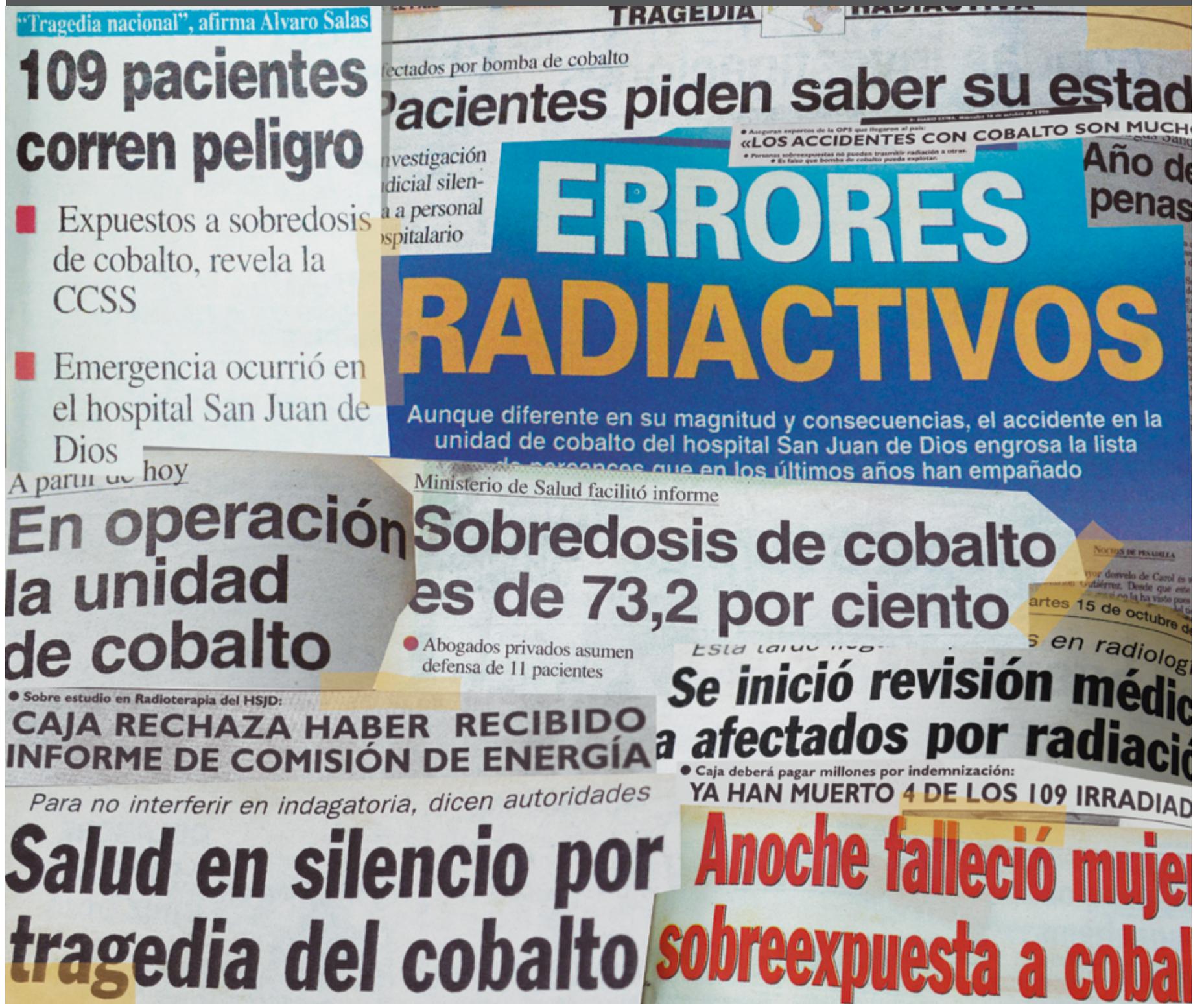


# A 20 años del accidente con bomba de cobalto

Mucho camino se ha recorrido desde el accidente que en 1996 afectó a unas 115 personas expuestas a sobreirradiación en la Unidad de Radioterapia del Hospital San Juan de Dios. Desde entonces, la seguridad y los controles de calidad han mejorado gracias a una nueva figura: los físicos médicos. Páginas 2 y 3.





La unidad de cobalto que se encuentra actualmente en Radioterapia del Hospital San Juan de Dios es una Theratron 780E. Cada año esta unidad atiende entre 500 y 550 pacientes (foto Laura Rodríguez).

## 20 años de avances Radiación en Costa Rica, del desastre a la modernización

**Después del accidente de sobreirradiación con cobalto en 1996, la necesidad de contar con personal capacitado para el uso correcto de las radiaciones ionizantes abrió paso al desarrollo de la Física médica en el país.**

Karol Castro Ureña  
karol.castrourena@ucr.ac.cr

Hace ya dos décadas desde el accidente ocurrido en la Unidad de Radioterapia del Hospital San Juan de Dios, cuando entre agosto y setiembre de 1996, 115 personas fueron tratadas

para distintos tipos de cáncer y por un error de calibración –o por deficiencias en uno de los equipos de tratamiento, de acuerdo con la versión del radioterapeuta encargado– ellas recibieron cerca de un 70 % más de la dosis de radiación que se tenía estimada.

Esta es considerada una de las mayores tragedias médicas en la historia del país y hay quienes afirman que incluso lo es a nivel global, dada la cantidad de víctimas.

Las secuelas de la sobreirradiación en los pacientes se manifestaron de forma severa y temprana, desde náuseas, vómitos y diarrea hasta parálisis, quemaduras, ulceración crónica, fibrosis, epilación (caída del cabello) y la eventual muerte en algunos de los casos.

Las deficiencias reflejadas con este accidente sirvieron de base para generar un nuevo concepto sobre los tratamientos de radiaciones ionizantes en Costa Rica, basado en criterios científicos. La necesidad de contar con especialistas formados académicamente en el manejo de equipo médico para radioterapia y en áreas como la medicina nuclear y la radiología fue más que evidente, así como el desarrollo de mecanismos de control de calidad para procedimientos y el manejo de equipo.

