

Ciencia en resistencia

Científicos alrededor de todo el mundo marcharán el próximo 22 de abril, Día de la Tierra, en la que podría ser la mayor manifestación mundial en defensa de la ciencia, de cara a una época en la que las pseudociencias parecen ganar impulso. Costa Rica se sumará a este llamado con una concentración en la Plaza 24 de abril de la UCR en San Pedro de Montes de Oca. Págs. 2 y 3.

Foto NASA

La ciencia en pie de lucha

Con más de 420 eventos alrededor de todo el globo, la Marcha por la Ciencia -March for Science- busca hacer un llamado sobre la importancia de la ciencia y de la investigación para el mundo. Costa Rica no se queda atrás en este reclamo.

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

Imaginar a Neil Armstrong cuando pisó por primera vez la luna o a una química como Dorothy Crowfoot Hodgkin concentrada en su laboratorio en el estudio de la estructura de la insulina a través de rayos X puede resultar una tarea sencilla, si consideramos que son los retratos más usuales que asociamos al quehacer científico.

Imaginar, sin embargo, a esa misma comunidad de personas dedicadas a la ciencia tomar las calles y marchar para defender la importancia de lo que hacen, de repente no resulta tan simple. Pero está sucediendo.

Se trata de la Marcha por la Ciencia, una movilización que -según el criterio de los organizadores- podría convertirse en la mayor manifestación mundial en

defensa de la ciencia, programada para el próximo 22 de abril, Día de la Tierra.

Miles de científicos y científicas alrededor de todo el planeta se reunirán con el propósito de demostrar que la ciencia va mucho más allá de solo ecuaciones y conceptos complejos, y que su impacto en la vida cotidiana es mucho mayor del que solemos estar conscientes.

No se trata de una marcha “de científicos para científicos”. La convocatoria pretende incluir tanto a personas que hacen ciencia, como a toda la sociedad civil, gente que crea en el conocimiento y que abogue por la creación de políticas públicas y la toma de decisiones basadas en evidencias científicas.

El evento principal se llevará a cabo en Washington D.C. y también hay otras marchas programadas a lo largo y ancho de Estados Unidos, país donde se originó la iniciativa y cuya fuente de inspiración más inmediata es quizás la Marcha de las Mujeres del pasado ocho de marzo.

Costa Rica ha hecho eco de ambas manifestaciones. En el caso de la Marcha por la Ciencia los preparativos para el 22 de abril los realizan estudiantes universitarios y representantes de la Federación de Estudiantes de la Universidad de Costa Rica (Feucr), con el apoyo de algunos profesores e investigadores de esta misma universidad.

Aunque lleva también el nombre de “marcha”, la de nuestro país será una concentración en la Plaza 24 de abril de la UCR, en su Sede Rodrigo Facio. Es un evento oficial, al igual que los más de 420 en todo el mundo que hasta el momento se han registrado en la página web oficial de la Marcha.

“Un reto ha sido que la gente de afuera no se sienta excluida, porque se puede creer que la marcha es solo para gente con cierto grado académico, y en realidad el panorama es mucho más amplio. A los científicos tratamos de explicarles que no es una marcha ‘quematarros’, ni nada agresivo”, explica Mary Rojas, estudiante de Biología y miembro de la Comisión de Ciencias Básicas de la Feucr.

“No estamos marchando en contra de Trump”, agrega Andrés Beita, estudiante egresado también de Biología y vocero de la marcha. “No es un asunto sobre políticos ni sobre científicos, es un asunto sobre ciencia. No vamos a tapar calles, queremos visibilizar nuestro trabajo y empezar a mezclar la ciencia con la sociedad”, añade.

Ciencia sin mordazas

De los científicos se sabe que, al menos la mayoría, es un poco reacia a saltar al terreno político. Entonces, ¿qué los motiva a dejar los laboratorios y la academia?

La respuesta no es muy difícil, cuando vemos que el presidente de uno de los países más poderosos del mundo publica, en su cuenta de Twitter, que el cambio climático es un invento de los chinos para restarle productividad a la industria estadounidense.

