

04 / MAYO 2015

CHILE TIENE SU **CIENCIA**

Una Revista **Explora CONICYT**

Tecnología a rayos:
**Los nuevos caminos
de la luz**

Salud

Regeneración
de la piel por
fotosíntesis

Letras

La luz en la
literatura

Conflicto

Estudiar la
convivencia

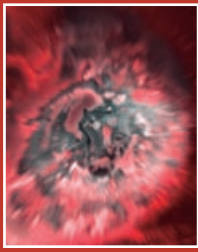


CONICYT
Ministerio de
Educación

Gobierno de Chile

explora

Un Programa CONICYT



Fotografía portada: Fernán Federici

Chile tiene su ciencia

Edición nº4

Publicado en mayo 2015

Una publicación del Programa Explora CONICYT

(Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica)

ISSN 0719-4951

Contacto

Explora CONICYT
Moneda 1375, Santiago, Chile
(56) 22 365 4573

Suscripciones

Envíanos tus datos a explora@conicyt.cl

Edición general, desarrollo de contenidos, diseño y producción

Programa Explora CONICYT

Equipo editorial

Subdirectora: Natalia Mackenzie

Editora: Johanna Ortiz

Coordinadora y redactora: Mariana Ramírez

Ilustraciones e infografía: Karina Cocq

Diseño: Jeannette Zárate

Fotografía: Maglio Pérez

Coordinación diseño: Fernando Espejo

Impresión: RR Donnelley Chile

Se autoriza la reproducción parcial o total de los contenidos para fines no comerciales citando la fuente.

 [Youtube.com/exploraconicyt](https://www.youtube.com/exploraconicyt)

 [@exploraconicyt](https://twitter.com/exploraconicyt)

 [Facebook.com/exploraconicyt](https://www.facebook.com/exploraconicyt)

www.explora.cl

[3] **EDITORIAL**

[4] **REPORTAJE**

Los nuevos caminos de la luz

[8] **INFOGRAFÍA**

Una jornada de luz

[10] **COLUMNA**

• Jorge Toledo Hernández: El microscopio ilumina el conocimiento

• Mariella Rivas: Microalgas: nuestras pequeñas salvadoras

[12] **VITRINA**

• Explora tu región

• Lugares de ciencia: Patrimonio Científico y Tecnológico de Santiago

• Las aventuras de Ruka y los Tesoros del Mar

• Ciencia entretenida en formato Cómic

• Planeta Reptil: plataforma web que fomenta el aprendizaje de estas especies

[18] **ENTREVISTA**

María de las Nieves Alonso Martínez: "La luz es una gran metáfora de la humanidad"

[20] **PERSONAS DE CIENCIA**

• Roberto Rebolledo Berroeta: "Estamos en permanente interacción con la naturaleza"

• Anita Rojas Rodríguez: "Me interesan las preguntas por su sola naturaleza"

[24] **REPORTAJE**

Encandilados

[26] **CENTROS DE INVESTIGACIÓN**

• COES: En busca de la convivencia

• CIDERH: Tras las huellas del agua

La ciencia tiene su juego.

Suplemento de actividades para trabajar en familia



Natalia Mackenzie Felsenhardt
Subdirectora Programa Explora CONICYT

La luz que nos mueve

La luz está en todas partes. Es vida, es información, es arte e historia. El desarrollo alcanzado por la humanidad no habría sido posible en ausencia de ella, ni tampoco la vida como la conocemos hoy. Desde el surgimiento de la fotosíntesis como proceso bioquímico para obtener nutrientes esenciales, hasta la propia conformación de nuestra atmósfera, la luz ha acompañado nuestra evolución desde siempre, de manera esencial e inspiradora.

El Programa Explora CONICYT se ha sumado a la declaración de la UNESCO por un Año Internacional de la Luz, tema que orienta nuestro trabajo por divulgar la ciencia durante 2015. Porque CONOCER ILUMINA, en la medida que todos y todas nos apropiemos del rol que tiene la luz en nuestras vidas podremos entender mejor nuestro entorno y la ciencia que hay detrás de la naturaleza.

Si reflexionamos acerca de las numerosas utilidades que entrega la luz al servicio de la humanidad, notaríamos que la ciencia y la tecnología giran constantemente en torno a ella. Por ejemplo, juega un papel fundamental para el funcionamiento del metabolismo del cuerpo humano, regulando los ciclos de luz y oscuridad en

nuestro cerebro a través de lo que se conoce como ritmo circadiano. O en el campo de la astronomía, donde gracias a ella se ha logrado descifrar la distancia, movimiento, densidad, temperatura y composición química de diversos cuerpos celestes.

La luz se ha convertido en un gran motor de nuestra civilización y para valorarla es necesario que seamos responsables de fomentar su cuidado. La eficiencia energética ha de ser una de nuestras grandes dedicaciones, así como también lo debe ser la toma de conciencia sobre el cuidado de nuestros cielos para evitar la contaminación lumínica y favorecer la observación astronómica.

En esta edición se plasma el interés científico y tecnológico por utilizar la luz como fuente de vida y desarrollo. Compartimos con ustedes pasiones de científicos chilenos abocadas al mismo fenómeno que enamoró e inspiró a Albert Einstein, les presentamos tecnologías de luz que cambian vidas, y los invitamos a dejarse sorprender por los rayos que irradian sobre el conocimiento y la creatividad humana. 👁

Los nuevos caminos de la luz

Computadores ultra veloces, microscopía en alta definición, energía limpia, tratamiento del cáncer. No importa la técnica ni el rubro; la luz está ahí, protagonista, liderando las tecnologías que nos están cambiando la vida.

“Durante el resto de mi vida, quiero reflexionar sobre qué es la luz”, manifestó Albert Einstein tras haber completado su Teoría General de la Relatividad. Y así lo hizo. El genio alemán dedicó años a entender la naturaleza del espectro electromagnético, atrapado por las enormes posibilidades que veía ante sus ojos.

Sus estudios dieron frutos. Gracias a lo que él y otros científicos descubrieron, se ha podido utilizar la luz para favorecer campos tan diversos como la microscopía, la transmisión de información, la salud e incluso la generación de energía. Al parecer, “el siglo XXI será el siglo del fotón, así como el siglo XX fue el siglo del electrón”, como lo predice la Plataforma

Tecnológica Europea Photonics²¹. “Todo lo que revolucionó el mundo en el siglo XX -el desarrollo de la electrónica, de los transistores- fue gracias al uso del electrón. Se espera que en el futuro los fotones reemplacen a los electrones en los procesos asociados a la información”, resume Carlos Saavedra, director del Centro de Óptica y Fotónica (CEFOP) Centro Basal Financiado por Conicyt a través de su Programa PIA y profesor del Departamento de Física de la Universidad de Concepción.

Para comprender la magnitud de esta afirmación hay que entender primero cómo funciona la transmisión de datos. En la actualidad, la fibra óptica permite enviar información a cualquier parte del mundo bajo la forma de luz (fotones). Sin

embargo, una vez que ésta llega a un computador, se transforma en corriente eléctrica (electrones).

“La idea es que este paso no exista. En la futura computación óptica no habrá transformación a corriente eléctrica y los procesos internos serán solo con luz” asegura Saavedra, quien califica el sistema actual como “híbrido”. “Hoy usamos fibras ópticas pero siempre hay un cuello de botella que en algún momento colapsa. Es cuando pasamos de luz a electrones”.

Cambiar la electricidad por luz significaría un aumento en la velocidad de transmisión, una mayor eficiencia en el almacenamiento de datos y una comunicación más segura gracias a nuevos sistemas de encriptación. En teoría, los computadores ópticos serían extremadamente más rápidos que los que usamos hoy. Ahora bien, estos nuevos sistemas todavía están en pañales y nos queda sistema híbrido “por un largo tiempo”.

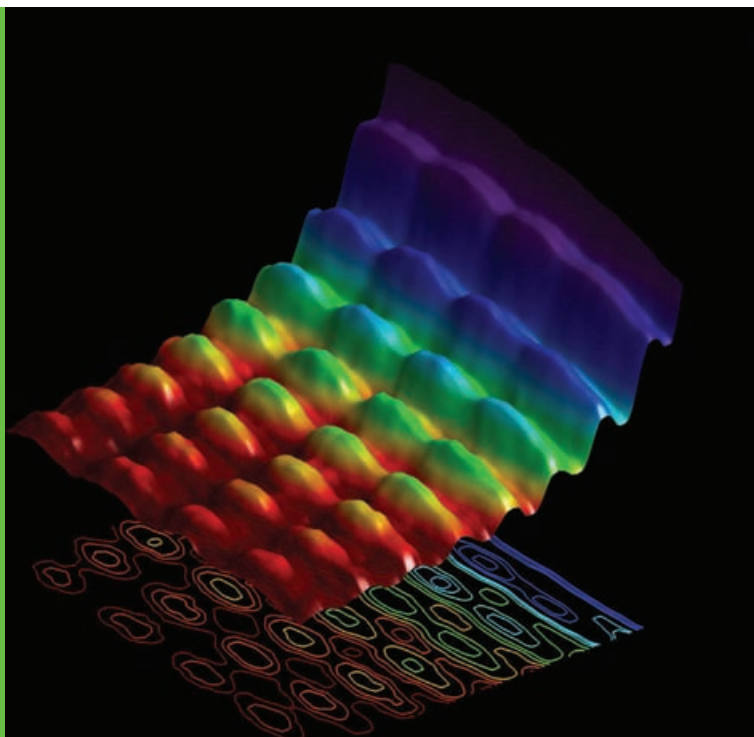
FOTÓN: LLAMADO ORIGINALMENTE POR EINSTEIN COMO “CUANTO DE LUZ”, DESCRIBE A LA PARTÍCULA ELEMENTAL DE LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA O, LO QUE ES LO MISMO, LA PARTÍCULA MÍNIMA DE LA ENERGÍA LUMINOSA.