Es así como los avances en estas áreas han dado pasos agigantados. Costa Rica pasó de contar con un solo físico que trabajaba en el Hospital México en 1996, a tener una masa crítica de físicos médicos, así como el apoyo del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (Cicanum) de la Universidad de Costa Rica (UCR), que colabora con la Caja Costarricense del Seguro Social en dosimetría personalizada y controles de calidad.

### Sobreirradiación

La radioterapia se utiliza generalmente para el tratamiento de cáncer y para cuidados paliativos de pacientes con cáncer incurable en fase avanzada. Por medio de radiaciones ionizantes –un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas o partículas– se busca destruir las células cancerosas.

En agosto de 1996, el Hospital San Juan de Dios contaba con dos unidades nuevas de radioterapia, una máquina Theratron-80 y una Alcyon CGR II, cuyas

fuentes eran pastillas de cobalto 60, un isótopo altamente radiactivo.

Una de las máquinas, la Theratron, fue calibrada por una experta internacional enviada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), asignada una semana para brindar colaboración técnica. Pero la Alcyon CGR tuvo que ser calibrada por el personal hospitalario.

El proceso de calibrar estos equipos es la etapa más importante, porque de esta dependen todas las dosis de radiación que se le aplican a los pacientes. La dosimetría es “el punto fundamental, tiene que ser exacta, precisa, que dé en el blanco, no se puede tener un fallo”, señala Patricia Mora Rodríguez, investigadora del Cicanum y una de las primeras físicas médicas del país.

Mediante la dosimetría se determinan las dosis de radiación absorbidas por el cuerpo humano como resultado de la exposición a una fuente de radiación ionizante y las dosis de radiofármacos que hay que dar a un paciente determinado, en el área de la medicina nuclear.

Un mes después de instaladas las máquinas en el Hospital San Juan de Dios, y luego de que los médicos comenzaron a notar consecuencias graves en sus pacientes, el encargado de dosimetría determinó que “el tiempo asignado a 0,3 unidades del temporizador del panel de mandos correspondía a 0,3 minutos; es decir, 18 segundos. Resultó que, en vez de tomar 18 segundos como referencia para establecer la tasa de dosis, aparentemente se había tomado un valor de 30 segundos”, señala el informe de la OIEA elaborado en 1997.

Como consecuencia, el tiempo de exposición se sobrecalculó en un factor



La correcta inmovilización del paciente y el ajuste de la máquina son pasos necesarios para asegurar que la zona irradiada sea sólo aquella donde se encuentran las células cancerosas y proteger así el tejido sano (foto Laura Rodríguez).

de 1,66. Esto significa que si a un paciente se le debía administrar 1,00 Gy (gray, unidad de radiación que mide la dosis absorbida de radiaciones ionizantes), en realidad se le estaba exponiendo a 1,66 Gy, agrega el documento.

## Un antes y un después

Marvin Rodríguez González, físico médico de la Unidad de Radioterapia del Hospital San Juan de Dios, asegura que “después del accidente de 1996 las mejoras han sido múltiples y en todas las áreas, desde el punto de vista clínico y desde el punto de vista físico, de protección radiológica de los pacientes, de los trabajadores expuestos y del público en general”.

En el informe de la OIEA, las principales recomendaciones realizadas por el grupo de expertos apuntaban hacia el mejoramiento en el programa de protección radiológica, el cual carecía de garantías de calidad y medidas para la prevención de accidentes, así como de un plan de formación y capacitación del personal.

A partir de esas recomendaciones nacieron protocolos para la calibración de equipos; controles diarios, semanales, semestrales y anuales para asegurar su buen funcionamiento; la verificación de las dosis a través de mecanismos independientes entre sí; protocolos de seguridad radiológica como dispositivos personales para contabilizar las dosis de radiación que recibe el personal expuesto en el trabajo y monitoreos tanto de la fuente

radiactiva como de las instalaciones.

Cortadores de poliestireno para la fabricación de protectores de plomo (esto con el fin de delimitar mejor el área de radiación para proteger el tejido sano) y un sistema de planificación automatizado son otras de las mejoras que se han implementado en el área de radioterapia en el San Juan de Dios.

“Ya nos aprobaron la adquisición de dos aceleradores lineales, ahora entre noviembre y diciembre nos entregan un TAC (Tomografía axial computarizada) simulador y lo más reciente es que en marzo obtuvimos un sistema de planificación de última generación”, explica Rodríguez.

Un acelerador lineal, a diferencia de la bomba de cobalto, no posee una fuente de radiación, sino que trabaja con rayos X de alta energía. Puede ajustarse para que irradie fotones, rayos X o partículas en un rango de energía amplio, lo que hace que los tratamientos puedan ser más rápidos y profundos.

Cuatro de estos aceleradores fueron instalados en el Hospital México por la empresa Promed, una proveedora de equipo que representa regionalmente a las marcas GE Healthcare y Varian Medical System. A nivel privado se instaló un acelerador Trilogy en Radioterapia Irazú, de acuerdo con Karol Blanco, gerente de producto y operaciones de Promed.

“Para que haya un accidente así (como el de 1996) otra vez en Costa Rica tendría que tratarse una negligencia grupal enorme”, apunta Gerardo Noguera, físico médico e investigador del Cicanum.

“La importancia del accidente es que

generó discusión sobre el tema, hubo una concientización acerca de lo que debía hacerse”, añade el investigador.

## Aportes de la academia

En 1996 había en el país solo un físico, que laboraba en el Hospital México, y nueve técnicos de radioterapia.

Ante la necesidad de personal capacitado para el manejo de los equipos y comprensión de los tratamientos, evidenciada con el accidente de la bomba de cobalto, se gestionaron las primeras becas para enviar al extranjero a físicos recién graduados en la UCR, con el fin de que realizaran sus estudios de posgrado en física médica.

Isaac Mora fue uno de ellos. Él desarrolló su maestría en España y ahora tiene seis años de trabajar en la Unidad de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios. Junto a Mauricio Acuña, que tuvo la oportunidad de realizar su maestría en Costa Rica años después, comparte las tareas para realizar los controles periódicos de equipos, las especificaciones técnicas cuando se compran unidades nuevas y la dosimetría de los pacientes.