La llegada de Donald Trump a la presidencia de Estados Unidos (EE. UU.) plantea un cambio en la dinámica de cómo, para qué y para quién se hace ciencia en ese país. Su evidente escepticismo en relación con la incidencia del ser humano en el cambio climático, y los intentos por silenciar, manipular y detener las investigaciones sobre el tema fueron señales de alarma que la comunidad científica local e internacional decidió no pasar por alto.

“Una característica interesante de esta marcha, con este alcance global, es que ha permitido que muchos científicos tomen conciencia del papel que juegan la política y la economía dentro de, y para favorecer o no, el desarrollo y el conocimiento científico”, explica Ronny Viales Hurtado, director del Posgrado Centroamericano de Historia y coordinador del Programa de Investigación sobre Ambiente, Ciencia, Tecnología y Sociedad de la UCR.

Otra de las acciones de Trump que no pasó desapercibida es la elección de Scott Pruitt, también escéptico del cambio climático y defensor del petróleo, con un amplio historial de acciones interpuestas contra la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), al frente de esta institución.

A la lista de preocupaciones, la comunidad científica añade las restricciones migratorias, lo que limitaría el intercambio de conocimiento y el avance de proyectos que se hacen con universidades extranjeras; los recortes a los presupuestos para investigación y la normalización de los “hechos alternativos” para referirse a información falsa o imprecisa emitida desde el Gobierno.

“Un hecho alternativo no existe, es una mentira, y eso es lo que en gran



Henriette Raventós Vorst
Genética humana UCR

“Como científica yo me involucro en estos temas, porque uno debe defender, en esta era de la post verdad, la importancia del quehacer científico, del conocimiento. La ciencia contemporánea es de colaboraciones, es internacional, es de libertad y de que estos descubrimientos sean parte de lo que se usa para decidir políticas públicas”.



Marino Protti
Sismólogo UNA

“La reacción no es contra Trump, ni es política. Se trata de gente que, por lo general, ha mantenido una neutralidad política, que tiene una formación académica importante y que ve que hay una amenaza para el planeta. El caso particular de EE.UU. es lamentable, porque el recorte de fondos para la investigación tiene un impacto social enorme”.



Pedro León Azofeifa
Biólogo. Presidente de la Academia Nacional de Ciencias

“La ciencia y el conocimiento deben estar disponibles para toda la humanidad. Cualquier cosa que inhibe el intercambio científico y la educación va en contra del principio de la visión de la ciencia como un conocimiento global que todos debemos compartir. Esta marcha es una manifestación a favor de la racionalidad en el mundo”.



Alice Pérez Sánchez
Química UCR

“Queremos la libertad y el respeto que merecemos como cualquier otro grupo, indicando además la importancia que tiene la actividad que hacemos. No somos esas personas retraídas y demás estereotipos que existen sobre la persona de ciencia. Queremos un mundo mejor, queremos contribuir a través de lo que hacemos”.

medida, como científicos, la comunidad está tratando de combatir. Esta es una marcha por la verdad, por resguardar la rigurosidad y la importancia del método científico para descubrir la verdad”, apunta Carlos Alvarado Briceño, presidente de la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio (ACAEE).

Una misión loable cuando nos enfrentamos a una época en la que los hechos comprobables y la evidencia parecen tener menor peso que lo emocional para formar opinión pública o tomar decisiones. Es la llamada era de la *post verdad*, un término

elegido como la palabra del año 2016 por el diccionario de Oxford. La verdad, o lo que se puede demostrar como verdad, se volvió algo irrelevante.

Retos

La posibilidad de que la Marcha por la Ciencia se convierta en un movimiento social sostenido en el tiempo está todavía por verse.

Por eso, para el historiador Viales es mejor tomarla como un punto de partida

importante que, a la vez, plantea retos relevantes para América Latina.

“El movimiento no está convocado para romper las brechas científicas, sino para apoyar el planteamiento que viene desde EE.UU. Para que se transforme en un movimiento como tal, también hay que contextualizarlo en nuestros países y lograr aterrizar algunos de sus objetivos a las necesidades propias que nosotros tenemos”, señala el académico.

Viales agrega que si pensamos en el contexto de la región latinoamericana existe una tendencia en los gobiernos

neoliberales “a reducir el presupuesto para investigación en ciencias en general, a contratar menos investigadores. Eso de alguna manera va a impactar el futuro”.

Mientras tanto, los esfuerzos por sumar más voces a la causa científica continúan.

