



1. Marcela Brenes Camacho estudia Educación Especial en la UCR y ha participado en el desarrollo del proyecto Neurobotics, así como en el uso del *software* para identificar y descifrar las señales del cerebro (foto cortesía Neurobotics).

2. Moacir Fonseca, Juan Orozco, Luis Ángel Cubero y Marcela Brenes participaron con el proyecto Neurobotics en el Concurso Nacional de Robótica de Tecnología Abierta RobotiFest UCR 2014, en el que resultaron ganadores en la categoría Vida cotidiana (foto Rafael León Herrera).

Jóvenes apuestan por controlar dispositivos con la mente

Las personas con algún padecimiento psicomotor y que necesitan valerse de máquinas para cumplir con las tareas diarias elementales, como usar una silla de ruedas para movilizarse, cuentan ahora con el apoyo de un grupo de jóvenes universitarios que buscan facilitarles la vida.

Otto Salas Murillo
otto.salasmurillo@ucr.ac.cr

Con ese fin, los estudiantes Juan Orozco Villalobos de Ingeniería Eléctrica; Moacir Fonseca Becker y Luis Ángel Cubero Montealegre, de Ingeniería Mecánica; y Marcela Brenes Camacho, de Educación Especial, crearon el proyecto Neurobotics.

Con un enfoque interdisciplinario, que une a la Neurociencia con la Robótica, la iniciativa plantea soluciones tecnológicas para solucionar diferentes necesidades de las personas con dificultades psicomotoras.

“Desarrollamos aplicaciones que permiten captar señales provenientes del

cerebro a través de dispositivos y hacer que personas que tengan un problema que no les permita moverse sin ayuda, puedan desenvolverse con comodidad”, afirmó Juan Orozco.

Conectar mente con tecnología

Según explicaron los investigadores, el objetivo principal del proyecto es aplicar en conjunto la tecnología y los conocimientos sobre Robótica y Neurociencia, con el fin de ofrecer apoyo personalizado y de calidad a las personas con algún compromiso motor.

Además, buscan plantar las bases para crear otras aplicaciones que pueden generarse como fruto de este trabajo. “No pretendemos una única solución tecnológica, sino un abanico de opciones que brinden una alternativa de autonomía e independencia” a esas personas, expresó Orozco.

Gracias al aporte económico de la Red de Innovación Estudiantil de la Federación de Estudiantes de la Universidad de Costa Rica (FEUCR), la cual promueve ideas innovadoras en los universitarios, los impulsores del proyecto adquirieron el apoyo necesario para iniciar su proyecto.

“Invertimos en la compra del MindWave, de la firma NeuroSky, y del Emotiv, de la marca Epoc. Son dispositivos de interface cerebro-computador”, contó Moacir Fonseca.

El MindWave sirve para censar datos de la parte frontal del cerebro y el Emotiv, que tiene 16 terminales, recibe información de distintas partes del cerebro. “La idea es desarrollar un *software* que posibilite captar estas señales y transmitirlos a diferentes equipos electromecánicos, tales como una silla de ruedas con un brazo robótico integrado, que les permita a las personas con diferentes tipos de compromiso motor o con parálisis transportarse sin depender de la ayuda de otra persona”, agregó Fonseca.

Mediante el uso de técnicas de comprensión de datos y aprendizaje repetitivo, el grupo Neurobotics también planea desarrollar un *software* que pueda adaptarse a las diferentes señales de las personas, con el fin de crear aplicaciones para controlar mediante órdenes cerebrales el encendido y apagado de la iluminación de una casa, el funcionamiento de electrodomésticos e incluso de los dispositivos de juegos.

Perspectiva integral

Luis Ángel Cubero explicó que lo que ellos hacen es captar señales del cerebro por medio de sensores como el MindWave y el Emotiv, lo que les sirve para identificar datos sobre el voltaje, para luego tratar de interpretarlos y transformarlos en órdenes que irían hacia el mecanismo que se quiera controlar.