Diga “luz”

Hasta el siglo XX, los científicos no sabían que la luz se comportaba a veces como partícula y otras como onda. Fue el físico francés Louis-Victor de Broglie quien enunciara esta propiedad en 1924, basándose en los trabajos de Albert Einstein y Planck. Esto sentó las bases de la mecánica cuántica y supuso un importante avance en el conocimiento de la naturaleza de la luz.

Desde entonces, los científicos han tratado de observar estas dos propiedades simultáneamente. Este año lo consiguieron. Investigadores de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (EPFL), Suiza, lograron captar la primera instantánea de este comportamiento dual. Este es el resultado.

El momento en que la luz se comporta como onda y partícula. }
CRÉDITOS: Fabrizio Carbone/ EPFL 2015.



Un mundo nano

En 1873, el físico y óptico alemán Ernst Abbe notó que la microscopía tradicional no podría observar estructuras de tamaño inferior a los 0,2 micrómetros (200 nanómetros). La difracción de la luz era un obstáculo, de manera que los científicos solo podían examinar células humanas, bacterias y algunas estructuras como las mitocondrias.

“Los microscopios ópticos avanzaron lentamente durante varias décadas, porque tienen un límite de resolución”, explica Saavedra, que en el CEFOP cuenta con una línea de trabajo en microscopía.

Para lograr una mayor resolución, los investigadores hicieron uso de microscopios electrónicos. En estos casos se debe realizar una preparación de las muestras, que entre otros pasos requiere cortarlas en piezas muy finas. Como resultado, lo que se observa está muerto.

Con el tiempo se desarrollaron numerosas técnicas para traspasar el límite tradicional de la microscopía. Uno de los mayores logros vino de parte de quienes en 2014 obtuvieron el Nobel de Química por torcerle la mano al enunciado de

Abbe. Los estadounidenses Eric Betzig y William E. Moerner y el alemán Stefan W. Hell desarrollaron una nueva técnica que permite estudiar las partes más pequeñas de células vivas: sus moléculas.

Para hacerlo implementaron el uso de moléculas fluorescentes. Hell desarrolló en 1994 el método microscópico de reducción por emisión estimulada (STED, por sus siglas en inglés), en el que se usan dos rayos láser: el primero estimula la fluorescencia de la muestra biológica, mientras que el segundo apaga todo brillo circundante, excepto el emitido por volúmenes nanométricos. Así se alcanza una resolución de 20 nanómetros, 10 veces más pequeño que en un microscopio tradicional.

Tres años después de lo establecido por Hell, William E. Moerner identificó la proteína verde fluorescente (GFP), como un sistema adecuado para funcionar en esta nueva técnica de microscopía. En 2006, Betzig unió el trabajo de sus precursores: usó diferentes moléculas fluorescentes y superpuso las imágenes registradas, consiguiendo así una fotografía en alta resolución.

Estos trabajos han permitido ver lo que ocurre en las células vivas en tiempo real, lo que constituye una poderosa herramienta para estudiar enfermedades como el Alzheimer, el Parkinson, o el Huntington, así como el análisis de los procesos cognitivos del cerebro.

“Podemos observar detalles a un nivel de resolución que era difícil imaginar en sistemas biológicos vivos”, explica Saavedra. “Durante mucho tiempo, la biología ha sido una ciencia de grandes números. Estos avances han permitido ir hacia la biología cuantitativa a nivel de individuos, y entender fenómenos a partir de eso”.

Y reflexiona: “Ahora se piensa nuevamente que estamos llegando a un límite de resolución. Tenemos ideas que estamos explorando en este sentido: quisiéramos iluminar sistemas biológicos vivos con infrarrojo, y lograr la resolución que otorga el ultravioleta profundo, pero sin el daño que causa este ultravioleta. Entendemos que es posible”. Y adelanta: “La microscopía es un campo que nos va a llenar de sorpresas”.



Filamentos del citoesqueleto (vimentina) vistos mediante microscopía fluorescente. CRÉDITOS: Stefan W. Hell, División de Nanoscopia Óptica, Centro Alemán de Investigación Oncológica (DKFZ)

Luz contra el cáncer

La terapia fotodinámica está abriendo un nuevo camino en el tratamiento contra el cáncer. Utilizada actualmente para tratar carcinomas superficiales de la piel, algunas lesiones precancerosas e incluso el acné, esta terapia combina el uso de un medicamento fotosensibilizador y un tipo particular de luz que activa la destrucción de las células malignas.

De momento, se usa para aliviar los síntomas del cáncer de esófago y el cáncer de pulmón en determinados casos, pero las investigaciones en curso apuntan a evaluar su efecto en los cánceres de cerebro, piel, próstata, cuello uterino y cavidad peritoneal.

Fusión láser



Cámara donde se colocan los objetivos a los que apunta el láser. CRÉDITOS: NIF

En California, Estados Unidos, se ubica uno de los centros de investigación nuclear más grandes del mundo. Se trata del Complejo Nacional de Ignición o NIF (National Ignition Facility), que tiene por finalidad obtener energía a partir de la fusión nuclear controlada.

Desde que se comenzó a construir en 1997, el NIF ha trabajado para desarrollar un sistema láser que produzca energía de la misma forma que las estrellas: mediante fusión láser nuclear sostenible. Para ello, cuenta con un centro gigantesco: su edificio principal, con una superficie equivalente a tres canchas de fútbol, aloja 192 sistemas láser. Estos disparan hacia una bolita de hidrógeno para comprimirlo lo suficiente como para convertirla en helio. Este proceso libera un exceso de energía, es decir, generará un pequeño Sol en forma controlada.

Si se comprueba la factibilidad de la fusión láser, las posibilidades a desarrollar serían enormes. Una de las aplicaciones más importantes sería la generación de energía eléctrica de forma casi inagotable, limpia y segura.

Más información: <https://lasers.llnl.gov/>

Alumbrar la salud

Los ratones habían sufrido accidentes cerebrovasculares varios días antes y las consecuencias eran previsible. Entonces, investigadores de la Universidad de Stanford estimularon las células nerviosas de la corteza motora de los roedores mediante el uso de una fibra óptica implantada en esa región. Es decir, activaron sus cerebros con luz.

El resultado, difundido el año pasado, fue llamativo. Los ratones tratados con este método mostraron una recuperación significativamente mayor en la capacidad motora que los que no fueron intervenidos.

Esta técnica, conocida como optogenética, fue declarada en 2010 "Método del Año" por la revista de investigación Nature Methods. Tal como sugiere su nombre, combina procedimientos ópticos y genéticos para controlar, de manera precisa y durante el tiempo exacto, eventos específicos en ciertas células vivas.

Andrés Chávez, director del Núcleo Milenio de Enfermedades Neuropsiquiátricas (NU-MIND) y profesor e investigador adjunto del Centro Interdisciplinario de Neurociencias de

Valparaíso, de la Universidad de Valparaíso, detalla: "La optogenética utiliza la luz para estimular proteínas o sensores moleculares específicos llamados canales de rodopsinas que naturalmente se encuentran en organismos unicelulares, pero que gracias a modificaciones genéticas pueden ser introducidas en neuronas específicas de nuestro sistema nervioso central".


Esta precisión es importante. Si bien existen técnicas de estimulación eléctrica del cerebro, estas activan todos los tipos de células en el área, lo que puede causar efectos no deseados. En la optogenética, en cambio, se usa luz para activar una proteína específica.

"Estas proteínas sensibles a la luz permiten estudiar cómo ciertas neuronas se comportan "in vivo" y contribuyen a mantener un equilibrio necesario para generar nuestras conductas", explica Chávez, y cuenta que las posibilidades son enormes: "Gracias a la optogenética se ha podido restaurar la visión perdida o dañada en modelos experimentales. Esta técnica también ha sido utilizada en algunos estudios para controlar la epilepsia o para modificar patrones asociados a ciertas conductas. Es de

esperar que a futuro pueda tener mayor relevancia en el tratamiento o cura de ciertas enfermedades que nos afectan".

Los hallazgos obtenidos en Stanford, por ejemplo, podrían servir para identificar los circuitos cerebrales involucrados en la recuperación de accidentes cerebrovasculares y dar paso a nuevas terapias clínicas.

Por mientras, los campos de investigación con esta técnica siguen abiertos. En Valparaíso, Chávez estudia algunas aplicaciones: "esperamos utilizar la técnica de optogenética para evaluar el comportamiento individual de ciertas neuronas en sitios específicos de nuestro cerebro, tanto en condiciones normales como en ciertas patologías como la ansiedad, el estrés crónico o la depresión. Con ello, quisiéramos contribuir a comprender las bases neurobiológicas de algunas de las enfermedades neuropsiquiátricas más comunes de nuestra sociedad".

Como se ve, la luz se ha convertido en una herramienta poderosa para los científicos alrededor del mundo, y su protagonismo está lejos de acabarse. 

Una **jornada** de **luz**

No importa si estamos despiertos o dormidos. Si caminamos por un parque o estamos al interior de la oficina. La luz está presente en todas nuestras actividades cotidianas, de la manera más sutil hasta la más evidente, acompañándonos con su energía.

Una sonrisa al despertar

Recibir algunos minutos de luz solar al día es fundamental para nuestra salud. No solo permite la síntesis de vitamina D que el cuerpo requiere, sino que además ayuda a secretar melatonina y serotonina, las hormonas responsables del ciclo de sueño y del estado de ánimo, respectivamente.