“Si nos ponemos a ver cuáles son los países más desarrollados y cuáles son los que tienen un mayor desarrollo científico, hay una relación importante. Una mejor ciencia permite tomar mejores decisiones”, concluye Andrés Beita, vocero de la marcha en Costa Rica. ■



Gabriela Marín Raventós
Ciencias de la Computación UCR

“La conformación de los grupos científicos en las universidades y en los laboratorios de investigación generalmente tienen un componente muy fuerte de inmigrantes de todas partes del mundo. Creo que el mayor impacto a largo plazo de las políticas de Trump va a ser que muchos científicos que se mueven hacia EE.UU. para potenciar sus capacidades científicas no lo hagan, y el país podría perder hegemonía científica”.



Marcela Hernández Jiménez
Física UCR

“La marcha es importante no solo por la defensa en sí de la investigación, sino por la educación de la sociedad. Tal vez llegamos a un punto donde si queremos que se nos empiece a tomar en cuenta, hay que hacer un esfuerzo más grande para alcanzar a la gente del día a día, la que nosotros queremos que entienda por qué consideramos importante la inversión en educación científica y tecnológica”.



Lepolt Linkimer Abarca
Sismólogo UCR

“El hecho de que a veces no nos manifestemos no quiere decir que siempre estemos conformes. En el caso del área de las geociencias todo está muy relacionado con el impacto que tienen ciertos eventos geológicos en la sociedad. Desde allí nosotros intentamos justificar el quehacer nuestro para que las autoridades entiendan su importancia y no corten el financiamiento”.



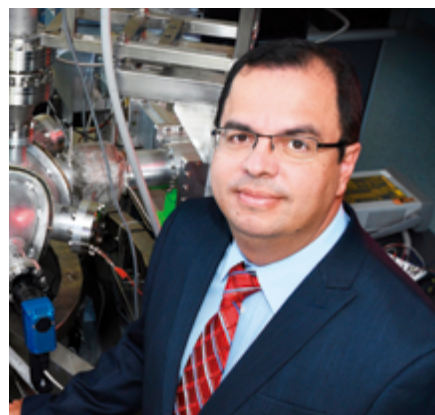
Lela Taliashvili
Astrofísica UCR

“Cualquier persona científica, particularmente en astronomía, no piensa sólo en la siguiente generación, sino en cadenas de generaciones, porque muchos de sus resultados ven su importancia o aplicación tal vez 100 años después. Los recortes a la investigación no son algo local o discreto, sus efectos podríamos verlos a más largo plazo, porque el apoyo que le quitamos a las actuales generaciones le corta el camino a las que debían seguir construyendo sobre ese conocimiento”.



Hugo Hidalgo León
Hidrólogo UCR

“Esta marcha es muy simbólica, es manifestar que queremos que se respete la ciencia como una manera adecuada de enfrentar los problemas y de proveer soluciones para la sociedad. Es muy difícil, porque los políticos tienen mucho poder y todo depende de cómo una sociedad valore a la comunidad científica”.



Iván Vargas Blanco
Físico TEC

“Yo soy de la idea de que cada país debe tener a la ciencia como algo prioritario, porque es la que nos genera el conocimiento que luego se convierte en tecnología y que contribuye al desarrollo. Ese conocimiento no puede ser manipulado o limitado por intereses políticos o de grandes empresas”.



Lizbeth Salazar Sánchez
Médica y cirujana UCR

“Es una meta para nosotros evidenciar que la ciencia es parte del quehacer cotidiano, que no es algo abstracto. El sentido de los proyectos y la investigación, en el caso del área de salud en Costa Rica, es en beneficio de la misma población. El problema, a veces, es que la política tiene mucho ruido de fondo y nosotros estamos muy calladitos trabajando y eso nos afecta negativamente”.



Giselle Tamayo Castillo
Química. Presidenta Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicit)

“Tienen que darse ciertas circunstancias para que un descubrimiento o una generación de conocimiento se interiorice y se refleje en algo tangible. Es difícil, porque nosotros debemos comenzar a inculcar el amor por la ciencia desde las edades más tempranas. Pero en Costa Rica no se ve eso”.