“Hablamos del control de máquinas por medio del cerebro, ya existen trabajos similares en el mundo. Nosotros venimos a innovar en cuanto a que aterrizamos el producto para aplicarlo a personas

con algún compromiso en su movilidad. Esto lo desarrollamos en conjunto con una profesional graduada en educación especial (Marcela Brenes Camacho), quien identificó los requerimientos técnicos necesarios para adaptar el dispositivo a las necesidades”, destacó Cubero.

Este grupo de estudiantes de la UCR tuvo claro que debía generar un producto apto para todo tipo de personas, pues su objetivo es que el dispositivo sea versátil, adaptable y disponible para todas. Para Cubero, “estas condiciones en las personas no vienen solas, sino que están acompañadas de otras variables, y como ingenieros no sabíamos eso, fue Marcela quien nos lo hizo notar”.

Si la parte cognitiva de una persona funciona de forma satisfactoria, entonces ella puede controlar cualquier tipo de dispositivo mediante el uso de la tecnología desarrollada en el proyecto Neurobotics. Las características propias de cada persona son tratadas de forma personalizada, independientemente del tipo de dificultad motora que tenga, detallaron los investigadores.

“Nosotros trabajamos con un algoritmo de clasificación de señales que nos permite identificar que una señal en la cabeza de una persona significa una cosa y otra señal en la cabeza de otra persona significa otra. Así se pueden desarrollar tratamientos personalizados que respondan a las características y al funcionamiento de cada cerebro”, indicó Orozco.

En Costa Rica es ilegal hacer pruebas médicas en personas; por lo tanto, los mismos estudiantes ensayaron con el equipo. “Logramos controlar y dar instrucciones a un carro de juguete y a una pinza. Queremos probar con algún dispositivo más realista como una silla de ruedas e investigar sobre *hardware* libre para que el proyecto se desarrolle en esta línea”, puntualizó Moacir. ■



Casi una tercera parte de las 14 000 hectáreas de arroz sembradas en la zona sur del país se encuentran en los alrededores del Humedal Térraba-Sierpe, lo que contribuye a su contaminación con residuos de plaguicidas (foto Ibus Sánchez).

Estudio sobre agricultura, salud y ambiente: Plaguicida usado en piña presente en Humedal Térraba-Sierpe

Mientras unos se comen la piña, a otros les duele la “panza”. Este refrán describe el impacto que en el Humedal Térraba-Sierpe están provocando los plaguicidas utilizados en la agricultura extensiva de la zona sur del país, según un estudio de la Universidad de Costa Rica (UCR). Este mostró la presencia de residuos de bromacil y ametrina, que se usan en la producción de piña y caña de azúcar, respectivamente.

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

En los alrededores del Humedal no se siembra piña ni caña de azúcar, ni tampoco los productores han reportado el uso de estos plaguicidas en

la siembra de arroz, palma africana, plátano o banano, pues estas sustancias no están indicadas para ninguno de estos cultivos.

Entonces, ¿de dónde proceden? Los investigadores aseguran que las trazas de ambos herbicidas son transportadas por los sedimentos y el agua hasta el Humedal. El bromacil probablemente salió de los cultivos de piña de la cuenca alta del río Grande de Térraba, en los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón.

Este es uno de los hallazgos principales de la investigación *Estudios en economía agrícola, salud y ambiente*, que tiene como objetivo contribuir al conocimiento de las relaciones entre la agricultura, la salud humana y la salud de los ecosistemas en el Humedal Térraba-Sierpe, ubicado en el cantón de Osa, provincia de Puntarenas.

La identificación de este tipo de sustancias en puntos asociados con el Grande de Térraba es un indicador no solo del alto grado de contaminación de este río, sino que también sirve para alertar a las autoridades y a la población sobre la eventual presencia de los ingredientes activos

de esos productos en los organismos vivos, como los peces u otras especies de consumo humano.

“El río Grande de Térraba tiene una carga muy alta de sedimentos probablemente debido en parte a la erosión del suelo en los cultivos de piña, que es una de las consecuencias reportadas para este tipo de actividad productiva. El país debe buscar una solución al problema de la piña”, consideró el M.Sc. Alejandro Muñoz Rivera, biólogo del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA).