Las compras del mes

Cada vez que pagamos en el supermercado, el láser entra en nuestras vidas. El código de barras del producto que estamos adquiriendo es leído por un haz de luz roja que transmite la información y el precio al computador del cajero.

Luz para sanar

Los rayos láser han significado una revolución en el campo de la medicina. Estos permiten realizar procedimientos quirúrgicos con menor riesgo y se han convertido en una importante herramienta en operaciones a la vista, intervenciones odontológicas y tratamientos de cálculos renales.

Vida espiritual

El Sol ha sido protagonista de múltiples culturas en nuestro planeta. En algunas mitologías fue venerado como un dios: para los incas, era Inti; para los griegos, Helios. En Egipto, su poder fue asociado a distintas deidades, aunque Ra se transformó finalmente en el gran portador del disco solar.

Ese paseo cotidiano

Todo el oxígeno que respiramos proviene de las plantas verdes. Durante la fotosíntesis ellas utilizan luz solar para romper la molécula de agua (H_2O) y obtener así sus nutrientes. El hidrógeno (H) se separa del oxígeno (O), que es liberado a la atmósfera.

Los astros a lo lejos

El astro más cercano a la Tierra se llama Próxima Centauri, y se encuentra a cuatro años luz de distancia. No es visible para el ojo humano, así es que debe ser estudiado en un observatorio, al igual que miles de otras estrellas. En este aspecto, Chile tiene una importante ventaja: es el país con más observatorios en el mundo, lo que le ha permitido hacer importantes descubrimientos del Universo.

Prender la luz

La iluminación representa una cuarta parte del consumo mundial de electricidad. Por eso, la diferencia entre una bombilla incandescente y otra LED es fundamental: esta última dura hasta cien veces más, reduce las emisiones de CO2 en 80% y no genera calor, entre otros beneficios.

Protagonista del arte

La iluminación ha sido uno de los pilares en la arquitectura, fotografía, escultura y arte en general. Basta ver algunas pinturas para entender el poderoso rol simbólico y compositivo que ha tenido la luz: los dramáticos claroscuros de Caravaggio o las luces impresionistas de Monet son solo dos ejemplos de una larga historia.

Mandar un mail

Hablar por celular o usar el computador son acciones posibles gracias a los delgados cables de fibra óptica que unen a los distintos continentes, y por donde viaja la luz que lleva nuestra información.

Interferencia estelar

No suena ni huele mal, pero es dañina. La contaminación lumínica es la emisión de luces innecesarias que satura nuestros cielos y nos impide ver las estrellas. Poco conocida, impacta nuestra salud, el medio ambiente, la economía, la astronomía y el tráfico aéreo y marítimo.

El **microscopio** ilumina el conocimiento

La luz ha sido protagonista de tecnologías revolucionarias y fascinantes descubrimientos científicos a lo largo de la historia de la humanidad, pero la microscopía es, sin duda, una de sus aplicaciones más relevantes del último tiempo.

Es cierto: gracias a la luz hemos experimentado el mundo en múltiples dimensiones. Los fotones que nos llegan desde el espacio nos permiten observar el universo, y la transgresión de la realidad por medio de las artes visuales convierten a la luz en la expresión de profundos pensamientos emocionales y filosóficos, liberando toda nuestra imaginación.

Hemos descubierto en la luz lo macro, es cierto, pero también lo micro. Hoy es posible maravillarse con la complejidad de la estructura de las neuronas o con los mecanismos que permiten su comunicación, ver la división celular observando molécula por molécula la duplicación del material genético o, a una escala mayor, observar cómo una única célula tiene la información para formar un organismo completo. El microscopio revela mundos cada vez más complejos para el entendimiento humano, dejando a este curioso aparato en el centro del conocimiento científico.


Algo que me parece profundamente fascinante es la noción de que lo racional está íntimamente ligado a lo que podemos “ver” y, en consecuencia, a la luz. Es extremadamente difícil entender algo “real” en lo abstracto y de esta manera la luz ha construido el conocimiento. Hasta antes del microscopio, las bacterias que causan tuberculosis y cólera eran solo teorías a debatir, y cualquier norma sanitaria para evitarlas no era más que un acto de fe.

Cuando investigamos los mecanismos biológicos al interior de una célula, tenemos la convicción de que al observar las diferentes formas de su membrana, de su esqueleto, de su manera de moverse y relacionarse con otras, comprendemos en parte cómo funcionan los organismos vivos, cómo se desarrollan y por qué se enferman. En nuestro laboratorio utilizamos los más modernos microscopios para ver estos detalles al límite de la resolución en el espacio, en el tiempo y en el espectro visible. Solo gracias a la profunda comprensión de los procesos de la luz ha sido posible que superemos las barreras ópticas y logremos romper los límites de resolución.



Jorge Toledo Hernández
Doctor (c) en Ciencias, mención biología celular molecular y neurociencias

Gestión de Investigación
Facility for Advanced Imaging and Microscopy (FAIM)
Universidad de Chile

La luz ha combinado la física del láser, la química de proteínas fluorescentes y la óptica de microscopios para responder las preguntas más fundamentales de la biología y la medicina, logrando aunar distintos campos científicos en un propósito único, y develando la hermosa naturaleza invisible que existe en el micromundo. 

“Solo gracias a la profunda comprensión de los procesos de la luz ha sido posible que superemos las barreras ópticas y logremos romper los límites de resolución”.

Microalgas: nuestras pequeñas salvadoras

Desconocidas para la mayoría de las personas, las microalgas son vegetales microscópicos sin los cuales sería imposible nuestra sobrevivencia en la Tierra. Invisibles a simple vista, se alimentan de la luz y son responsables de una serie de condiciones que requerimos en nuestro día a día.

Estos organismos unicelulares son muy abundantes en los océanos, lagos, lagunas, ríos, salares, glaciares, etc. Generalmente cuando hay muchísimas células podemos ver sus colores, que van desde el rojo (*Porphyridium* sp.), café (*Prorocentrum* sp.) naranja (*Dunaliella salina*), azul-verdoso (cianobacterias), hasta el verde más intenso (clorofitas).

Dentro de sus múltiples cualidades, las microalgas sirven como fuente de alimento, son responsables del 40% de la producción primaria y son la base de la cadena trófica en todos los océanos del mundo. También son producidas y cultivadas en empresas acuícolas para alimentar a moluscos, peces y otros organismos en empresas de cultivo, ya que son ricas en proteínas, carbohidratos, ácidos grasos (omega-3 y omega-6), antioxidantes y pigmentos, entre otros.

Ellas actúan como pequeñas fábricas celulares que obtienen su energía de la luz (energía lumínica). Poseen "atrapadores de luz" compuestos por pequeñas antenas o complejo-antena que contienen pigmentos como

"Las microalgas producen el 50% del carbono generado en la Tierra y ayudan a regular el contenido de oxígeno y CO₂ presente en la atmósfera"



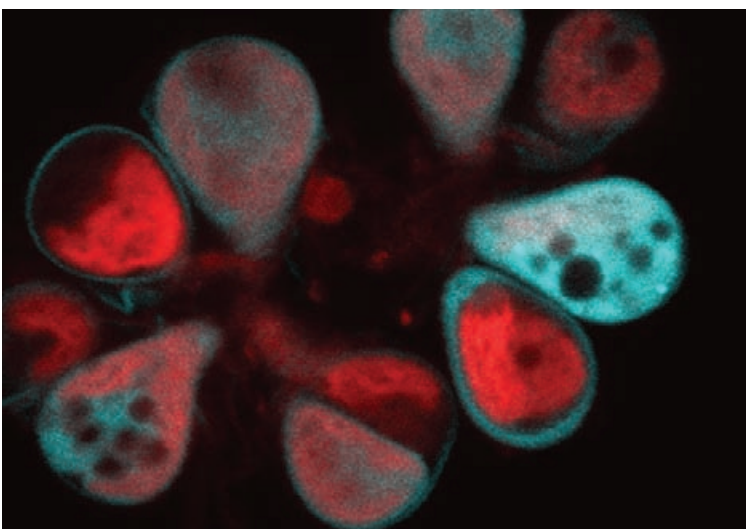
dentro de estas células (ácidos grasos, pigmentos, etc).

Las microalgas, además, son responsables de la producción del 50% de carbono total generado en la Tierra, aunque no es su única importancia biológica. También y gracias a la fotosíntesis, ayudan a regular el contenido de oxígeno y CO₂ presente en la atmósfera, colaborando en el control del efecto invernadero, las lluvias ácidas y el mantenimiento de la capa de ozono.

La fotosíntesis oxigénica, que es la que realizan plantas, algas y microalgas es la responsable de la aparición del oxígeno en nuestra atmósfera hace miles de años y, por tanto, todas las formas de vida dependen directa o indirectamente de la luz y de la fotosíntesis como fuente de energía para su crecimiento y desarrollo.

En síntesis, podemos decir con toda certeza que le debemos la vida a las microalgas. Literalmente. 👁

clorofilas y carotenoides que reciben los fotones de luz provenientes del sol o "quantos", y que más el dióxido de carbono (CO₂), agua y minerales, son capaces de transformar esta energía lumínica en energía química, generalmente en glucosa (hidratos de carbono), es decir, azúcar. Esta glucosa finalmente es transformada a diversos compuestos




Fotografía: Gentileza de Laboratorio de Biotecnología Algal y Sustentabilidad. Universidad de Antofagasta & CICITEM.

Explora tu región

Esta serie de microprogramas documentales muestra experiencias donde el uso de tecnologías o del trabajo científico ha ayudado a resolver problemas locales. Se exhiben experiencias para dos regiones: en Atacama se abordan temas relacionados con la escasez hídrica y las oportunidades que ofrecen los Parques Nacionales al desarrollo de la ciencia, tecnología, conservación y cuidado de los ecosistemas. En La Araucanía, en tanto, se presentan usos locales de energías renovables no convencionales.