“Hay cuatro áreas en las que colaboramos: radioterapia, medicina nuclear, radiodiagnóstico y resonancia magnética. La idea es que en todas esas áreas haya al menos un físico médico que se encargue de asegurar el buen funcionamiento de los equipos”, comenta Mora.

En el caso de medicina nuclear, “el físico es muy importante en los programas de radioprotección, que tienen que ver con la realización de estudios de dosimetría interna para obtener parámetros de seguridad en el paciente. Aparte de

eso, son los que llevan a cabo los bioensayos, pruebas que permiten detectar si el personal ocupacionalmente expuesto está incorporando material radiactivo”, indica el Dr. Carlos Fonseca, jefe de dicha unidad en el hospital San Juan de Dios.

En el país existen dos maestrías en física médica. La primera creada por la Universidad Nacional en el 2009 y la otra en la UCR, que existe desde el 2010. En esta última ya se han graduado tres generaciones de profesionales y se han empezado a incorporar estudiantes extranjeros, principalmente del resto de Centroamérica.

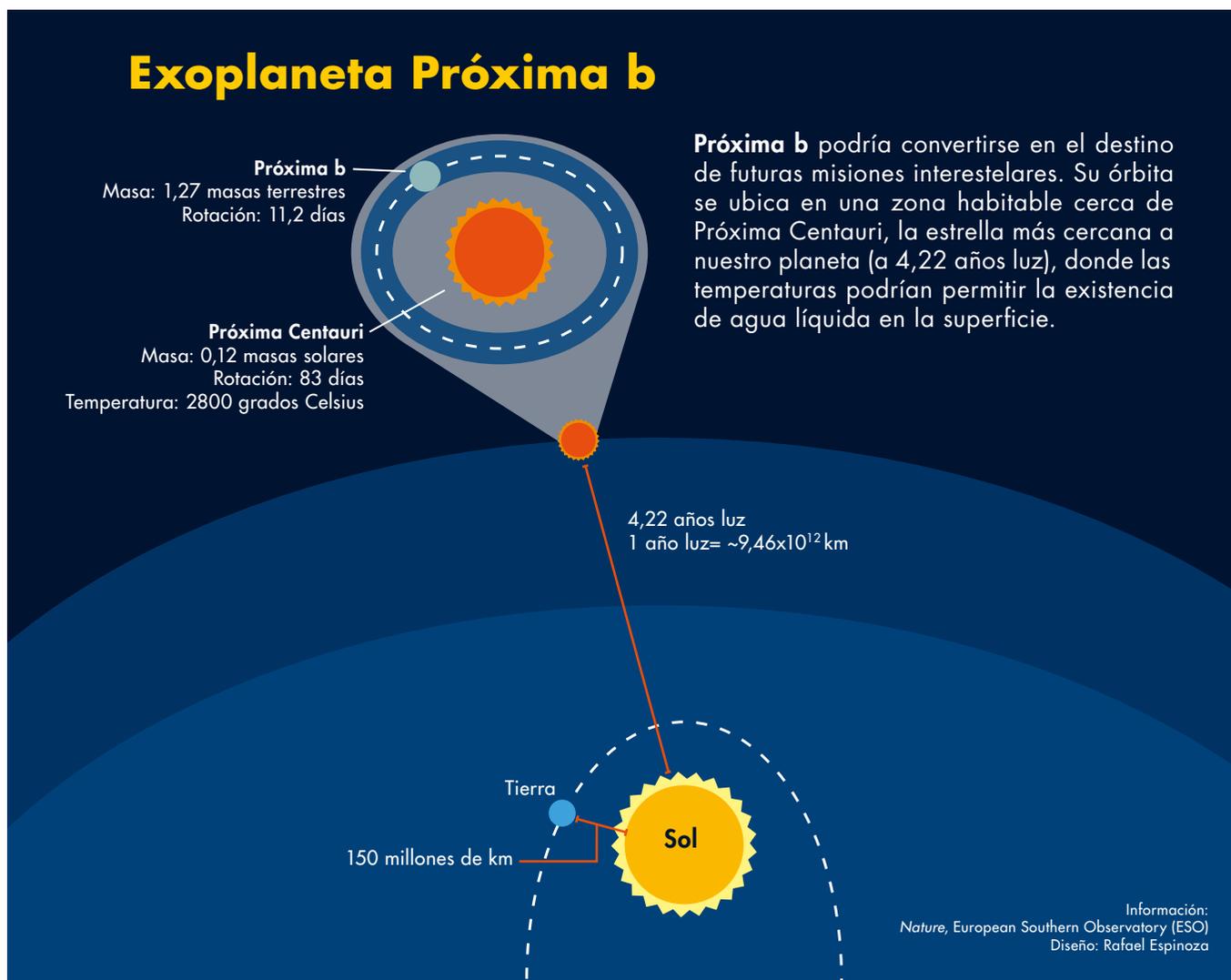
Unos cuantos años antes, en el 2002, se había creado el Cicanum, que a la fecha posee dos laboratorios donde se calibran equipos, como detectores de área y de superficie, que se usan en la industria, los hospitales y la investigación.

El Cicanum brinda además cursos de protección radiológica y control de calidad para equipos de mamografías. Estos son servicios que se ofrecen tanto a entidades públicas como privadas y que forman parte de los proyectos de proyección a la comunidad de la UCR.

“La Universidad, a través del Cicanum, se liga a un proyecto más grande que es el de la dosimetría personal. Tenemos un contrato con la Caja Costarricense de Seguro Social, en donde toda la dosimetría del personal la realizamos nosotros”, afirma Mora, investigadora de ese Centro.

Durante los primeros días de setiembre, el Cicanum espera la instalación de un tubo de rayos X para el Laboratorio Secundario de Calibración de ese tipo de energía. Este es el primero de su tipo en Centroamérica y se obtuvo gracias a un aporte del OIEA cercano a los 300 mil euros. ■

# Notas breves



## Científica Destacada del Año

La Dra. Priscila Chaverri Echandi fue reconocida como Científica Destacada del Año, premio que concede el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micit) y la Academia Nacional de Ciencias.