Muñoz participa en el estudio junto a un equipo interdisciplinario de especialistas compuesto por ingenieros agrónomos, economistas agrícolas, microbiólogos y biólogos del Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Empresarial (Cieda) y del CICA, de la UCR. El estudio se enmarca en los proyectos adscritos al Programa Institucional Osa-Golfo Dulce (Piosa). Se inició en 2013 y concluye en 2016.

El coordinador del proyecto e investigador del Cieda, M.Sc. Gerardo Cortés Muñoz, explicó que el trabajo comprende la caracterización de los sistemas agropecuarios localizados en las áreas aledañas al Humedal, con el fin de conocer las prácticas agrícolas de las principales actividades productivas y su impacto social, económico y ambiental en la zona.

Hasta el momento se ha trabajado con dos sistemas productivos: arroz y palma africana; queda pendiente el análisis de los otros dos escogidos: ganadería de carne y plátano.

La evaluación de la calidad del agua -elemento que une a todos los ecosistemas del lugar-, de la contaminación con plaguicidas y con otros agentes, les ha permitido a los investigadores llegar a algunas conclusiones sobre el estado actual del Humedal, sitio Ramsar de importancia internacional que el país debe proteger.

Sistemas productivos

El estudio parte del concepto de la agricultura como un agrosistema, dentro del cual el productor es un actor relevante. De allí que se realizan diagnósticos de las prácticas agrícolas: cómo siembran, cómo fertilizan, cómo controlan las plagas y las enfermedades, entre otros aspectos. “De estas prácticas se generan desechos orgánicos, de fertilizantes y agroquímicos, que salen del sistema productivo y ocasionan impactos en los ecosistemas”, expresó Cortés.

Según el economista agrícola, algunos de estos efectos se derivan del uso intensivo del suelo que por casi 60 años realizó la Compañía Bananera durante el siglo pasado en la zona sur. “Hay una historia agrícola con gente que resultó afectada por el uso de productos prohibidos. Cuando la Compañía se fue (a principios de los años 80), surgieron asociaciones, cooperativas y empresas privadas que tomaron esas tierras y empezaron a producir y a diversificar”, comentó.

Además de lo ambiental, se evalúa la parte socioeconómica del sistema productivo. “Bien o mal –opinó Cortés– esas actividades agrícolas generan empleo y riqueza regional, y eso es importante para el país”.

En la actualidad, en esa región hay sembradas 14 000 hectáreas de arroz y casi la tercera parte están en los alrededores del Humedal. También existen grandes extensiones de palma africana (más de 7000 hectáreas), cultivo que ha crecido de forma considerable en las últimas décadas.

La pesca artesanal de piangua –que se comercializa en el mercado nacional– es un recurso natural muy importante para la supervivencia de las comunidades de la zona. Asimismo, la ganadería de carne y el turismo, asociado a los manglares y a las esferas precolombinas, contribuyen a la economía de la zona y a la generación de empleo, precisó el especialista.

Sigue habiendo un problema de tenencia de la tierra, ya que una gran cantidad de fincas que pertenecen al Estado fueron invadidas.

“Hay impactos que vienen desde hace mucho tiempo. La gente se ha ‘comido’ los manglares para sembrar, lleva sus cultivos hasta las orillas de los ríos. Para ellos esto es normal, es con lo que han vivido toda su vida”, señaló Alejandro Muñoz.

Calidad del agua

Para la obtención de información sobre la calidad del agua, los investigadores seleccionaron nueve puntos de muestreo (ver mapa) dentro del Humedal, de acuerdo con parámetros como el uso del suelo, características de los sistemas productivos y su relación con los cuerpos de agua.

Ellos recogen estas muestras dos veces al año: en la estación seca y en la lluviosa y las analizan en los laboratorios de Calidad de aguas, Ecotoxicología y Residuos de plaguicidas del CICA.

Muñoz detalló que contemplan la contaminación orgánica e inorgánica del agua. Para ello analizan factores físico-químicos, tales como la acidez, temperatura, cantidad de sedimentos disueltos, nitratos, nitritos, fosfatos y otras sustancias ligadas a fertilizantes.