Esta iniciativa fue desarrollada durante el año 2014 por el Programa Explora CONICYT y los Gobiernos Regionales de Atacama y de La Araucanía, y financiada a través del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional (FIC-R). 

Encuétrala en la sección **Recursos Audiovisuales**/Series en www.explora.cl

Lugares de ciencia Patrimonio Científico y Tecnológico de Santiago

“Lugares de Ciencia” es un sitio web que, mediante diversos recursos multimedia, rescata 31 lugares de Santiago donde ocurrieron grandes avances científicos y tecnológicos durante los siglos XIX y XX.

Este proyecto busca acercar la historia de la ciencia y la tecnología a través del legado material y de la influencia que tiene en la vida cotidiana, económica, política y social. Para ello, se presenta la información en torno a seis ejes temáticos: energía, comunicaciones, territorio, salud, industria y transporte.

La iniciativa es un producto Explora CONICYT de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, desarrollado por la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Andrés Bello. 


<http://lugaresdeciencia.cl/>



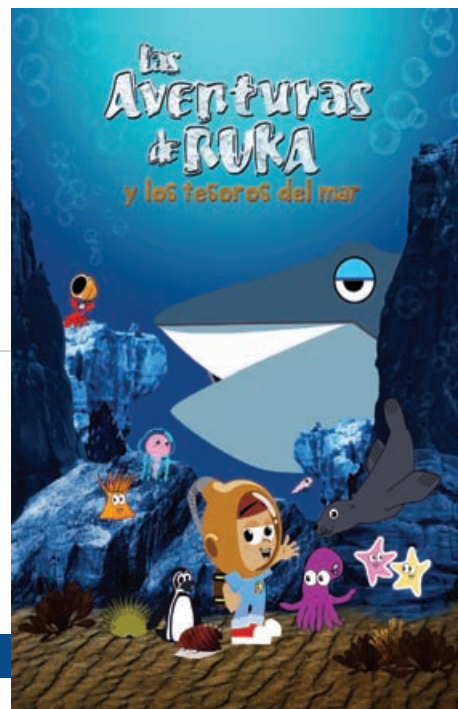
Funicular San Cristóbal - Archivo Parque Metropolitano

Las aventuras de Ruka y los Tesoros del Mar

“Las Aventuras de Ruka y los Tesoros del Mar” es una serie animada desarrollada por Imago Producciones a través del II Concurso Nacional de Apoyo al Desarrollo de Productos de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología del Programa Explora CONICYT.

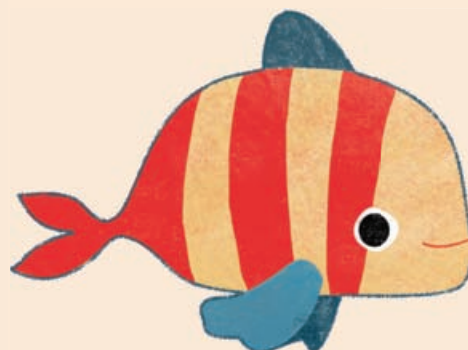
A través de Ruka, un niño que en cada capítulo conoce e interactúa con singulares personajes, presenta el hábitat, conducta, mecanismos de defensa y dieta de diversos animales marinos. La serie está dirigida a niños y niñas de etapa preescolar y primer ciclo de educación básica (4 a 9 años). 

Encuétrala en la sección Recursos Audiovisuales/Series en www.explora.cl



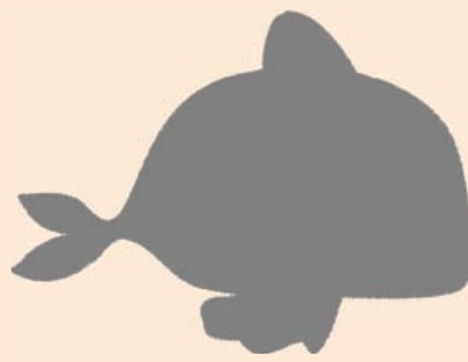
La ciencia tiene su juego

Para trabajar en familia



¡Se perdió mi sombra!

Ayúdalos a encontrarse: une con una línea a cada personaje con su sombra.



Plátanos ¿amarillos?

“Todo es del color del cristal con que se mire”. ¿Has oído ese dicho? Pues bien, ¡es completamente cierto! Y aquí lo comprobaremos.

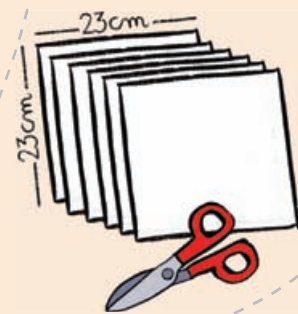
Qué vamos a hacer

1. Filtros de colores:

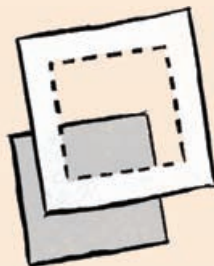
A Corta un cuadrado de papel celofán de 22cm x 22cm, uno para cada color.



B Corta seis cuadrados de cartulina de 23cm x 23 cm.



C En el centro de cada cuadrado de cartulina, corta un cuadrado de 20 cm x 20 cm. Te debe quedar un marco de 3 cm en cada lado.



D Pega el cuadrado de celofán entre dos marcos de cartulina.



E Repite la operación para cada color.



2. Observación y análisis:

Observa el plátano a través de cada uno de los tres filtros de colores que acabas de hacer, y haz lo mismo con la manzana. ¿De qué color se ve cada fruta cuando usas el rojo? ¿Qué ocurre con los otros filtros? ¿Qué sucede si los utilizas uno sobre el otro?

Qué ocurrió

La luz tiene distintas longitudes de onda, que percibimos como colores. El filtro rojo solo deja pasar las longitudes de onda de su color (rojos y naranjos) y bloquea al resto. Lo mismo ocurre con el amarillo y el azul.

¿Sabías que...?

Los filtros de luz se usan en muchos ámbitos. En los lentes de sol sirven para bloquear los rayos ultravioleta (UV) que perjudican nuestra vista. En fotografía y teatro se usan para ambientar, generando atmósferas cálidas o frías. Y en el mundo de las ciencias para ver mejor algunos elementos a través del microscopio.

Fuente: Gentileza de Jorge Toledo. Facility for Advanced Imaging and Microscopy (FAIM). Facultad de Medicina, Universidad de Chile.



Los movimientos del ratón

El ratón o mouse es un dispositivo que todos conocemos: lo usamos para mover el cursor en la pantalla de nuestras computadoras. Pero ¿sabemos cómo funciona?

Qué vamos a hacer

Usa el mouse en las distintas superficies. ¿Qué ocurre cuando tratas de hacerlo funcionar sobre vidrio? ¿Cómo se comporta con los otros elementos? Prueba con superficies de distintos materiales, texturas y colores y analiza lo sucedido.

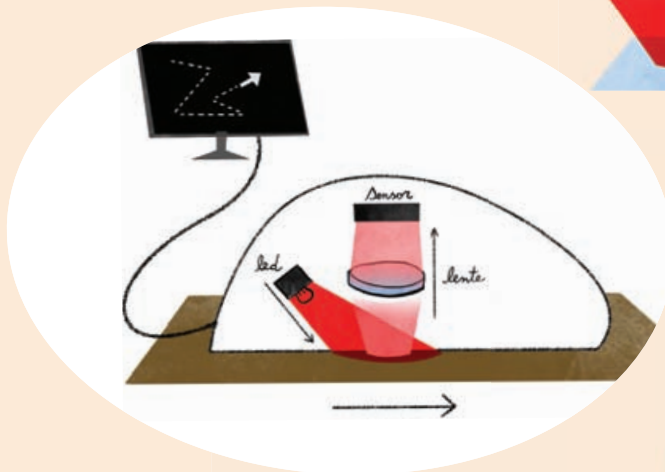
Qué ocurrió

Un mouse óptico funciona gracias a tres partes: un emisor de luz LED, un receptor óptico (cámara) y un software de procesamiento digital. Cuando movemos el mouse, la luz roja del LED ilumina la superficie y el receptor la fotografía de manera continua. Luego el software analiza las diferencias entre las imágenes para determinar la nueva ubicación del cursor en la pantalla. De esta manera, si la imagen se movió hacia la derecha, el software entiende que el mouse se movió hacia la izquierda interpretando de manera precisa tanto la dirección como la velocidad.

Cuando el receptor fotografía la superficie del espejo obtiene la imagen de sí mismo y no la luz LED, con lo cual el software no encuentra diferencias entre las fotos. Además, la luz sobre la superficie brillante

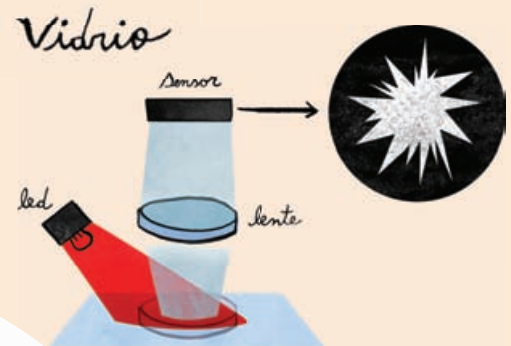
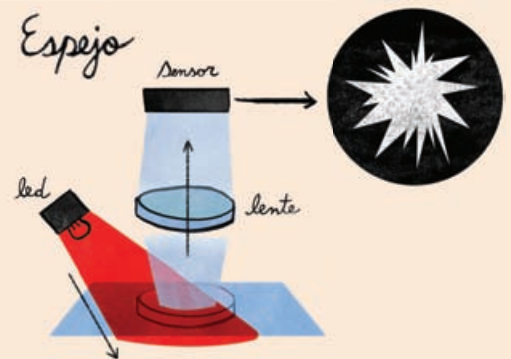
genera un reflejo que en la fotografía se ve como una mancha, algo similar a lo que ocurre cuando sacamos una foto con flash frente a un espejo. De esta manera, si la imagen obtenida es siempre una mancha de luz, el software no detecta cambios y piensa que el mouse no se ha movido.