Chaverri recibió este reconocimiento debido a su labor de investigación sobre microhongos tropicales, campo en el que ha descrito más de 90 especies nuevas para la ciencia, la mayoría presentes en el país. Además, la científica ha descrito nueve géneros y una clase nueva. Incluso, tiene una especie dedicada: la *Trichoderma priscilae*.

La investigadora ha desarrollado técnicas para la identificación de estos microorganismos que pueden enfermar a las plantas o que tienen potencial para el control biológico de enfermedades y plagas.

Chaverri estudió Ingeniería Forestal en el Instituto Tecnológico de Costa Rica y luego realizó un doctorado en la Universidad de Pennsylvania en Estados Unidos, en donde se especializó en patología vegetal. Actualmente es profesora e investigadora en la Escuela de Biología de la UCR. ■

## Próxima b, destino de futuros viajes interestelares

El sueño de encontrar un hogar habitable más allá de la Tierra parece ahora más cercano, gracias al descubrimiento de Próxima b, un exoplaneta ubicado en la órbita de Próxima Centauri, la estrella más cercana a nuestro Sistema Solar (a una distancia de 4,22 años luz del planeta Tierra).

El descubrimiento se publicó el 24 de agosto pasado en la revista Nature, donde se señala que el exoplaneta, potencialmente habitable, se podría convertir en el destino de futuras misiones interestelares, pues Próxima b orbita alrededor de su estrella –una enana roja– a una distancia adecuada que mantiene su temperatura de equilibrio dentro de un rango que permitiría la existencia de agua líquida en la superficie.

El exoplaneta que se encuentra “a la vuelta de la esquina”, considerando las grandes distancias del Universo, posee alrededor de 1,3 veces la masa de la Tierra y solo siete millones de kilómetros que lo separan de Próxima Centauri. Esta distancia representa el 5 % de la que separa a la Tierra del Sol, pero como Próxima Centauri es más débil que este astro, el exoplaneta se encuentra en una “zona habitable”. Su período de rotación dura solo 11,2 días.

A pesar de esto, las condiciones en la superficie de Próxima b pueden ser drásticas, dada la constante exposición a los rayos X y la radiación ultravioleta emitida por la estrella, indica el portal del Observatorio Europeo Austral (ESO, por sus siglas en inglés). También se discute sobre su clima, ya que si bien no se puede descartar la presencia de agua, es probable que esta solo exista en las regiones más soleadas, ya sea en la cara que mira hacia Próxima Centauri o en un pequeño cinturón tropical.

El equipo de científicos, coordinado por Guillem Anglada Escudé, de la Universidad Queen Mary de Londres, Inglaterra, descubrió Próxima b gracias a la *Pale Red Dot Campaign*, que llevó alrededor de dos años de investigación. En la primera primera mitad del 2016, Próxima Centauri fue observada regularmente por el espectrógrafo HARPS ubicado en el telescopio de 3,6 metros de la ESO en el Observatorio de La Silla, en Chile, para buscar la pequeña oscilación entre el viaje de ida y vuelta de la estrella, provocada por la atracción gravitatoria de un posible planeta cercano.

Por ahora queda pendiente el desarrollo de la tecnología adecuada para llegar hasta Próxima b para investigarlo más a fondo. El proyecto *Starshot*, apoyado por el físico Stephen Hawking, pretende desarrollar pequeñas naves que puedan viajar a una velocidad que les permita alcanzar el astro en unos 20 años,

más el tiempo que requiera desarrollar dichos equipos. ■

## Acelerógrafos en el INS

El Laboratorio de Ingeniería Sísmica (LIS), de la Universidad de Costa Rica (UCR), colocó cuatro acelerógrafos digitales en los pisos 13, 8 y 3 y en el sótano del edificio de las oficinas centrales del Instituto Nacional de Seguros (INS), en San José.

Las señales de estos equipos son enviadas directamente a un servidor colocado en la UCR, en donde la información se procesa cada seis minutos. Luego de la ocurrencia de un sismo fuerte, los datos de aceleración máxima se pueden consultar en la página web del LIS ([www.lis.ucr.ac.cr](http://www.lis.ucr.ac.cr)).

El LIS tiene como objetivo investigar los efectos de la actividad sísmica en edificios, suelos y líneas vitales. Posee una red de 106 estaciones de acelerógrafos en todo el país, que son aparatos que miden la aceleración del suelo cuando ocurre un sismo.

Estos equipos se encuentran instalados en bibliotecas, municipalidades, escuelas, colegios, hospitales y edificios de Bomberos, para monitorear el impacto de los sismos en estas estructuras. ■



El estudio de la calidad del agua de la quebrada Sanatorio, en Tierra Blanca de Cartago, servirá para la creación de un modelo que pueda ser replicado en otras comunidades del país (foto Esteban Umaña, CICA).

## Estudio sobre calidad del agua Cómo salvar a un río

**En el pasado, la quebrada Sanatorio era un lugar al que los niños de Tierra Blanca solían acudir a tomar agua, refrescarse y jugar. Hoy la situación es diferente. La quebrada ya no es un caudal limpio y cristalino y el agua no se puede utilizar.**

Patricia Blanco Picado  
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Tierra Blanca de Cartago, ubicada en las faldas del volcán Irazú, es una de las tantas comunidades del país que padecen el mismo problema. Sus ríos y quebradas arrastran gran cantidad de contaminantes, químicos y biológicos, como resultado de las actividades humanas, y sus aguas se han vuelto inservibles.

Para contribuir a cambiar esta situación, la Escuela de Trabajo Social y el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) iniciaron en el 2010 un Trabajo Comunal Universitario (TCU) en Tierra Blanca, se evaluaron las quebradas, se hicieron las primeras mediciones del agua y se propuso el mejoramiento de las prácticas agrícolas.

Ese primer esfuerzo sirvió de base para que en el 2014 un equipo interdisciplinario del CICA le diera continuidad al trabajo y efectuara el monitoreo de la calidad del agua de la quebrada Sanatorio, para analizar varios indicadores de contaminación.