Notas breves



Emisiones mortíferas

De acuerdo con un informe publicado en la revista *Environmental Research Letters* se estima que los autos manipulados por la empresa Volkswagen y vendidos entre 2008 y 2015 podrían causar 1200 muertes prematuras en Europa.

Millones de autos diésel de Volkswagen fueron manipulados informáticamente para "falsear" los resultados de las pruebas de emisiones, hecho que el fabricante alemán aceptó en el 2015.

"Los investigadores estiman que 1200 personas en Europa morirán de forma prematura, perdiendo hasta una década de vida, como resultado del exceso de emisiones generadas", indicó el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), que participó en el estudio.

De estas muertes, 500 ocurrirán en Alemania y el resto en los países vecinos, como Polonia, Francia y República Checa, detalló el citado informe.

El mismo equipo de investigadores había estimado en estudios previos que el exceso de emisiones de los 482 000 autos trucados de Volkswagen vendidos en Estados Unidos causarían 60 muertes prematuras en este país.

En esta ocasión, los científicos hicieron el análisis del impacto sanitario de 2,6 millones de unidades trucadas y vendidas en Alemania por Volkswagen bajo las marcas VW, Audi, Skoda y Seat.

La contaminación del aire "es ajena a las fronteras, las traspasa directamente", indicó el coautor del estudio Steven Barrett, del MIT. "Por lo tanto, un auto en Alemania puede tener impactos significativos en los países vecinos, especialmente en zonas densamente pobladas como el continente europeo", agregó.

Por otro lado, Noruega se está convirtiendo en un ejemplo a seguir en cuanto a transporte no contaminante. Este país reportó que la mitad de vehículos vendidos en su territorio el primer bimestre de este año son eléctricos o híbridos. Para el 2025 Noruega se propone prohibir la venta de autos que utilicen únicamente combustibles fósiles. ■

Fuente: AFP

Foto: Internet



Contaminación es mortal para niños

La Organización Mundial de la Salud (OMS) mostró datos alarmantes acerca de la relación entre la contaminación del medio ambiente y el fallecimiento de niños menores de cinco años.

Según la entidad, cada año los riesgos medioambientales (contaminación del aire interior y exterior, tabaquismo pasivo, insalubridad del agua, higiene insuficiente, entre otros) provocan la muerte de 1,7 millones de niños menores de cinco años en todo el mundo.

"Un medioambiente contaminado es mortal, en especial para los pequeños" se lamentó la Dra. Margaret Chan, directora de la OMS.

Una de las causas más comunes son las infecciones respiratorias, como la neumonía, provocadas por la contaminación del aire y el tabaquismo pasivo. Se estima que unos 570 000 niños fallecen al año por este tipo de enfermedad.

Otra de las enfermedades más comunes por la cual mueren anualmente más de 360 000 menores es diarrea crónica, al no contar con medios adecuados de higiene y agua potable.

"Los niños son particularmente vulnerables a la contaminación del aire y del agua, ya que sus órganos y su sistema inmunitario están en desarrollo, y su organismo, en particular sus vías respiratorias, son de pequeño tamaño" añadió Chan.

Según la OMS, gran parte de las enfermedades que causan estos fallecimientos (paludismo, enfermedades diarreicas o neumonía) podrían ser evitadas con medidas que "reduzcan los riesgos medioambientales, como el acceso al agua potable y la utilización de combustibles adecuados para la preparación de alimentos".

Por otra parte, el cambio climático juega un rol fundamental en el tema, ya que hace elevar las temperaturas y los niveles de dióxido de carbono, lo que favorece la producción de polen, que está asociado a un aumento del asma en los niños, indican los informes. ■

Fuente: AFP

Foto: Internet



Antepasado europeo

Un cráneo fósil humano que data de 400 000 años, encontrado en Portugal, podría colaborar en aclarar la evolución de los antepasados humanos en Europa, en especial el origen de los neandertales.

Los neandertales, considerados primos del ser humano, desaparecieron hace unos 30 000 años.

Este hallazgo "marca una importante contribución a la comprensión de la evolución humana durante el período conocido como el Pleistoceno medio en Europa y en particular sobre el origen de los neandertales", al ser el cráneo fósil de homínido más antiguo encontrado hasta el momento, según un equipo de investigadores internacionales. El hecho se publicó en las Actas de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos.

