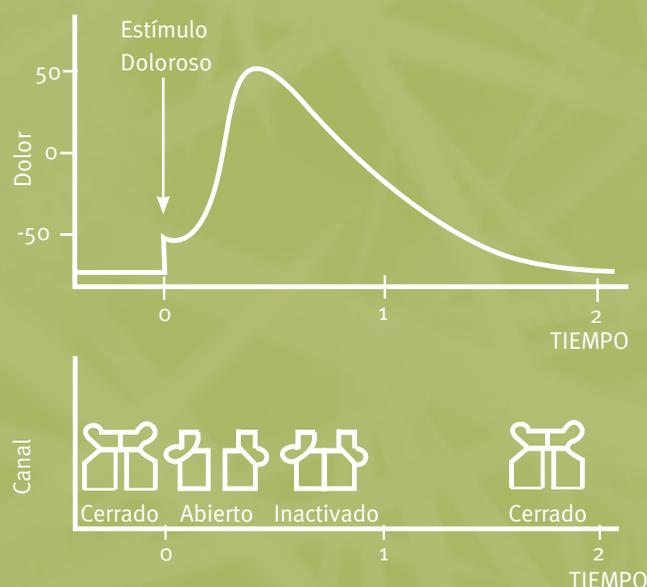
Su intención final es reorganizar el actual CINV, para luego emplazarlo en el corazón mismo de Valparaíso: la Plaza Echaurren, el lugar de encuentro de los marinos del mundo que antaño llegaban al puerto tras haber explorado los mares. Como el mismo Latorre, que desembarca con la energía y el conocimiento recogido en sus navegaciones por los océanos de la ciencia, para contribuir al desarrollo del país.

Un corazón sin dolor

Otra línea de trabajo de Ramón Latorre es el estudio de los canales iónicos de potasio activados por el calcio interno: se descubrió que este canal es el responsable de mantener el tono de los músculos lisos. Es decir, el que se refleja en arterias capaces de relajarse y que se traducen en una bajas posibilidades de sufrir un paro cardíaco.

Este canal también es receptor de estrógeno, por lo que el doctor Latorre junto con sus colaboradores estudiaron esta relación, que podría explicar que las mujeres sean menos propensas a problemas cardíacos hasta la menopausia, cuando se altera el sistema hormonal y se pierde la producción de estrógeno.

Esta línea de investigación ha constituido la base de la generación a nivel mundial de algunas drogas o fármacos como la nifedipina, que evita irregularidades en las contracciones del músculo cardíaco.



Principios activos están siendo investigados en Chile

Drogas de origen natural podrían combatir el temido mal de Alzheimer

Las enfermedades del sistema nervioso están entre los grandes enigmas para los científicos. En el caso del Alzheimer, sus costos son conocidos por las familias de los afectados: la familia gira en torno al paciente y algunos deben dejar de trabajar para cuidarlos. El sistema de salud de EE.UU. gasta cerca de US\$ 13 mil al año en un solo paciente afectado, cifra que llega a US\$ 36 mil al año en los casos más severos.

Estas son algunas de las razones por las que grandes centros internacionales investigan posibles curas. En Chile, en el Centro de Regulación Celular y Patología Joaquín V. Luco (CRCP), el destacado biólogo celular Nivaldo Inestrosa - Premio Nacional de Ciencias 2008- y su equipo investigan

el funcionamiento del sistema nervioso y, desde los 90, estudian el mal de Alzheimer, enfermedad degenerativa que produce pérdida progresiva de la memoria, causando la muerte en el mediano plazo de sus víctimas.

Su trabajo se concentra en los aspectos celulares y moleculares, realizando importantes aportes a la comprensión de los mecanismos que estimulan la formación de las placas seniles, depósitos de proteínas y material celular que atacan a las neuronas.

Un arma natural

Junto con Juan Hancke, director del Instituto de Farmacología de la Universidad Austral, con vasta experiencia



Responsable del Proyecto	Nivaldo Inestrosa. PhD en Ciencias Biológicas de la U. Católica. Director del Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP).
Institución Ejecutora	Centro de Regulación Celular y Patología Dr. Joaquín V. Luco. Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)
Institución Albergante	U.Católica
Financiamiento	Programa Fondef de CONICYT, Programa Fondap de CONICYT, Programa de Financiamiento Basal de CONICYT, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan, International Copper Association
Equipo	Rebeca Aldunate, Lorena Varela, Mary Carmen Vázquez, Claudio Allard, Waldo Cerpa, Marcela Colombres, Loreto Cuitiño, Margarita Dinamarca, Daniela Rebolledo, Jessica Scheu, Enrique Toledo, Macarena Arrazola, Ginny Farías, Catalina Grabowski y Alicia Minniti, U. Católica; Rebecca Graumann, Eliseo Campos y Juan Godoy, U. de Chile; Iván Alfaro y Sebastián Belmar, UCV; Jessica Vargas, U. de los Andes, Venezuela; Theanne Griffith, Smith College, EE.UU.