La quebrada Sanatorio nace en la parte alta de Tierra Blanca, muy cerca del antiguo Sanatorio Durán. Aguas abajo se encuentran áreas de cultivo de cebolla y se asienta la población de Tierra Blanca.

La información científica generada por el CICA ha permitido la identificación del problema y la búsqueda de soluciones, en conjunto con la comunidad y las instituciones presentes en la zona. Ahora la calidad del agua ha mejorado.

Según Laura Brenes Alfaro, socióloga del CICA, “la UCR, por medio del TCU, estableció una especie de biblioteca en la comunidad para que la gente tuviera acceso a información y trabajó en la organización y fortalecimiento de un grupo de productores. La idea era que ellos asumieran tareas propias de la comunidad”.

### Transferencia de conocimiento

La investigación del CICA en la comunidad cartaginesa tiene como objetivo brindar información técnica de forma comprensible y accesible a las autoridades y a la población, para que sea utilizada en el manejo integral del recurso hídrico. Una de las herramientas que se proporcionará es un mapa de riesgo, el cual se elabora con ayuda de un software al que se le introducen diversas variables para generar posibles escenarios de lo que podría ocurrir en la zona.

El proyecto tiene una duración de cuatro años y se desarrolla con la cooperación del Organismo Internacional

de Energía Atómica (OIEA), que provee recursos para la capacitación en el uso de técnicas nucleares para el análisis de contaminantes.

Según explicó Mario Masís Mora, coordinador del proyecto, un aspecto novedoso que se incorporó en esta iniciativa es un componente de comunicación, por considerarse un elemento vital para la transferencia del conocimiento.

“El CICA desde siempre ha tenido la actitud de comunicarse y establecer vínculos con la comunidad. A ello obedece la contratación de profesionales de Ciencias Sociales”, afirmó Esteban Umaña Picado, especialista en Comunicación del CICA.

Él y Laura Brenes forman parte del grupo de profesionales que participa en el proyecto, junto a químicos, biólogos, microbiólogos e ingenieros agrónomos, entre otros, de diferentes laboratorios

cual, según el reglamento, se clasifica como contaminación muy severa.

Asimismo, se encontraron residuos de plaguicidas en el agua y en los sedimentos, como piretroides, organofosforados y organoclorados, y otros no contemplados en el Reglamento. No se identificaron metales pesados.

Sin embargo, en los últimos resultados varios de los parámetros citados han bajado el nivel de contaminación. Por ejemplo, el número y cantidad de plaguicidas presentes en el agua se ha reducido gracias a la labor de sensibilización y capacitación de los agricultores en la adopción de buenas prácticas, afirmó Masís.

En setiembre del 2015 únicamente se detectaron residuos de un insecticida y en cantidades menores a los niveles aceptados, en comparación con los residuos de ocho plaguicidas encontrados en años anteriores. ■

### El análisis del agua

Para determinar la calidad del agua se utilizan los criterios establecidos por el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales y sus diferentes usos, emitido mediante decreto ejecutivo en 2007.

Entre los criterios se contempla el análisis de parámetros físico-químicos del agua, así como la presencia de residuos de plaguicidas, de metales pesados, de coliformes fecales y de macroinvertebrados, que son organismos acuáticos que funcionan como indicadores de la calidad del agua.

La recolección de muestras en Tierra Blanca se efectúa en tres puntos de la quebrada Sanatorio: en la naciente, en un punto intermedio con influencia agrícola y en un punto en la parte baja de la microcuenca, en donde se concentra la población. Se han realizado dos muestreos al año, durante la época seca y la lluviosa.

El propósito del CICA es utilizar este estudio como modelo para la evaluación de otras quebradas y ríos, ya que la quebrada Sanatorio tiene características similares a las de otras comunidades urbanas con influencia agrícola. “La experiencia en dos kilómetros de extensión puede servir para valorar otros cuerpos de agua”, precisó Masís.

### Resultados

En los tres puntos que se han muestreado desde el 2014 se encontraron diferentes tipos y niveles de contaminación, explicó Masís. Sin embargo, los resultados de los años previos al proyecto revelaron un nivel de contaminación alta del agua, lo que significa que no era apta para el consumo humano, el abrevadero, riego ni actividades recreativas.

Por ejemplo, en el punto dos aparecieron bolsas plásticas con residuos de productos químicos y en el tercer punto la contaminación con materia fecal era mucho mayor a los niveles permitidos (5000 NMP/100 ml (número más probable en 100 mililitros).

Según el investigador, los parámetros físico-químicos, como el porcentaje de saturación de oxígeno, también estaban por encima del valor admitido, lo mismo que el indicador de macroinvertebrados bentónicos dio un resultado en rojo, el

### Buenas prácticas agrícolas

De acuerdo con los especialistas del CICA, la contaminación con residuos de plaguicidas en la quebrada Sanatorio, en Tierra Blanca de Cartago, se produce debido principalmente a la escorrentía. Los terrenos de la zona presentan una fuerte pendiente y muchos de los residuos son arrastrados por la lluvia hasta los ríos y quebradas.

Por esa razón, entre las recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas agrícolas se destacan la conservación de suelo y la rotación de cultivos; el uso de equipos de protección a la hora de manipular los plaguicidas; manejo y disposición adecuada de los envases de plaguicidas, los cuales deben pasar por un proceso de triple lavado para eliminar los residuos.

Otros puntos sobre los que se ha hecho énfasis son el manejo integral y control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos y los efectos negativos de los plaguicidas en la salud humana y el ambiente.



Los macroinvertebrados con organismos acuáticos que funcionan como indicadores de la calidad del agua (foto Esteban Umaña, CICA).



La tifa es una planta invasora que ha abarcado grandes extensiones del humedal Palo Verde, Sitio Ramsar, y para su control se ha implementado la técnica del fanguero (foto Juan José Pucci, cortesía de OET)

# Planta invasora altera ecosistema en Palo Verde

**Para el control de esta planta se utiliza el fanguero, que según un estudio realizado por el biólogo Sebastián Alvarado Montero, colabora en la sucesión de plantas y en la diversidad de alimento para los animales.**

Paula Umaña González  
paula.umana@ucr.ac.cr

El Parque Nacional Palo Verde, ubicado en la provincia de Guanacaste, es una zona con gran diversidad ecológica que se caracteriza por sus grandes extensiones de humedales. Se le considera uno de los humedales más importantes del país y a nivel internacional.