¿Y qué sucede en los vidrios? En ellos se generan dos consecuencias. Una parte de la luz lo atraviesa y no se refleja la imagen proyectada, mientras que otra actúa como espejo. Así se mezclan dos problemas que impiden al receptor obtener una buena fotografía, pensando que el mouse está estático. 👁



Qué necesitamos

- Un mouse óptico conectado a un PC o laptop.
- Vidrio. Puede ser una mesa con superficie vidriada.
- Un espejo (mínimo 20cm x 20 cm).
- Distintos papeles como diarios, revistas, o cartones (mínimo 20cm x 20cm).



La ciencia tiene su juego

Para trabajar en familia

El vidrio invisible

La luz nos puede llevar a pensar que un objeto está roto, cuando no lo está o que ha desaparecido... ¡y está frente a nuestros ojos! Aquí, una experiencia para que lo veamos.

Qué vamos a hacer

Revisa que los frascos estén limpios y secos. Pon el frasco pequeño dentro del grande, y llena ambos recipientes con aceite hasta cubrir el borde superior del frasco pequeño.



A



B



C



¿Sabías que...?

Este efecto es empleado en microscopía para lograr una mayor recolección de luz en la muestra que queremos observar. En el caso de los lentes objetivos de microscopios de alta apertura numérica, se emplea aceite de cedro para rellenar la zona entre el objetivo y el porta muestra. Así, se reemplaza el aire por aceite de cedro que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51.

Qué necesitamos

- Un frasco de vidrio grande.
- Un frasco de vidrio pequeño, que quepa dentro del grande.
- Aceite de cocina.

Qué ocurrió

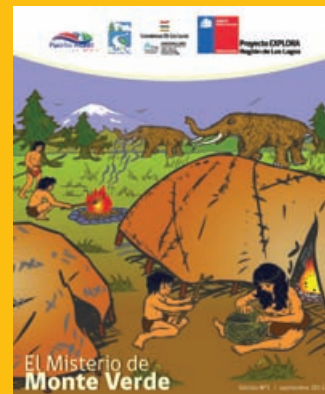
Cuando la luz pasa de un medio a otro, se propaga a distinta velocidad y cambia de dirección. Es lo que se conoce como **refracción**, y es el efecto que ocurre cuando se introduce una cuchara en un vaso de agua: vemos que esta se “dobla” o se “quebra”. Este efecto se cuantifica mediante el **índice de refracción**.

Para entender bien qué sucedió en este experimento, tenemos que comprender primero por qué vemos los vasos de vidrio. Si son transparentes, ¿no deberían ser invisibles? Cuando la luz pasa de un material a otro, se refleja (rebota) y se refracta (cambia de dirección). Esto produce brillo en el vidrio, que es lo que nos indica que los vasos están ahí.

En este experimento, el vidrio y el aceite tienen índices de refracción muy similares. En el aceite de maíz, el índice es entre 1,460 y 1,465, mientras que el del vidrio es de 1,50 a 1,52. Por esta similitud, la luz se propaga como si fuese un único medio y no se refleja ni refracta, y sigue su camino como si nada hubiera cambiado. Al no haber deformaciones de la luz, no vemos el vaso. 👁

Índice de refracción: Cualidad de los materiales con propiedades ópticas, que permite determinar cuánto se desvía la luz al propagarse por un medio y la reducción de la velocidad de propagación. Por ejemplo, este índice en el agua es muy cercano a 1,0.

Ciencia entretenida en formato Cómico



El Proyecto Asociativo Regional, PAR, Explora Los Lagos creó una serie de historietas de contenido científico. Ocho cómics ya han sido publicados en el sitio www.explora.cl/lagos: "El misterio de Monte Verde"; "La toxina del olvido" (Marea Roja); "Súper extremófilos"; "El ataque del bombus" (*Bombus terrestris*); "Las sorprendentes artemias" (Sea monkeys); "Chungungo en peligro"; "Turberas"; y "El Camino Real".

La serie lleva a la fecha casi cuatro mil descargas desde la web. Además, se imprimieron 900 copias en papel para cinco de las historietas, las que han sido distribuidas a bibliotecas y establecimientos educacionales. 👁



Planeta Reptil: plataforma web que fomenta el aprendizaje de estas especies

Planeta Reptil es una plataforma digital interactiva que muestra los principales exponentes de esta gran familia: grupos quelonios o tortugas, los grandes lagartos, las lagartijas y las serpientes.

Esta propuesta busca destacar la importancia de estas especies en la Región de Antofagasta, llamada también, la "Capital de los Reptiles", pues concentra la mayor cantidad de estos vertebrados que habitan a lo largo de todo Chile.

En este sitio web se obtiene información general de este grupo de seres vivos y la presentación gráfica de algunos representantes, con antecedentes y sus

características principales como nombre científico, morfología, hábitat y tipo de reproducción, entre otras.

Los visitantes fueron invitados a votar por el reptil que más les sorprendió y las imágenes más votadas conforman una muestra gráfica itinerante que se encuentra recorriendo diversos lugares de la región. Además, se realizó un "Reptour", actividad de terreno con escolares en la Isla Santa María, guiada por especialistas.

Esta iniciativa fue creada gracias al Proyecto Asociativo Regional, PAR, Explora Antofagasta. 👁

Visita:
www.uantof.cl/planetareptil
<http://www.explora.cl/antofagasta>
exploraantofagasta



“La luz es una gran **metáfora** de la **humanidad**”



María de las Nieves Alonso Martínez
Profesora de Literatura,
Universidad de Concepción

Las personas exitosas brillan. Las grandes ideas prenden ampolletas. Algunas mujeres dan a luz. En nuestra cultura, afirma esta literata chilena, la claridad ha tenido siempre una connotación positiva. Entonces, llegaron los narradores y poetas a rompernos los esquemas y mostrarnos que la oscuridad es parte indisoluble de la luz.

Llega con una carpeta llena de apuntes hechos a mano; papeles con citas, ideas y versos. A María de las Nieves Alonso se le nota el espíritu docente, ese con el que prepara las clases y ejemplifica teorías. Magíster en Literaturas Hispánicas y doctora en Literatura Latinoamericana, ha estado ligada al mundo académico tanto en su faceta de profesora universitaria como de investigadora y autora de publicaciones en su campo.

¿Qué papel juega la luz en la literatura?

Yo la pienso desde la percepción fundacional de nuestra cultura. Está la Biblia, el Canto General de Neruda y La Araucana. Nuestras percepciones vienen desde Grecia, Roma y las civilizaciones más antiguas con las que la cultura occidental habita, a las que tenemos que agregar también nuestras culturas originarias. En la Biblia, la primera acción de Dios es separar la luz de las tinieblas: "Hágase la luz". De inmediato se establece una disyunción occidental y un paradigma en que en la zona de la luz queda todo lo positivo, y en las tinieblas queda lo negativo. El bien y el mal. Y eso en física es completamente distinto, porque la luz requiere de la sombra y de lo oscuro para existir, y nosotros necesitamos día y noche. A pesar de eso, hemos puesto la carga positiva al día. En ese sentido, los poetas tienen un pensamiento no disyuntivo y han devuelto a la noche y las sombras sus áreas positivas.

¿Qué poetas?

Por ejemplo, Neruda. En el Canto General hay una denuncia fundamental a la llegada de los europeos que son los tenebrosos, lo negativo. Sin embargo, ese canto termina con una gran cláusula: "No sólo llegó sangre, sino trigo/ La luz vino a pesar de los puñales". Neruda trata, entonces, de unir los contrarios. En otros poetas, como el español Antonio Gamoneda, la claridad es la zona de la


muerte, mientras que la oscuridad es la zona del aprendizaje, el misterio y la poesía. Porque como decía Lorca: "sólo el misterio nos hace vivir", y el misterio es siempre oscuro.

Se reivindica entonces la noche.

Toda la dualidad luz-oscuridad que se ha construido en nuestra cultura se desconstruye a partir del Renacimiento. En Neruda, la noche es creadora. En los románticos, se asocia a una zona de silencio. En San Juan de la Cruz, el alma sale a buscar al amado, que es Dios, durante la noche porque el alma está más segura en ella.

¿Cómo se relaciona la luz con otras expresiones culturales?

En la arquitectura románica, las iglesias eran oscuras con pequeñas ventanitas de luz, que era la luz de Dios. Se jugaba mucho con la sombra de la tierra y esta claridad de lo divino. En el arte, la luz es fundamental. Por ejemplo, el uso del claroscuro en el Barroco, o el color de los impresionistas para mostrar distintas formas. Y en política, la luz se utiliza en las cárceles para mantener a los presos vigilados. Está asociada al poder. Finalmente, la luz es un gran símbolo, una gran metáfora de la humanidad donde todo está asociado. Tiene que ver con mirar y ser mirado. Que lo que más queremos es ser vistos y reconocidos por el otro, no estar en la zona de lo oscuro.

Y es la metáfora de la humanidad, dice María de las Nieves Alonso, a la que apunta la literatura. Esta "trabaja para deshacer las divisiones y los relatos absolutos, y para oponerles la incertidumbre y la duda". ¿Y si la duda es también oscuridad? "La gran literatura no puede hacer afirmaciones absolutas, porque hay que hacerse cargo de nuestras zonas oscuras. No sabemos nada de la vida, solo unas brisas en la oscuridad. Y en esa oscuridad hay mucho que aprender". 