Además, examinan diferentes propiedades del agua según la familia y la cantidad de organismos invertebrados encontrados en ella, los cuales presentan diferentes grados de sensibilidad a la contaminación. Por medio de estos bioindicadores se detectan cambios y se evalúa el efecto de distintos tipos de contaminación de los cuerpos de agua sobre los organismos presentes en estos.

Si en los monitoreos se observa que hay presencia de estos organismos y en algún momento la situación cambia, significa que algo puede estar pasando, aclaró Muñoz.

En relación con los plaguicidas –agregó– se hace el reconocimiento de moléculas o ingredientes activos de los productos y sus concentraciones; es decir, de los residuos que quedan en el ambiente.

Por último, se efectúa un análisis microbiológico del agua para detectar coliformes totales y fecales y *Escherichia coli*, bacteria presente en los intestinos de humanos y de animales de sangre caliente y, por ende, un indicador de contaminación fecal.

Importancia del Humedal

El Humedal Térraba-Sierpe fue declarado en 1995 Sitio Ramsar por su riqueza natural, por lo que el país adquirió el compromiso internacional de su conservación y uso sostenible.

Con más de 32 000 hectáreas, es el manglar más grande de la costa del Pacífico costarricense.

Está conformado por la cuenca baja del río Grande de Térraba y el río Sierpe. Ambos forman el Delta del Diquís.

Universidad de Costa Rica
Vicerrectoría de Investigación

822-B2-A05
Estudios en economía agrícola, salud y ambiente

Usos del suelo

- Humedal Térraba-Sierpe
- Forestal
- Arroz
- Pastos
- Palma africana
- Mixto
- Plátano
- Urbano
- Camaronera
- Otros

■ Otras Áreas Protegidas

- Pueblos
- Puntos muestreo

— Ríos

Cartografía digital por
Géog. Anthony Sibaja S.
CRTM05
Fuentes:
ITCR, 2008
Trabajo de campo, 2013



Como parte de la metodología para analizar la calidad del agua del Humedal Térraba-Sierpe, ubicado en el cantón de Osa, los investigadores definieron nueve puntos de muestreo, según parámetros como el uso del suelo (ilustración cortesía del M.Sc. Gerardo Cortés).

Contaminación del Humedal



Una de las mayores riquezas del Humedal Térraba-Sierpe son los bosques de manglar, de donde las comunidades extraen la piangua, recurso de gran importancia para su supervivencia (foto Ibux Sánchez).

Los primeros resultados del estudio revelan la presencia de trazas de fungicidas, insecticidas y herbicidas, entre los cuales sobresale el bromacil en varios puntos del muestreo. También se identificaron residuos de los insecticidas clorpirifó y forato, del fungicida triadi-

mefon y de insecticidas aplicados en la siembra de arroz.

En cuanto a la palma africana, los especialistas señalaron que se trata de un cultivo con un crecimiento desmedido, ya que todas las fincas improductivas y

grandes plantaciones de arroz se están convirtiendo en palmares.

El principal problema asociado al cultivo de palma es la pérdida de biodiversidad, ya que es común que los cultivos invadan los terrenos del Humedal, cuya área no está bien demarcada.

La interpretación de los análisis de aguas dio como resultado agua "muy mala, extremadamente contaminada" en el punto de muestreo ubicado cerca del puente sobre el río Térraba, que es por donde ingresan las aguas de este río al Humedal. Aquí solamente se identificaron tres familias de organismos durante el muestreo más reciente realizado en abril pasado: mosquitos de la familia Chironomidae, caracoles de la familia Thiaridae y libélulas de la familia Gomphidae.

La mayoría de los lugares muestreados asociados a cultivos se encuentran en categorías muy bajas y únicamente los ríos que drenan la laguna Sierpe presentan una calidad de agua "regular", según el índice BMWP-CR, utilizado para interpretar los resultados del biomonitorio. En esta área de manglares y de donde se extraen la pianguas se reconocieron 15 familias de invertebrados.