Sin embargo, esta área de conservación ha presentado la dominancia de una planta acuática conocida como *Thypha domingensis* (tifa), que llega a medir hasta 2,5 metros de altura y se comporta como una especie invasora, lo que puede provocar alteraciones en el ecosistema y la pérdida del hábitat de diversas especies tanto vegetales como animales.

La planta ha abarcado grandes extensiones del humedal y para su control se utiliza la técnica del *fanguero*, que consiste en la utilización de tractores que le pasan por encima a la planta para sumergirla y ahogarla. La expansión de la tifa en Palo Verde se considera un problema ecológico desde hace más de 30 años, y se cree que se descontroló por la eliminación del ganado de la zona, aunado a otros fenómenos como alteraciones en la hidrología a causa del cambio climático y al uso del suelo de la cuenca del río Tempisque por concesiones otorgadas a empresas.

Para el año 2014 se había logrado arrancar la tifa en 146 hectáreas mediante el fanguero, que además ha permitido la apertura de espejos de agua, que atraen a gran cantidad de aves acuáticas. No obstante, algunas veces esta medida de control puede resultar contraproducente para otros animales terrestres y especies vegetales presentes en el lugar.

Por esta razón, Sebastián Alvarado desarrolló una investigación para optar a su tesis de licenciatura en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (UCR), con el fin de determinar de qué manera influye el fanguero de la *Thypha* en las tortugas *Kinosternon scorpioides*,

conocidas como tortuga candado, uno de los animales más comunes en Palo Verde.

“Una forma de ver si el fanguero está funcionando es estudiar animales que sean sensibles a los cambios del ecosistema, como la tortuga candado”, explicó el investigador.

Alvarado midió además la cobertura vegetal tanto en las zonas con tifa como en zonas en donde se aplicó el fanguero, para realizar una comparación en la variedad de plantas presentes en cada hábitat.

## Investigación en el campo

En el trabajo de investigación con las tortugas candado Alvarado utilizó trampas “túneles” para capturar muestras de estos reptiles, a las que analizó su contenido estomacal a fin de determinar la amplitud o variedad de la dieta y el ámbito del hogar, que comprende el área donde el animal realiza sus actividades de supervivencia como la búsqueda de alimento, reproducción y territorialismo.

Para analizar el contenido estomacal les fue inyectada agua en el tracto digestivo y provocar un lavado estomacal sin lastimar al animal. El contenido expulsado por las tortugas fue preservado en alcohol al 70 %, se identificó cada alimento encontrado y posteriormente se calculó la frecuencia de aparición de cada tipo.

El objetivo de lo anterior era realizar una comparación entre la dieta de las tortugas que se mueven en los tifales y las que lo hacen en las zonas en donde se aplicó el fanguero, y así determinar si la técnica de control influye en la variedad de alimentos que ellas consumen.

Para conocer el ámbito del hogar, el biólogo colocó un dispositivo de rastreo en cada tortuga utilizada en el estudio y posteriormente las devolvió a su hábitat.

De esta forma, el trayecto recorrido por las tortugas al cabo de 48 horas fue digitalizado con GPS, para posteriormente examinar y comparar los movimientos que efectúan en sus actividades de supervivencia en ambos hábitats.

Los artrópodos, plantas y semillas fueron los alimentos más comunes que se hallaron en las tortugas que formaron parte del estudio.

El análisis mostró que la riqueza de alimento es mayor en las zonas en donde los tractores eliminaron la tifa, al encontrarse 24 tipos distintos de alimentos en las tortugas que se alimentaron allí, en contraste con nueve tipos de alimentos identificados en las tortugas que recorrieron parches de tifales.

Esta gran diferencia se debe a que en los tifales faltan muchos macroinvertebrados acuáticos, así como varias semillas. Además, el biólogo explicó que la reducción de oxígeno disuelto y el impedimento físico que ejerce la tifa dificultan la permanencia de otros organismos acuáticos en estos parches.

“En tortugas marinas se ha visto que la dieta es esencial para iniciar el proceso reproductivo. De esta forma, el tifal podría dificultarles a las tortugas candado suplir la nutrición necesaria para mantener una población viable”, agregó en referencia a algunas de las consecuencias que los tifales traen al ecosistema.

En cuanto al estudio de la cobertura vegetal, realizado entre setiembre del 2014 y enero del 2015, se obtuvo que las zonas sin tifa experimentan una mayor sucesión de plantas de acuerdo con el régimen de lluvias. Mientras tanto, en los tifales la planta invasora es la que domina.

“En los tifales el proceso de sucesión está ausente por ser dominado por una planta perenne y emergente. Además, la tifa también libera fitotoxinas que inhiben la germinación de otras semillas y la fotosíntesis, lo que dificulta la colonización de otras especies”, explicó Alvarado.

## Mayor diversidad

Alvarado concluyó que las zonas que han sido fangueadas presentan una mayor diversidad de plantas en comparación con los parches de tifa. Así mismo, en la época lluviosa el número de especies vegetales aumenta en las zonas donde la medida de control ha sido implementada.

En cuanto a las tortugas, se determinó que si bien algunos aspectos de la actividad que el animal realiza para conseguir su alimento no varían de una zona a otra, las que consiguen su alimento en las zonas donde la tifa ha sido removida presentan una mayor diversidad en su dieta.

Por lo anterior, el fanguero facilita el proceso de sucesión y diversidad de la comunidad vegetal de los humedales de Palo Verde, por lo que la dieta y la reproducción de los organismos que hacen uso de ese ecosistema se ve favorecido.

Además de controlar esta especie invasiva, el fanguero potencia una mayor diversidad en la flora y la fauna del Parque Nacional Palo Verde, según el investigador.