Versos selectos

La luz, o la ausencia de ella, ha estado presente desde siempre en la literatura. La contradicción entre lo oscuro y lo luminoso ha servido de metáfora a diversos autores. Aquí, unos muy breves ejemplos chilenos de los miles que se pueden encontrar en el campo de la poesía.

No hay pura luz
ni sombra en los recuerdos:
éstos se hicieron cárdena ceniza
o pavimento sucio
de calle atravesada por los pies de las gentes
que sin cesar salía y entraba en el mercado.

Pablo Neruda. "No hay pura luz".
Memorial de Isla Negra (1964).

La situación es ésta:
Mientras ellos estaban
Por una poesía del crepúsculo
Por una poesía de la noche
Nosotros propugnamos
La poesía del amanecer.
Este es nuestro mensaje,
Los resplandores de la poesía
Deben llegar a todos por igual
La poesía alcanza para todos.

Nicanor Parra. "Manifiesto".
Manifiesto (1963).

Por las noches lava el rocío
tres mejillas como una flor.
¡Si una noche este pecho mío
me quisiera lavar tu amor!

Gabriela Mistral. "A la Virgen de la Colina".
Desolación (1922).

“Estamos en permanente interacción con la naturaleza”

No existen sistemas aislados. Todos, sin excepción, nos movemos con los otros, los transformamos y nos transformamos. Esto es el azar, que atraviesa tantas disciplinas como preguntas y que este profesor se empeña en estudiar y modelar.

Tiene dos oficinas en el Campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Una de ellas, amplia y moderna, está en los nuevos edificios de Ingeniería. La otra, pequeña y de aires setenteros, está en la Facultad de Matemáticas. Es aquí donde una foto en sepia acusa el paso de los años. En la imagen hay dos hombres de chaquetón largo, de pie, mirando una fórmula trazada sobre la arena. A sus espaldas está el mar.

“Aquí estoy con uno de mis colaboradores franceses en la playa de Las Cruces”, explica de entrada Rolando Rebolledo, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile. “Le digo: ‘Esto es lo que hacemos los matemáticos: escribimos en la arena y después el mar se lo lleva, y es ese movimiento lo que permanece’. Porque con los años he entendido que el hombre es inseparable de su propio movimiento”.

El fuerte componente filosófico detrás de esta idea no es de extrañar. Rolando Rebolledo practicó la interdisciplina que lo apasiona desde antes de conocer el término. Durante su infancia en Rancagua inventaba robots, pero también leía a Óscar Castro y Pablo Neruda.

Más tarde llegó al Instituto Nacional en Santiago, donde encontró un mundo de posibilidades. “Por esa época combinaba lecturas de filosofía, literatura y ciencia”. De esa época, recuerda: “Uno de mis profesores de Física me mostró un

laboratorio que no se usaba. Tenía los instrumentos llenos de polvo. Eran hermosos”.

¿Cómo se decidió por las matemáticas?

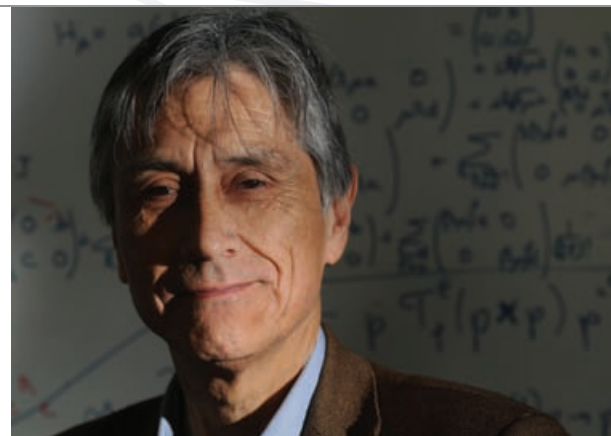
Ya que no existía una formación en ciencias bien establecida, ingresé a Ingeniería en la Universidad de Chile. Cuando estaba en medio de la carrera apareció una nueva especialidad: Ingeniería Matemática. Me gustó su flexibilidad, que permitía estudiar materias distintas. Al mismo tiempo seguí cursos de mecánica cuántica, de dinámica de fluidos, de electricidad, y también de filosofía, con maestros como Carla Cordua y Roberto Torretti. Me interesaban la física y las matemáticas; me fui por el análisis, y dentro de él percibí que me atraía la modelación del azar, porque lo veía aparecer en varias disciplinas.

Después se fue a París, a un doctorado.

Ahí empecé a comprender que nada se puede ver de manera estática. Comencé a entender que el azar trata de la interconexión que existe entre los objetos de la naturaleza, que está todo en movimiento, y que nuestro papel consiste en buscar las leyes que rigen estas interacciones.

¿Cuándo llegó a indagar sobre los sistemas abiertos y su relación con el azar?

Pasé 11 años en Francia antes de volver a Chile. Un día llegaron estudiantes del doctorado en física a pedirme que les



Rolando Rebolledo Berroeta

Doctor de Estado en Ciencias Matemáticas

explicara algunos temas de Análisis Estocástico. Eran Juan Carlos Retamal, Carlos Saavedra y Leopoldo Soto, hoy grandes científicos. Gracias a sus inquietudes, comencé a entender la noción de sistema abierto. Este consiste en que el sujeto del conocimiento está siempre en interacción con la naturaleza en su conjunto. Y el conocimiento nace de las transformaciones mutuas entre sujeto y objeto.

¿Ha vuelto a aprender de otras disciplinas en sus estudios?

En mis trabajos he discutido con físicos, ingenieros, biólogos, químicos. Me parece vital el cultivo de la interdisciplina, que se inspira de la resolución de problemas de la naturaleza, que necesitan de una mirada plural por su complejidad. Y la teoría de sistemas abiertos o desarrollos acerca del azar están adaptados a enfrentar estos desafíos y dependen profundamente de ellos. 👁

“Me interesan las preguntas por su sola naturaleza”

La atrapan los dibujos de la geometría y la posibilidad de explicar el mundo a través de las figuras. Este es el camino de una mujer que cuestiona los espacios y objetos, y que busca las respuestas en las partes que los componen.



Fotografía: Geir Da Silva

Anita Rojas Rodríguez

Doctora en Ciencias Exactas, mención Matemáticas

Cuando Anita Rojas mira su entorno, ve simetrías: los panales de abejas, las flores, las piñas de los pinos. Y se imagina su representación, con sus curvas e intersecciones, y se hace preguntas: ¿por qué tienen esta forma?, ¿qué función cumple esa figura?

En esta búsqueda de respuestas asoma su veta docente, esa que ejerce en la Universidad de Chile como profesora asociada del Departamento de Matemáticas en la Facultad de Ciencias. “Yo no quería ser profesora como toda mi familia, pero ahora lo soy y ¡feliz!”, ríe ella, y cuenta que tanto sus padres como muchos de sus tíos enseñaban asignaturas del lado humanista. La parte matemática, asegura, vino del abuelo materno.

De ese abuelo parco, chapado a la antigua, dice que nació su primer vínculo con los números. “Él hablaba poco y yo notaba que cuando hablábamos de matemáticas, conversábamos más”, dice.

¿Cómo eran esas conversaciones?

Recuerdo que en sexto básico nos enseñaban los nombres de los ángulos en el colegio. Con mis primos le preguntábamos al Tata cómo resolver las cosas, y él explicaba a través de figuras: “¡Qué importa cómo se llaman! Dibujen, no reciten”. Tenía ese estímulo de querer

impresionarlo, más que el gusto por las matemáticas.

¿Cómo llegó a estudiar Matemáticas, entonces?

Me recibí de Ingeniería Electrónica en la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, pero durante la carrera me di cuenta de que las matemáticas me gustaban mucho. Me interesaban las preguntas por su sola naturaleza. Después hice un doctorado y me dediqué a las matemáticas; nunca ejercí de ingeniera.

¿Qué la llevó a la Geometría?

Es un campo bonito, con mucha estética. Lo que yo estudio se puede modelar, dibujar, entonces si bien tiene una parte abstracta difícil de explicar en lenguaje “normal”, tiene otra muy simple y fundamental que es el estudio de las simetrías: por qué los panales de abejas son con hexágonos, o por qué las flores suelen tener cinco pétalos. Con la geometría uno trata de sacar conclusiones de lo que observa.

¿Y por qué los panales de abejas usan hexágonos?

Porque de entre los tres tipos de polígonos regulares con los que se puede pavimentar el plano - triángulo, cuadrado y hexágono - es el que cubre más superficie gastando lo mismo que los

otros en el borde. Y con los pétalos de las flores, es para maximizar la recepción del Sol: se distribuyen para no taparse unos a otros, y eso hace que sigan un orden pentagonal.

¿Qué conclusión geométrica le llama la atención?

Yo creo que si pudiera elegir una idea, es la que desarrollaron matemáticos durante el siglo XIX, entre ellos, Emmy Noether. Ella postuló que las simetrías de un objeto tienen relación con sus propiedades. Eso me sorprendió mucho. Y yo trabajé en eso: veo qué conclusiones puedes sacar del espacio si miras sus simetrías.

¿Qué rescata de su trabajo?

Lo que hice en mi trabajo de tesis de doctorado, que es en espacios complejos, llamados variedades, que tienen simetrías. Se sabía que ciertas variedades con simetrías se descomponían en pedazos relacionados con su grupo de simetrías. Parte de mi tesis consistió en describir, bajo ciertas condiciones, la dimensión de dichos pedazos. Esto ha permitido descubrir variedades con diferentes propiedades geométricas. 👁

Luz verde en la regeneración de tejidos

Millones de personas en el mundo sufren úlceras o heridas a la piel que pueden complicarse por la falta de oxígeno que conlleva una deficiente irrigación sanguínea. Aquí, un chileno que ha desarrollado una esperanzadora tecnología: piel sintética capaz de generar oxígeno por fotosíntesis.