en la investigación de plantas medicinales, crearon un innovador proyecto: desarrollar un remedio natural que permitiera controlar la enfermedad a partir de la hierba de San Juan (*Hypericum perforatum*), que crece en forma silvestre en diversos lugares del mundo, incluida la zona central de Chile, y que posee propiedades antiinflamatorias y antidepresivas.

El primer paso fue purificar la hierba de algunos compuestos tóxicos y procesarla para analizar su principio activo: la tetrahidrohiperforina. La tarea fue hecha por la empresa italiana Indena. Luego, se administró este compuesto a ratones modificados genéticamente para desarrollar Alzheimer, detectándose notorias mejorías tanto a nivel del cerebro del ratón como de su conducta. Los resultados son alentadores, ya que el producto tendría doble efecto contra el Alzheimer: destruir las placas seniles y estimular la protección de las células nerviosas.

Esperanza por partida doble

Los resultados fueron publicados en 2006 en la revista *Molecular Psychiatry* y destacados por *Nature Neuroscience*, una de las principales publicaciones mundiales en la materia. El paso siguiente, explica Inestrosa, es probarlos en seres humanos, para lo cual cuentan con apoyo del Programa Fondef de CONICYT. Al ser un producto natural,



Nivaldo Inestrosa

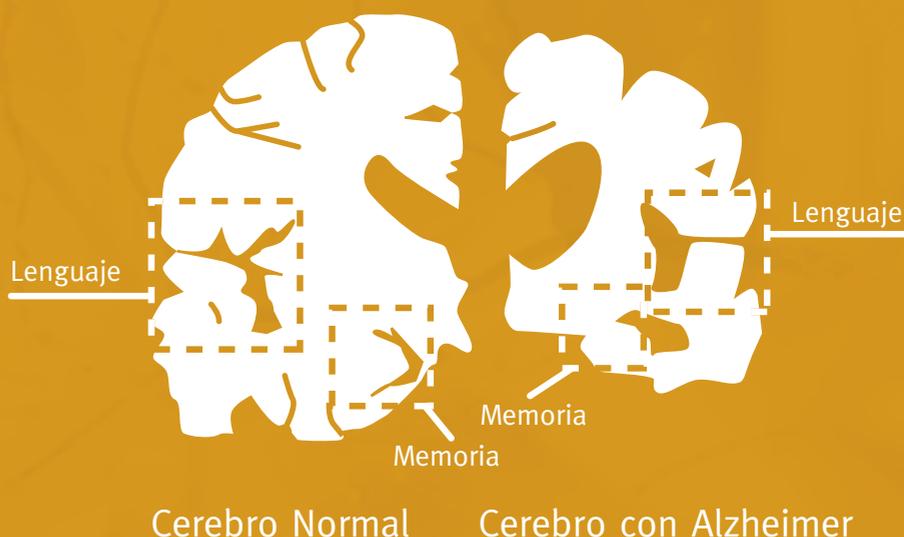
hay menos regulaciones en su estudio por parte de la Administración de Alimentos y Fármacos de EE.UU.

En tanto, otra esperanza ha surgido en la lucha contra el Alzheimer. Desde 2007, el apoyo del Programa de Financiamiento Basal de CONICYT ha permitido al CRCP estudiar la *Andrographis paniculata*, planta de la India usada por la medicina india ancestral. Se estudia su potencial impacto en enfermedades autoinmunes, como la esclerosis múltiple, el lupus o la artritis. Hasta el momento, los estudios del doctor Inestrosa evidencian resultados aún mejores que la hierba de San Juan en el tratamiento de los ratones con Alzheimer.

Una vida de investigación

El biólogo celular Nivaldo Inestrosa señala que hay grandes científicos chilenos que han estimulado la formación de nuevas generaciones de investigadores. Destaca, por ejemplo, a Federico Leighton, Eduardo Bustos, Sigmund Fischer y Joaquín Luco, entre otros. Fue en homenaje a este último académico, que Inestrosa bautizó el Centro de Regulación Celular y Patología Joaquín V. Luco, fundado en 1999 con apoyo del Programa Fondep de CONICYT.