La investigación recibió Mención de honor y va a ser publicada en una revista científica. ■



Luis Suguiyama, experto en la regulación de plaguicidas (foto Anel Kenjekeeva).

# Uso de plaguicidas debe ser seguro

**La preocupación por la salud humana y el medio ambiente ha empujado hacia cambios en la regulación y el uso seguro de los plaguicidas en la agricultura, a criterio del especialista Luis Suguiyama.**

Patricia Blanco Picado  
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Suguiyama visitó recientemente la Universidad de Costa Rica (UCR), invitado por el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA), para ofrecer un curso de capacitación sobre el registro de plaguicidas a un grupo de personas de instituciones y empresas procedentes de países como Ecuador, Guatemala y Costa Rica.

El especialista destacó que durante muchos años ha apoyado técnicamente

a los Ministerios de Agricultura de Latinoamérica y de otros países en vías de desarrollo, para mejorar la regulación de los insumos agrícolas, como los plaguicidas, así como la inocuidad alimentaria y la protección ambiental.

**-¿Cuál es la situación actual del uso y consumo de plaguicidas?**

-Hoy en día vemos en muchos países el interés por la seguridad alimentaria, que consiste en que cada país tenga un adecuado suministro de alimentos para la población. Pero también es importante la inocuidad; es decir, tener alimentos suficientes y que también sean seguros para la población. La producción de alimentos está sujeta a plagas, por lo cual se recomienda un manejo integrado de estas. Sin embargo, muchas veces la magnitud de las plagas es tal que se requieren agroquímicos para su control. De ahí que el uso de agroquímicos continúa siendo importante en el mundo. Los productos deben estar

debidamente regulados y registrados y su utilización en el campo debe ser segura.

**-¿Se ha logrado una reducción en el uso de los plaguicidas?**

-A través de los años, debido a la preocupación por la salud humana y el medio ambiente, la tecnología ha mejorado de tal manera que los plaguicidas que se registran ahora son de menor toxicidad y se utiliza menor cantidad de ingredientes activos que 40 años atrás. Además, en los últimos 25 años se ha impulsado el uso de bioplaguicidas, que son de mucho menor riesgo. Sin embargo, el costo de invención de plaguicidas más seguros ha incidido en que los precios de los insumos agrícolas hayan aumentado, sobre todo para los agricultores.

**-¿Existen todavía plaguicidas que no se han podido retirar del mercado y que tienen una toxicidad alta?**

-Hay listas de plaguicidas en los cuales la toxicidad es tan alta para el ser humano y el medio ambiente que por acuerdos internacionales se ha recomendado que se suspenda su uso. Son principalmente los tóxicos con amplio espectro de actividad; o sea, que por la toxicidad pueden controlar muchas plagas. Costa Rica ha estado a la vanguardia, junto a países como Estados Unidos y Europa, cuando se ha demostrado que un producto puede ser muy tóxico y ha implementado rápidamente medidas regulatorias, como la cancelación.

**-Sin embargo, han habido casos de efectos adversos a la salud, como el de los trabajadores bananeros con problemas de infertilidad a causa del DBCP (Nemagón), en la década de los años 70.**

-En dicho caso se demostró que la exposición continua a este plaguicida causó infertilidad en muchos trabajadores. Sin embargo, desde los años 80 ha habido un cambio muy grande por muchos factores. Hay grupos ambientales muy fuertes; han habido múltiples capacitaciones, tanto por parte de las entidades públicas como privadas; las regulaciones se han vuelto más estrictas; las empresas costarricenses tienen que tener un regente técnico solamente para plaguicidas y se ha monitoreado la calidad de los productos. Claro que todavía ningún país se libra de posibles riesgos.

**- En Latinoamérica, ¿cuáles son los puntos más críticos en los cuales hay desafíos importantes en cuanto al uso de plaguicidas?**

-En cuestión de riesgos en Latinoamérica el mayor riesgo continúa siendo el ocupacional. Este es de mucha preocupación, principalmente para los mezcladores y aplicadores de plaguicidas en el campo, como también para los trabajadores agrícolas si entran sin alerta a campos tratados. Este riesgo podría afectar a aquellos agricultores pequeños y medianos, que a veces no leen o no pueden leer una etiqueta y no usan el equipo de protección personal adecuado. Entiendo que adquirir el equipo de protección personal adecuado podría ser caro. En el área ambiental, sería asegurar la protección de

las aguas, porque en muchos de nuestros países se aplican plaguicidas en zonas lluviosas tropicales y con producción agrícola en tierras con pendientes.

**-¿Existen indicios científicos de que el cambio climático está afectando las plagas?**

Sí, existe información científica de que el cambio climático está afectando la producción agrícola y las plagas. En Costa Rica mismo hemos visto el caso del café y el impacto de la roya. La roya está afectando al café en las zonas más altas que en el pasado. Considero que es un ejemplo concreto de los efectos del cambio climático en una plaga que antes no afectaba tanto al café de más altura y que ahora sí.

**-¿Cómo vislumbra el futuro sobre el uso de químicos en la agricultura? ¿Habrá una reducción o van a ir apareciendo nuevas alternativas?**

-Un deseo de cualquier ciudadano común es tener un suministro adecuado de alimentos con mayor inocuidad y aseguramiento, menos residuos químicos, un precio cómodo y el suministro en todas las temporadas del año. Sin embargo, hay factores que confluyen para poder concretar este sueño. Uno es que cada día somos más en el mundo, las áreas agrícolas están limitadas y se podría reducir la producción de alimentos porque no podemos crear nuevas tierras. La demanda global por alimentos probablemente se va a incrementar. Entonces vamos a tener que ser más efectivos en la producción y distribución de alimentos.

No creo que vayamos a eliminar la dependencia en el uso de los agroquímicos, quizás podríamos mejorarla o reducirla con nuevas tecnologías más seguras. A corto plazo, se requiere que haya un gran avance en las tecnologías. Si quisiera ver el uso de reglamentos más estrictos, mejores plaguicidas de riesgo reducido, menor toxicidad y menos riesgos.