"Este nuevo fósil es muy interesante, porque esta región de Europa es crucial para entender los orígenes y la evolución del hombre de Neandertal", explicó Rolf Quam, de la Universidad de Binghamton, Nueva York, y uno de los investigadores involucrados en el hallazgo.

El cráneo, encontrado en 2014, comparte rasgos anatómicos con otros fósiles de la misma época hallados en la parte norte de España, en el sur de Francia y en Italia.

Además, el fósil se relaciona directamente con las herramientas de la cultura achelense, las cuales son sofisticadas, talladas con otra piedra y con martillos suaves como la madera. El cráneo de Aroeira fue encontrado cerca de un gran número de estas herramientas de piedra, como bifaces y hachas pequeñas.

El cráneo, así como dos dientes que muestran signos de desgaste, indican que se trataba de un individuo adulto, del que no se han podido determinar ni el sexo ni la especie. Además, posee características morfológicas típicas de un neandertal, como el engrosamiento óseo pronunciado a nivel de las cejas. ■

Fuente: AFP

Foto: PNAS



Roberto Lemaître Picado*

Robo de identidad digital

Uno de los delitos informáticos que genera diversos problemas a la población del país y que además ha crecido enormemente a nivel mundial es el robo de identidad (*Identity theft* o "*ID theft*" en inglés). Este se produce cuando un individuo adquiere, transfiere, posee o utiliza información de una persona física o jurídica de forma no autorizada, con el fin de efectuar o vincularlo con algún tipo de acción delictiva.

El robo de identidad se puede generar con diversa información que nos identifica. El caso más común es que hagan uso de nuestra imagen, un escenario que ha estado ocurriendo en las redes sociales, donde las fotografías están al alcance de los ciberdelinquentes. Estos aprovechan la facilidad que ofrecen estas redes para utilizarlas en beneficio propio.

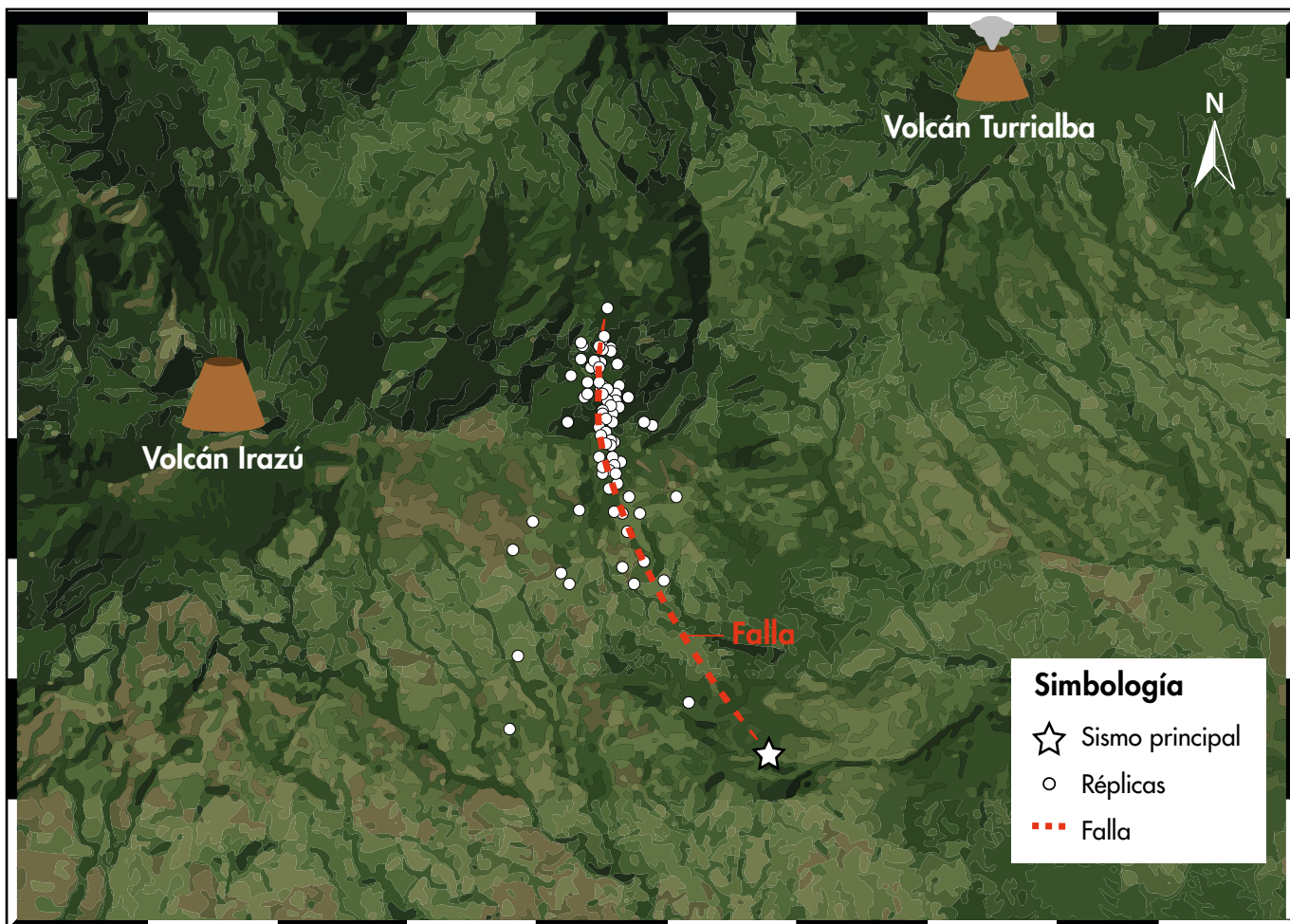
También es aprovechado el nombre, teléfono, domicilio, números de tarjeta de crédito y de cuentas bancarias, nombres del usuario y contraseñas, incluyendo información financiera o médica, y en general cualquier dato que nos identifiquen.