Es en este centro donde hoy se estudian patologías como el mal de Alzheimer, que afecta en Chile a 100 mil individuos y en el mundo a más de 25 millones de personas. Tan sólo en Estados Unidos los costos directos e indirectos del mal superan US\$ 148 mil millones anuales. Las investigaciones que se realizan en el centro liderado por Inestrosa podrían arrojar una luz de esperanza para una condición en cuya comprensión se avanza, pero en la que siguen existiendo enigmas.



En Centro Fondap de Regulación Celular y Patología



Científicos estudian en ratones nuevas formas para combatir la fibrosis

La fibrosis se presenta en 45% de las muertes que ocurren en el mundo. Afecta a distintos órganos y tejidos del cuerpo, haciendo que las células sean reemplazadas por tejido fibroso que hace que los órganos se tornen rígidos y dejen de funcionar. “Es algo común que ocurre en muchos órganos, aunque con causas distintas”, explica Enrique Brandan, investigador principal del Centro Fondap de Regulación Celular y Patología de CONICYT, que investiga mecanismos para combatir esta patología que hasta hoy no cuenta con tratamiento efectivo.

El investigador señala como ejemplo habitual de fibrosis en Chile la de hígado, que resulta del consumo excesivo de alcohol o de una hepatitis: se trata de la temida cirrosis. Además, existe la fibrosis del riñón, asociada con la hipertensión, problema que afecta a 20% de los chilenos.

Otra forma se da en el corazón de quienes han sufrido un infarto, reduciendo la capacidad del músculo de bombear sangre.

Cuando los músculos fallan

Fue precisamente a través del estudio de los músculos que Brandan se volcó a combatir la fibrosis. Originalmente su trabajo buscaba comprender cómo se forman los músculos y luego, dado que ese conocimiento permitiría comprender muchas enfermedades musculares, derivó en el campo de las patologías asociadas. Una de ellas es la distrofia, que afecta a uno de cada 3.500 niños, los que se ven limitados al uso de sillas de ruedas y mueren antes de los 20 años de vida.

La fibrosis de los músculos, que se asocia con la distrofia,



Responsable del Proyecto

Enrique Brandan. PhD en Cs. Biológicas de la U. Católica. Profesor titular de la Fac. de Cs. Biológicas de la U. Católica.

Institución Ejecutora

U. Católica.

Financiamiento

Programa Fondef de CONICYT. Asociación de la Distrofia Muscular (MDA) de EE.UU

Equipo de trabajo

Carlos Vío, Cecilia Vial, Claudio Cabello-Verrugio y Daniel Cabrera, U. Católica; Juan Haencke, U. Austral.

Instituciones Asociadas

Centro de Regulación Celular y Patología “Dr. Joaquín V. Luco”. Centro Basal de Envejecimiento y Regeneración

no es la causa de muerte, pero sí tiene responsabilidad en el deterioro de la calidad de vida de quienes la padecen y es ese aspecto el que se podría mejorar con su proyecto.

Los ratones atletas

En el laboratorio del doctor Brandan, nadie descansa. Trabajan incansablemente en busca de drogas químicas y naturales contra la fibrosis. Pero quienes de verdad mojan la camiseta son un grupo de ratones modificados genéticamente para desarrollar fibrosis: se ejercitan a diario en un gimnasio especialmente habilitado que permite a los investigadores estudiar la evolución de sus músculos y el impacto de las drogas para combatir el mal.

Por ahora, el desafío es transformar estas drogas en productos al alcance de las personas mediante la generación de patentes para su comercialización. No sólo las esperanzas de los enfermos de fibrosis los respaldan, sino también el apoyo del Programa Fondef de CONICYT y una subvención entregada por la Asociación de la Distrofia Muscular (MDA) de EE.UU.

Aliviando el sufrimiento

De tener éxito, se trataría de un enfoque revolucionario. El investigador explica que su equipo investiga lo que ocurre en los músculos porque es un ámbito que dominan y cuentan con un buen modelo para el estudio: los atléticos ratones. Además, las moléculas que gatillan la fibrosis son

Enrique Brandan



las mismas en todos los órganos afectados: los avances se aplicarían por ende a todas las fibrosis.