Vivió una década en Alemania, hasta que decidió volver a Chile. Han pasado algunas semanas desde que aterrizó y todavía está adaptándose al cambio, pero Tomás Egaña (36) no ha parado de trabajar en la batería de proyectos que se trajo en la maleta.

La mayoría de ellos está ligado a HULK, la piel fotosintética que desarrolló junto a su equipo en la Universidad Técnica de Múnich. “Es por las siglas en alemán”, explica con una sonrisa mientras exhibe una serie de fotos de una membrana verde y aspecto gelatinoso, “Hyperoxie Unter Licht Konditionierung” (Inducción de hiperoxia bajo condiciones de luz).

A diferencia de las pieles sintéticas utilizadas para tratar úlceras y heridas, este tejido es capaz de producir oxígeno en la zona afectada. Y el oxígeno es fundamental para el proceso regenerativo; su privación –conocida como hipoxia– puede afectar la recuperación de la herida y hacerla crónica.

“El oxígeno es mucho más que un nutriente”, puntualiza Egaña, “porque además cumple funciones de antibiótico, entre otras”. Entonces lanza la pregunta que puede interpretarse como el punto de partida: “¿Por qué, si es tan importante para nosotros, no tenemos mecanismos para producirlo, como las plantas?”.

Tomás Egaña Erazo

Doctor en Biología Humana de la Universidad de Lübeck y Doctor en Farmacología de la Universidad de Chile



¿Y cuál es la respuesta?

Contamos con un sistema muy eficiente para transportar el oxígeno que nos rodea, que es el sistema cardiovascular. Entonces no necesitamos generarlo hasta que tenemos una herida, un infarto u otra condición que daña los vasos sanguíneos. En base a esto inventamos la ingeniería de tejidos fotosintética, cuya idea principal es generar un órgano artificial capaz de producir oxígeno como las plantas y que pueda vivir por un tiempo de la energía de la luz.

¿Cómo funciona?

Mezclamos biomateriales como colágeno y fibrina con microalgas que están en la naturaleza en este caso, *Chlamydomonas reinhardtii*, que se utiliza mucho en investigación. Cuando trasplantas esta combinación híbrida, prendes la luz y se produce oxígeno, porque las algas lo hacen mediante la fotosíntesis. Imagina que tienes una herida y te ponen la piel sintética tradicional. Tus células deberían repoblar este tejido biodegradable, pero en muchas ocasiones esto no ocurre porque el oxígeno es incapaz de llegar a la zona que se está regenerando. A esta piel artificial nosotros le incorporamos algas para que produzca oxígeno en la herida.

¿Qué aplicaciones podría tener esta tecnología?

Además de favorecer la regeneración de tejidos, podría utilizarse en muchos otros escenarios clínicos como el tratamiento de tumores o el trasplante de órganos. El objetivo final es que donde se necesite oxígeno, lo puedas producir independiente de lo que ocurra con el sistema cardiovascular. También estamos haciendo materiales fotosintéticos que, además de oxígeno, producen otras cosas en base a la luz. Una de las formas de hacerlo es modificar genéticamente las algas para que liberen lo que necesitas: antibióticos,

antiinflamatorios o moléculas que inducen el crecimiento de vasos sanguíneos, por ejemplo.


Lo que se viene

El proyecto de la piel fotosintética surgió en 2009 como una colaboración entre la Universidad Técnica de Múnich, en Alemania, y el Centro Fondap de Regulación del Genoma, en Chile. Desde entonces, los avances han continuado y Egaña proyecta los próximos pasos de la investigación.

Hasta ahora, el tejido fotosintético ha sido probado en modelos de ratón con resultados exitosos. Sin embargo, antes de llegar a las pruebas con humanos, falta un trayecto.

¿Cuál es la siguiente etapa de investigación?

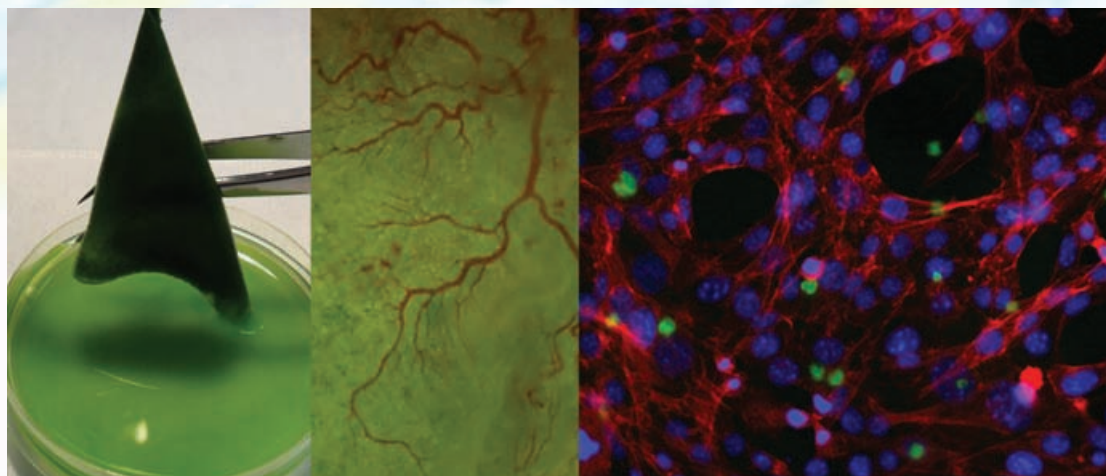
En 2013 fundamos SymbiOx Inc. en California, que es una empresa que tiene como objetivo acelerar el proceso de investigación y desarrollo de HULK. Con ese equipo ganamos un proyecto CORFO que nos va a permitir trabajar en varios objetivos. Por una parte, validar los resultados que hemos obtenido en un modelo porcino. Por otra, evaluar el potencial regenerativo de algas autóctonas de Chile y desarrollar vendajes que emitan luz directa en las heridas.

El camino por recorrer todavía es largo. Como bien lo resume él: "Todavía hay muchas preguntas por responder". 

Más información:
www.genomacrg.cl / www.symbiox.org

Uno de cada cien chilenos es atendido anualmente por heridas o úlceras en sus extremidades inferiores. Estas lesiones, que abarcan desde quemaduras y pie diabético hasta úlceras venosas, pueden significar la pérdida del tejido o amputaciones del miembro afectado, en el peor de los casos. De todas, la úlcera venosa es la más común, con una relación de 4 a 1 con el pie diabético.

Fuentes: Instituto Nacional de Heridas y Ministerio de Salud



Fotografía: Gentileza Tomás Egaña

De izq. a der.: 1) La piel sintética. 2) Vascularización de los vasos sanguíneos tras el implante del material. 3) Un co-cultivo de microalgas (verde) y células de piel (rojo/ azul).

Encandilados

Pájaros que cantan durante la noche, insectos que se queman contra ampolletas, especies que migran antes de tiempo, humanos cansados y bajo estrés permanente. ¿Qué tienen en común todos ellos? Que viven bajo un cielo que, de tan brillante, no tiene estrellas.



El año pasado, el borde costero de Antofagasta vio llover golondrinas de mar. Para desconcierto de sus habitantes, decenas de pequeñas aves cayeron en calles y patios. La explicación del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) fue clara: los polluelos habían bajado desde el desierto en busca del mar, con las estrellas como

guía, pero se desorientaron con el brillo urbano. Perdidos y encandilados, muchos se estrellaron contra el alumbrado.

Este es solo uno de los miles de casos del fenómeno conocido como contaminación lumínica, ese exceso de luz artificial que ilumina el cielo nocturno y afecta al medio ambiente, las personas y la astronomía.

Distintas causas suman a que no podamos ver las estrellas en la ciudad: las intensidades y rangos espectrales de la luminaria utilizada, así como la dirección en la que apunta. Algunos faroles pierden parte de su luz, al irradiar hacia el cielo, y otros utilizan una potencia mayor a la necesaria.

El reloj desajustado

Los animales sufren en gran medida el problema de la contaminación lumínica. Diversos estudios han señalado cómo esta afecta las migraciones, tanto de aves, mariposas monarca y tortugas. Otras especies ven perturbadas sus etapas de desarrollo, como el salmón del Atlántico que parte muy temprano hacia el mar, o las ranas que dejan de aparearse inhibidas por las luces de algún estadio cercano. Los insectos, en el peor de los casos, se fríen contra las lámparas.

Juan Carlos Torres, especialista de la Unión de Ornitológicos de Chile (UNORCH), explica que las aves sufren cambios fisiológicos en las ciudades. "Algunas tienen ciclos de reproducción en función de la luz: se reproducen en primavera. Si se equivocan, tienen crías en invierno y después no cuentan con la comida y temperatura adecuadas para cuidarlas".

El mejor ejemplo, dice Torres, es la golondrina de mar: "Es algo que ocurre todos los años. Los polluelos salen en la noche y se ven atraídos por las luces de las ciudades, que son cada vez más grandes". Por eso se accidentan.

Hasta las plantas se ven afectadas: su fisiología, fotosíntesis y crecimiento son alterados por la luz nocturna. En algunas especies vegetales se produce envejecimiento prematuro.

En los humanos, la contaminación lumínica está asociada al estrés, fatiga visual y perturbaciones del sueño. Incluso se ha ligado a enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes.