Los coliformes fecales fueron identificados en tres sitios con valores superiores a 2000 NMP/100 mL, lo que

significa, según el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de la Ley General de Salud, que es agua con contaminación severa; por lo tanto, no debe utilizarse para consumo humano, acuicultura, actividades recreativas o como fuente de conservación de las comunidades acuáticas. En la laguna de Sierpe se identificó *E. Coli* en una cantidad de 1986,3 NMP/100 mL, agua que puede usarse para consumo humano solo con desinfección. En el resto de puntos muestreados el agua presentó una contaminación moderada, de 1000 a 2000 NMP/100 mL.

De acuerdo con la microbióloga Paula Alfaro Montero, investigadora del CICA, los coliformes fecales, como la *E. coli*, representan un riesgo para la salud humana.

Los resultados de la investigación han sido expuestos en las comunidades ubicadas cerca del Humedal, en instituciones estatales y en talleres de capacitación con productores. Sin embargo, el grupo más importante de abordar y el de más difícil acceso es la "gran agricultura"; es decir, los agricultores con fincas que oscilan entre las 300 y las 2000 hectáreas, concluyeron los investigadores.



La Dra. Lela Taliashvili es directora del Cinespa y coordinadora del Planetario de San José, de la UCR. Natal de la República de Georgia, la astrofísica llegó a Costa Rica en la década de 1990 (foto: Laura Rodríguez).

Investigan las causas de fuertes erupciones solares

El estudio analiza regiones ecuatoriales del sol con gran carga electromagnética asociadas a erupciones del plasma y partículas energéticas por la desaparición de filamentos.

Luis Fernando Vargas Vega
luis.vargasvega@ucr.ac.cr

El sol: allí, imponente, siempre brillante. Nuestra estrella es un misterio, un enigma que se revela lento, al paso de los siglos, por medio del ojo científico.

Una nueva parte de los secretos de nuestra estrella se está esclareciendo aquí, en Costa Rica: un grupo de astrofísicos del Centro de Investigaciones Espaciales (Cinespa), de la Universidad de Costa Rica (UCR), y del Observatoire de Paris-

Meudon, en Francia, presentaron los resultados preliminares de un estudio planteado a largo plazo.

Con esta investigación se busca entender las grandes erupciones de partículas energéticas recurrentes en zonas de la superficie solar caracterizadas por la concentración de filamentos o prominencias –compuestos por plasma–, esto debido a la emergencia de flujos electromagnéticos, algunos de ellos con mucha estabilidad.

Los datos arrojados por la investigación fueron expuestos en la décima edición de la Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (Colage), celebrada en setiembre pasado en Perú. En el estudio participaron la Dra. Lela Taliashvili y las magistras Heidy Gutiérrez y Mónica Sánchez, del Cinespa, y el Dr. Zadig Mouradian, del Observatoire de Paris-Meudon.

Los científicos asociaron dos perturbaciones en la magnetósfera terrestre, ocurridas durante el año 2000, con las erupciones de un filamento causadas por el fenómeno de Desaparición Dinámica

Repentina. Estas explosiones se dieron junto con Eyecciones de Masa Coronal (EMC) –fenómeno altamente energético y geoeffectivo–.

Tales perturbaciones en el campo electromagnético de nuestro planeta se catalogan como tormentas geomagnéticas intensas, con un impacto de -90 y -75 nanoteslas. “Estos eventos precedieron a dos tormentas muy intensas con perturbaciones hasta -200 nanoteslas”, explicó Taliashvili, investigadora principal del estudio.

“Encontramos que se formaron concentraciones de filamentos que giraban en torno a un punto con un campo electromagnético muy fuerte, como si fuese un punto de pivote, un imán. Además, cerca de la base de los filamentos emergieron flujos electromagnéticos que al desaparecer crearon la desestabilización de la estructura y su consecuente erupción, debido a la reconexión magnética”, añadió la científica.

Estas expulsiones de plasma solar resultaron muy fuertes a causa del intenso campo electromagnético de la región y a la reconexión magnética. El fenómeno también causó la reorganización del campo magnético solar a gran escala.