El impacto potencial de estas investigaciones es enorme. En Australia, la atención de los 3.500 pacientes con distrofia muscular llega a US\$ 1 mil millones anuales. Si se suma la pérdida de productividad y el tratamiento, cada persona afectada necesita cerca de US\$ 93.000, y si se considera la pérdida de calidad de vida, asciende a US\$ 307 mil anuales.

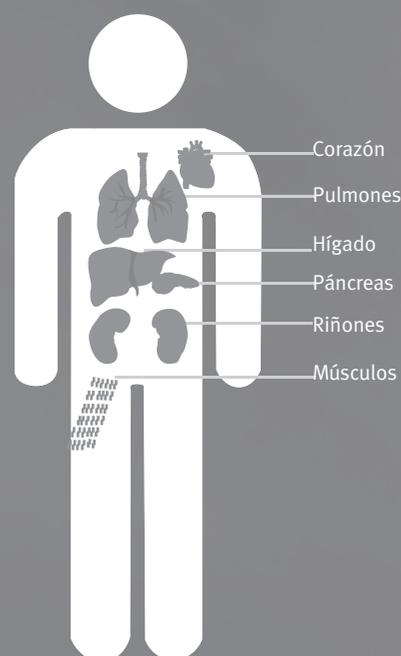
Una vocación de servicio confirmada

Cuando aún estaba en el colegio, Enrique Brandan y su amigo Aldo, en un improvisado experimento, intentaron esterilizar frascos de vidrio en una olla a presión. El resultado no fue el esperado, pero -aunque provocaron serios destrozos en el laboratorio de Química- la experiencia da cuenta del temprano y explosivo interés por la ciencia de Brandan.

No obstante, dudó si quería dedicar el resto de su vida a trabajar como científico. Por ello, al obtener su Licenciatura en Biología Brandan comenzó a trabajar como investigador asociado. "Quería lavar matraces o lo que fuera, para ver cómo era hacer ciencia de verdad", explica. Este camino lo llevó a la Universidad de Vanderbilt, en EE.UU., un período de gran sacrificio personal, pero que le permitió constatar que la ciencia le gustaba.

Desde entonces su carrera ha sido meteórica. A su regreso a Chile realizó un doctorado en la Universidad Católica y en EE.UU. hizo el postdoctorado. Al cabo de dos años y pese a tener una importante oferta para radicarse en Norteamérica, volvió a Chile ya que -como egresado de la educación superior gratuita- "sentía que le debía algo a mi país". Una decisión que sus estudiantes agradecen, ya que el profesor Brandan ha sido elegido en dos ocasiones como "el mejor académico" por la Federación de Estudiantes de la Universidad Católica.

Fibrosis más comunes en Chile



Atacando a la segunda causa de muerte en Chile

Un golpe directo al cáncer

Una triste enfermedad, que en gran parte de los casos tiene un desenlace fatal: el cáncer es la segunda causa de muerte en Chile. El año 2003, fue responsable del 24% del total de las muertes, según INE. Datos de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile revelan el aumento de la incidencia: en 1980, 98 pacientes morían por cada 100 mil habitantes, cifra que en 1998 llegó a 119 muertos por cada 100 mil. Este aumento es el más alto entre las todas las enfermedades en Chile.

A estos sombríos datos se suman los altísimos costos de la enfermedad: estimaciones de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de Estados Unidos señalan que en 2003 se gastaron US\$ 190 mil millones en la enfermedad, de los cuales US\$ 64 mil millones correspondieron a costos médicos directos.

Desde fines de los 80, el cáncer ha sido el centro del trabajo científico de Alfonso González, doctor en Biología de la Universidad Católica, quien estudia la interacción de las células -específicamente de sus paredes y los elementos que las componen- con el medio o entorno.

Nuevas terapias del cáncer

Para hacer frente al cáncer, uno de los procedimientos estándar es la radioterapia, que daña el material genético (ADN) de la célula tumoral y la lleva a una fase de apoptosis, es decir, muerte celular programada. Este tratamiento tiene fuertes efectos negativos en las células sanas y en el resto del organismo.