Con el nivel de tecnología disponible y es una opinión personal, si el 100 % de la agricultura fuera orgánica no considero que podríamos alimentar a todo el mundo. Pero sí espero que la agricultura orgánica continúe en aumento, como una tendencia en la producción de alimentos. ■

Luis Suguiyama es un especialista en plaguicidas y control de plagas. Trabajó nueve años en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y 22 años en la Agencia de Protección del Medio Ambiente de este mismo país. Actualmente es consultor internacional. De origen peruano, Suguiyama estudió e hizo su carrera académica y profesional en Estados Unidos.



La accesibilidad estructural o las adecuaciones son dos elementos para una verdadera inclusión social de la población con discapacidad. La construcción de nuevos discursos alrededor de ese tema es esencial. En la foto aparece el estudiante Alex Vázquez, estudiante de la UCR (foto Laura Rodríguez).

## Afirmó lingüista de la UCR “La sociedad crea las discapacidades”

**Los ticos entienden la discapacidad como una desgracia, un problema o una enfermedad.**

Eduardo Muñoz Sequeira  
Eduardo.munoz@ucr.ac.cr

“Pídale a Dios que en su familia nunca haya una persona con discapacidad”, rogaba una madre a otra para que antes de tener otro hijo hiciera oración para que le naciera “normal”, y así no lidiar con una “desgracia” similar a la suya.

Aunque la frase pudiera resultar ofensiva para algunas personas, la realidad es que miles de familias se enfrentan a una sociedad que durante siglos ha construido discursos discriminatorios contra las personas con discapacidad. Es una frase que revela “la dicotomía que los padres tienen de sus propios hijos. Estos definen a sus niños con discapacidad de acuerdo con el paradigma de normalidad establecido por la sociedad, ya que piensan que sus hijos se encuentran en desventaja ante niños que presentan una condición de salud y un estado aceptable de acuerdo con la mayoría”, afirmó el Dr. Adrián Vergara Heidke, del Instituto de Investigaciones Lingüísticas de la Universidad de Costa Rica (UCR), quien realizó un estudio del análisis crítico de los discursos sobre la

discapacidad en los ámbitos cotidianos, educativos y políticos.

La investigación inició en 2013 y abarcó el análisis de dos textos legislativos relacionados con el proceso de aprobación el 7 de agosto del 2008 de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU y su Protocolo Facultativo. Además, se recopiló historias de vida y realizó grupos focales con padres y madres de hijos con discapacidad.

El investigador logró un corpus en el que identificó categorías discursivas que revelan una tensión entre las intenciones políticamente correctas de inclusión social y familiar y las ideas predominantes que definen la discapacidad entre la población costarricense.

En Costa Rica el 10 % de la población vive con algún tipo de discapacidad, pero no existen estudios que desde la lingüística aborden cómo se construyen las representaciones y los significados sobre esta condición.

### La enfermedad perenne

La mayoría de madres y padres luchan contra un sistema que hace distinciones odiosas entre normales y “anormales”, entre sanos y enfermos, entre inteligentes

y retardados. Las siguientes frases recopiladas por Vergara reflejan dichas situaciones:

*“(...) hay chiquitos de primer grado que son súper inteligentes y súper capaces, normales con todas sus (.) su salud muy bien y lastimosamente nosotros somos madres que.. nuestros hijos no”.*

*“tenemos otro pequeñito que tiene tres añitos, es un niño normal, (.) escuchando el caso suyo que es como Andresito, yo me quedo viendo y yo digo: ¿cómo irá a ser Andresito cuando vaya siendo más grande y vea que su hermanito no es igual? ¿Verdad? Andresito coge una bici y se echa sus carreras en la bici pequeña y Angelito muere por correr en una bicicleta”.*

Si bien ya se superaron las categorizaciones oficiales de ciegos, sordomudos, imbeciles, dementes y enteramente impedidos incluidos en el Censo Nacional de 1864, la realidad es que las ideas que predominan entre la ciudadanía conserva la idea de un padecimiento perenne o total incapacidad mental.

A criterio de Vergara, la condición de anomalía también se utiliza para justificar las conductas homofóbicas o xenófobas. “Esto revela una contradicción, aunque en teoría, las familias desean que estos niños sean incluidos en la sociedad, igualmente practican la exclusión al perpetuar este discurso en su forma de verlos y de referirse a ellos”, señaló.

### Un problema ajeno

En los documentos legislativos mencionados se demuestra que pese a las buenas intenciones y discursos políticamente correctos, la discusión dada en el Congreso consideró la discapacidad como “un problema” personal, no social.

El Modelo Social de la discapacidad, que sirve de base para la Convención, la define como una desventaja causada por la organización social que no considera

a las personas que tienen diversidades funcionales.

Por ejemplo, frases dichas por algunos diputados, como que la “...discapacidad es un problema que la misma sociedad agrava poniendo barreras legales y sociales...” o que “...algunas personas tienen una discapacidad física, producto de un accidente de tránsito, otras personas nacen con una discapacidad mental...” contradicen el espíritu mismo del texto que impulsaban desde sus curules.

Esta estigmatización provoca que estas personas se encuentren siempre en un lugar inferior, ya que “lamentablemente” no tendrían las mismas capacidades que las personas “normales”, agregó Vergara.

### Lo infra y lo sobrehumano

Las personas con discapacidad enfrentan dos situaciones que lesionan su dignidad humana. Por un lado, el considerarlas “personitas”, como se menciona en una acta legislativa, o darles trato infantilizado las infravalora al usar estos diminutivos que contienen una carga lastimera. Dicha situación se replica en muchos hogares, ya que se les considera niños eternos.

Por otro lado, esa misma construcción promueve la sobrevaloración, “aquellas ‘historias de superación’ en las cuales se resalta cómo una persona con una deficiencia logra alcanzar determinados objetivos sociales -puestos públicos, reconocimiento social-”. Es decir, esos logros los acercan más a la normalidad.

La Convención obliga a los Estados a luchar contra los estereotipos y con ese fin a promover percepciones positivas. “Consideramos que si se quiere alcanzar una ‘real’ inclusión se debe atacar ese discurso sobre la discapacidad que comparten varios sectores. Mientras exista este tipo de discurso siempre habrá discapacidad”, concluyó Vergara. ■