Las investigadoras analizaron seis filamentos de larga vida que se encontraban entre las latitudes 40.º norte y 40.º sur de la superficie del sol. “Es una región en donde se forman los campos magnéticos más fuertes, ya que la rotación del astro es más veloz en ese sector ecuatorial”, explicó Taliashvili.

Los filamentos, estructuras cargadas eléctricamente, pueden desaparecer por dos procesos: Desaparición Dinámica Repentina, causada, principalmente, por la reconexión magnética, que termina con una erupción total o parcial, generalmente fuerte, la cual tarda tres o cuatro días en llegar a la Tierra; o Desaparición Termal Repentina, en el cual el filamento se calienta y se deshace sin expulsar plasma al espacio. El tiempo de vida de estas prominencias es variable: pueden durar unos días, varias semanas o meses.

Fenómeno energético

“Realizamos la investigación debido a que el ecuador del sol se caracteriza por concentrar actividad muy energética que afecta el campo electromagnético terrestre. Es muy importante entender los procesos físicos que se están desarrollando para tener la capacidad de hacer predicciones más eficientes, porque podría ser peligroso para nuestro planeta”, afirmó la científica del Cinespa.

Taliashvili expresó que, a pesar de que la formación de filamentos es periódica, las erupciones de tales estructuras magnéticas con una carga energética tan grande no son frecuentes: tan solo ocurren 10 o 12 veces al año.

“La gran cantidad de energía que altera el campo electromagnético de la

Tierra puede perturbar la ionosfera y la atmósfera, causando una mayor filtración de rayos cósmicos solares y, por tanto, más radiación. Además, puede tener consecuencias en la biosfera, porque puede provocar la desaparición anómala de especies, incluyendo los animales sensibles, ya que estos evitan las regiones con elevada radiación”, declaró.

A su vez, las partículas energéticas liberadas por estas explosiones pueden provocar daños a los astronautas y a los satélites. No obstante, al ser explosiones lentas y al tener predicciones de los flujos magnéticos emergentes y los puntos de pivote, hay tiempo para repositionar los satélites y que no reciban el impacto directo. También se puede reprogramar la salida de astronautas al espacio, con el fin de que no sean expuestos a radiación peligrosa.

“Sin embargo, la tarea de predecir el clima espacial sigue siendo complicada y requiere más estudios, especialmente sobre los fenómenos geoeffectivos”, afirmó la astrofísica.

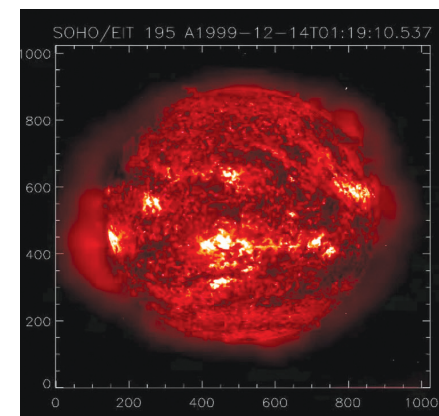
Estudio de mapas

Para elaborar la investigación se estudiaron mapas de filamentos de larga vida, proporcionados por el Observatoire de Paris-Meudon, que mostraban el comportamiento de estos filamentos en la superficie del sol entre 1999 y el 2001.

Por otra parte, se analizaron las imágenes de alta resolución temporal y espacial obtenidas por telescopios terrestres y espaciales. “Elegimos seis filamentos de larga vida, hasta de 14 meses, y los monitoreamos. Trabajamos por medio de ciclo solares, que duran aproximadamente 30 días”, dijo Taliashvili.

Los mapas de los filamentos se estudiaron en conjunto con los mapas magnéticos para asociar la concentración de filamentos con zonas de alta y estable concentración magnética y su evolución.

El estudio continuará con el análisis de filamentos en diferentes etapas de otros ciclos solares. ■



El sol captado por medio del Telescopio de Imagen Ultravioleta Extrema, de la nave Solar and Heliospheric Observatory (SOHO). Imagen: Cortesía de Lela Taliashvili.