Responsable del Proyecto	Alfonso González. PhD en Ciencias Biológicas, mención en Biología Celular, U. Católica. Investigador del Centro de Regulación Celular y Patología.
Institución Ejecutora	Centro Joaquín V. Luco de Regulación Celular y Patología.
Financiamiento	Programa Fondap de CONICYT. Programa de Financiamiento Basal de CONICYT Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
Equipo	Marcela Bravo, Claudia Metz, Andrea Soza, Jorge Cancino, Carolina Otero, Gisela Reinshisi, Mariana Labarca, Carolina Torrealba, Juan Jung, Priscila Cortes, Evelyn Pardo, Claudia Oyanadel, Fabián Segovia, Claudio Retamal y Juan Carlos Valenzuela, CRCP.
Instituciones Asociadas	Centro de Envejecimiento y Regeneración, Universidad Católica



Alfonso González

Las nuevas terapias contra el cáncer buscan atacar específicamente a la célula maligna, dejando intactas a las células sanas. González busca controlar los receptores en las células que responden al factor de crecimiento. Las células leen los cambios que ocurren en su entorno a través de los llamados receptores, que se ubican en las paredes celulares y que funcionan como verdaderas cerraduras. En los tumores, el funcionamiento de estos receptores se ve

alterado. El factor de crecimiento, sustancia que -como una llave- se conecta con el receptor, ordena a las células crecer, dividirse y proliferar en forma desmedida.

En los fundamentos de la estrategia de González está el hecho de que la célula tumoral, literalmente, se hace adicta a las señales del factor de crecimiento. La apuesta es bloquear a los receptores de dichas señales para que el tumor muera mediante dos tipos de drogas genéricas: un fármaco bloquearía la capacidad del receptor en las paredes de las células malignas de acoger estas señales; el otro bloquea la señal que emite el receptor y que hace que en el entorno celular aumente el factor de crecimiento. Hasta el momento, los resultados clínicos han mostrado 30% de efectividad.

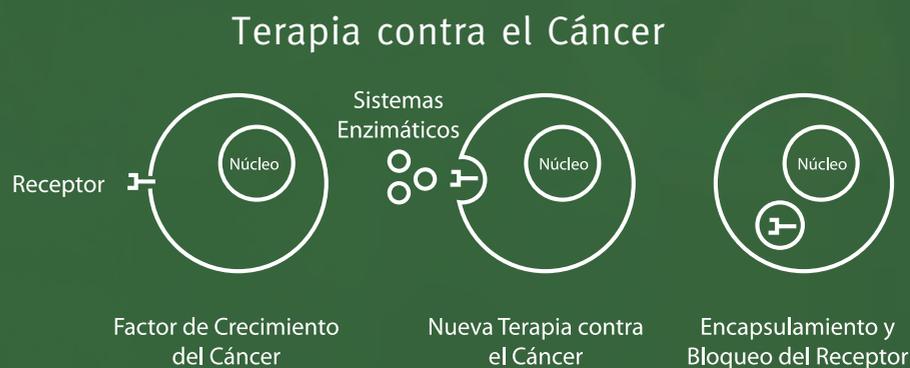
El investigador, además, descubrió una forma de mover el receptor de la superficie de la célula hacia el interior de la misma. Esto implica bloquear la señal del receptor mediante un mecanismo inédito. Tal como dice el destacado científico, es como hacer que la célula se “trague” el receptor, inhibiendo la capacidad del tumor de seguir creciendo y reduciendo, potencialmente la capacidad del mismo de resistir y mutar.

Revelando los misterios de la superficie celular

Es en la superficie celular donde se manifiestan la mayoría de las alteraciones que dan origen a enfermedades tan variadas como el cáncer, la aterosclerosis y la psicosis. Es por ello que resulta vital entender los mecanismos que dirigen el tráfico de señales hacia y dentro de la célula. Esto se logrará estudiando la composición proteica de la superficie celular y sus reacciones ante sustancias llamadas agentes o factores, que entregan sus mensajes a los receptores o proteínas, provocando los cambios en las células.

Este conocimiento se podrá aplicar al estudio de los problemas del sistema inmune, especialmente cuando reacciona de forma anormal contra el propio organismo. Esto ocurre en enfermedades tan incapacitantes como el lupus eritematoso sistémico y la artritis reumatoidea.

La literatura científica aportaba evidencia de que, en el caso del lupus, existía una proteína que se instalaba en la superficie celular y que desencadenaba una serie de efectos que hacían que el paciente tuviese alto riesgo de desarrollar psicosis. Sin embargo, el equipo de



González descubrió que se trataba de otra sustancia la que actuaba como receptora de dichos cambios.

Hoy prueban sus hallazgos en ratas, a las que inyectan anticuerpos de los enfermos de lupus, observándose una alteración

inmediata de los mecanismos cognitivos. Con ello esperan encontrar la vía para inhibir esa acción y reducir los devastadores efectos de una enfermedad de por sí catastrófica.

70 Historias exitosas de Innovación y Ciencia