Esto se debe principalmente a que la luz artificial afecta nuestro reloj biológico, con los consiguientes efectos en nuestra salud. La melatonina, que es la hormona


que regula nuestros ciclos de sueño y vigilia, y tiene un rol fundamental en el sistema inmunológico, es secretada mayormente durante la noche. Su nivel baja ante la exposición de luz artificial porque lleva al cerebro a pensar que es de día.

La concentración de melatonina se ve perturbada por ciertas longitudes de onda corta, como la luz azul, que es la que más se dispersa en la atmósfera, es decir, la que más contamina.

Ver las estrellas

Un área especialmente afectada por la contaminación lumínica es la Astronomía. Considerando que Chile ha invertido fuertemente en esta área y que cuenta con la mitad de los observatorios en el mundo, mantener cielos despejados es muy importante para el trabajo de los investigadores.

Guillermo Blanc, profesor del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile, explica la importancia que tiene mantener la noche despejada: "El brillo del cielo degrada la calidad de las observaciones que podemos hacer. Los objetos celestes que observamos a través del telescopio -las vías lejanas, el Universo, pequeños planetas alrededor de estrellas- a veces son incluso menos brillantes que el cielo mismo. Entonces para poder observar uno de ellos, lo que importa es el contraste entre el brillo del objeto y el cielo. Si el cielo es demasiado luminoso, te encandila y no te deja verlos".

De esta manera, las leyes para controlar la emisión de luz se vuelven fundamentales. Al respecto, Blanc señala que la nueva legislación chilena "es excelente; ahora lo importante es llevarla a la práctica". 

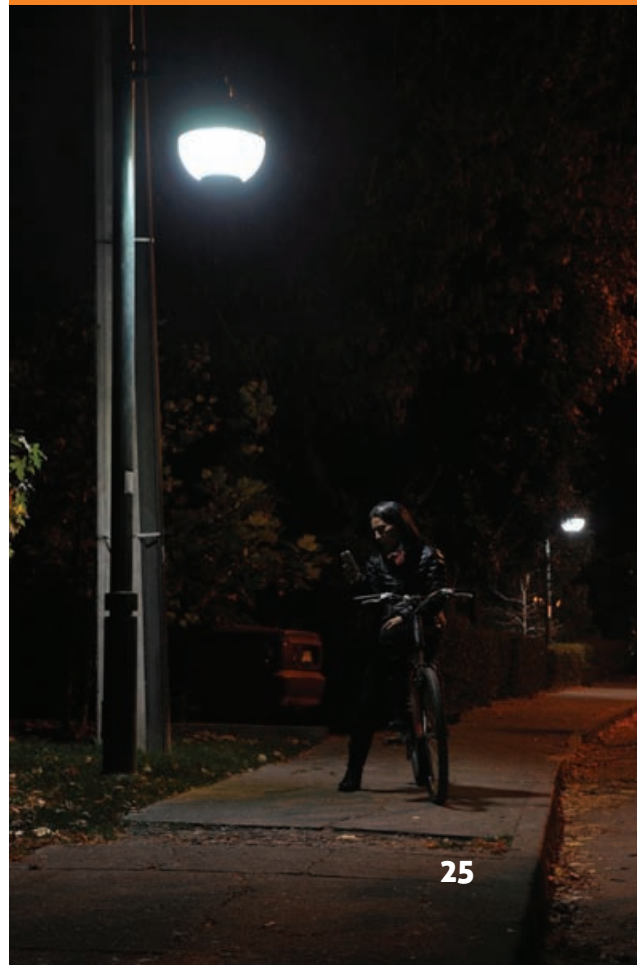
Esta luminaria evita que se disperse la luz hacia el cielo.

El Decreto 43

En 2012 se promulgó la nueva norma de contaminación lumínica que restringe el flujo de luz hacia el cielo nocturno y las emisiones espectrales más perjudiciales en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

Como la luz horizontal es la más perjudicial, se restringió la emisión a 90 grados. Esto, para casi todas las aplicaciones: alumbrado vial, ambiental, industrial y ornamental. Los carteles publicitarios también deben ser emplazados en ángulos más cerrados, o de manera vertical.

Otro de los aspectos más importantes de la ley se relaciona con la restricción a los espectros electromagnéticos más dañinos. Las luces LED tienen una fuerte emisión en azul, por lo cual se sugiere el uso de LED ámbar, más amable con el medio, y se pone un límite al porcentaje de emisión en los rangos más problemáticos del espectro.



En busca de la convivencia

Algunos lo rehúyen, pero es inevitable. Incluso es necesario: el conflicto es el punto de partida para evolucionar a una sociedad más justa, participativa y propositiva. Entenderlo es clave, y ése es el desafío de este centro que se ha metido de lleno a desmenuzar nuestros problemas de convivencia.

¿Hasta dónde influye el origen social en la participación política? ¿Qué entendemos por “trabajo decente”? ¿Cómo se vinculan los habitantes con su entorno? Las preguntas que se plantea el Centro de Estudios de Conflicto y Cohesión Social (COES) son múltiples, variadas y representativas de un país que desde el 2006 ha venido experimentando una ola de manifestaciones sociales sin precedentes.

Formado a fines de 2013, el COES reúne a más de 30 académicos e investigadores de distintas disciplinas. Para tratar un tema tan complejo como el conflicto y la cohesión social, ha organizado su trabajo en cuatro líneas que abordan distintas aristas:


En las **dimensiones socioeconómicas del conflicto** aparece el tema de la calidad del trabajo, por citar un ejemplo; en **las interacciones grupales e individuales**, la importancia de la educación cívica en la escuela; en **el conflicto político y social**, los movimientos estudiantiles y el descontento hacia la clase política; y en **las geografías del conflicto**, la escasez hídrica y la concentración del recurso minero, entre otros.

Estas líneas de investigación, explican desde el COES, pueden ser vistas como “las patas de la mesa” donde se apoyan proyectos transversales, como los desafíos en educación, la escasez de recursos naturales, la desconfianza en las instituciones políticas y la desigualdad de género. Su ritmo de trabajo habla por sí



solo: desde 2014, hay 25 proyectos de investigación vigentes.

Una de las instancias más destacadas de este centro ha sido la creación del primer Observatorio de Huelgas Laborales en Chile, que lleva el registro de todas las manifestaciones laborales a nivel nacional.

El Centro está integrado por la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile, y sus instituciones asociadas son la Universidad Diego Portales y la Universidad Adolfo Ibáñez. COES cuenta con el financiamiento del Programa Fondap de CONICYT. 

“Si los alumnos de familias más privilegiadas son los que muestran los mayores niveles de conocimiento cívico, entonces la asociación entre desigualdad económica y política [...] adquiere un carácter dinámico en el tiempo, produciendo transmisión intergeneracional de la desigualdad política”.

Juan Carlos Castillo,
Subdirector COES e investigador principal.

“De la educación cívica a la educación para la ciudadanía”
Columna publicada en El Mostrador

Tras las huellas del agua

¿Es posible alcanzar el desarrollo en una de las zonas más áridas del continente? En el Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH) creen que sí. Mediante el uso inteligente del agua están abriendo caminos para que el recurso alcance para todos y generando nuevos nichos productivos para la región.

En Chile caen, en promedio, 1500 mm de agua al año. Pero su distribución es desigual: en la Región de Los Lagos las precipitaciones superan los 2000 mm, mientras que en la Región Metropolitana alcanzan apenas los 360 mm.

En la Región de Tarapacá, sin embargo, el número se “seca” aún más: la media anual nunca supera los 250 mm. Con una alta demanda para la minería, el uso doméstico y la agricultura, conseguir agua para todos requiere de esfuerzo y creatividad.

Al contrario de las regiones vecinas, la de Tarapacá depende totalmente del agua subterránea: sus cuencas, como la del Altiplano y la de la Pampa del Tamarugal, fluyen bajo tierra. Estos recursos hídricos, se estima, se generaron durante una fase húmeda ocurrida hace 11 mil años.

El problema, como indican en el CIDERH, es que se están usando recursos no renovables sin que hasta ahora se hayan desarrollado fuentes alternativas como la desalación, reúso o recarga artificial.

Además, “existe un vacío de información hidrogeológica” explican. Por ello, en 2010 se creó este centro con financiamiento de CONICYT a través del Programa Regional. Su trabajo se basa en dos líneas de investigación: **la gestión integrada del recurso hídrico** y **la innovación tecnológica en sistemas acuosos**.

En la primera se busca generar conocimiento sobre los recursos hídricos en zonas áridas, tanto superficiales como



Fotografía: Gentileza CIDERH.
Abanico aluvial de Juan Morales

El acuífero Pampa del Tamarugal es la napa subterránea más grande de Chile. Contiene recursos subterráneos importantes, los cuales sostienen gran parte del desarrollo socioeconómico de la región.

subterráneos, para una gestión integrada y sostenible. Uno de los proyectos de esta línea es la caracterización de los recursos hídricos de las quebradas de Camiña, Tarapacá y la Pampa del Tamarugal, con el fin de traspasar luego esta información a los actores locales y regionales.

En la segunda área de trabajo se busca optimizar los usos del agua, evitar su contaminación, y promover su tratamiento y reúso. Entre sus iniciativas está un

sistema de cultivo de flores con aguas residuales, y un sistema de destiladores solares para tratar el agua contaminada y dejarla apta para nuevos usos. El de las flores ha sido especialmente destacado: no solo es un ejemplo de reutilización, sino que abre un nicho económico para los agricultores de la región, en la producción de especies como liliom y tulipanes. Una metáfora clara de que hasta las zonas más áridas pueden florecer. 👁



ILUMINA

AÑO INTERNACIONAL DE LA LUZ



@exploraconicyt



exploraconicyt



exploraconicyt



explora@conicyt.cl



explora
Un Programa CONICYT

www.conicyt.cl