La ciberdelincuencia ha desarrollado diferentes métodos para engañar a las personas y tomar sus datos. Entre las técnicas para este tipo de acciones encontramos: El diseño y uso de software para recolectar información personal de manera maliciosa en computadoras y teléfonos móviles, el uso de correos electrónicos o sitios web falsos y lograr que las personas revelen información, con técnicas de *phishing* y *spam*, y el ataque a computadoras o teléfonos móviles para obtener datos personales.

La respuesta jurídica a esta problemática la encontramos en nuestro Código Penal en los artículos 230.- *Suplantación de identidad* y el artículo 233.- *Suplantación de páginas electrónicas*, los cuales buscan proteger la identidad de personas, empresas, instituciones y marcas, al permitir que se pueda denunciar en caso de que ocurra el robo de identidad y su utilización para suplantar a una persona física o jurídica.

La mejor recomendación que podemos dar es la prevención. Debemos poner énfasis en evitar que tomen nuestra información, es por eso que es sumamente importante tener contraseñas robustas, vigilar movimientos extraños en nuestras cuentas bancarias, resguardar nuestra información personal, no brindar públicamente información sensible y eliminar información cuando esta ya no se requiere. Estos son consejos que se pueden aplicar para evitar el robo de nuestros datos y la suplantación de nuestra identidad. ■

***Profesor UCR, abogado e ingeniero informático. Especialista en delitos informáticos**



La especie *B. minusculum*, también presente en el país, es muy similar a la encontrada por Bogarín y Karremans en Cacho Nede Cacho Negro es una de las principales diferencias (foto: Diego Bogarín).

Nueva falla entre volcanes

Una nueva falla activa se descubrió entre los volcanes Irazú y Turrialba. Sin embargo, no se ha determinado si guarda relación con la actividad de este último volcán.

Rebeca Madrigal López
rebeca.madrigal@ucr.ac.cr

Costa Rica es un país en constante movimiento y los expertos en sismología de la Universidad de Costa Rica (UCR) así lo constatan al señalar que diariamente se presentan al menos 16 sismos, muchos ellos, imperceptibles para la población.

En un país de 51 100 km² convivimos con 150 fallas activas y recientemente se agregó una a esta lista. La Red Sismológica Nacional (RSN), conformada por especialistas de la Universidad de Costa Rica (UCR) y del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), identificó una nueva falla, ubicada en los alrededores de dos volcanes activos, el Turrialba y el Irazú.

El descubrimiento de la falla se realizó durante la investigación posterior al sismo del 30 de noviembre del 2016 de magnitud (Mw) 5,5. Inicialmente, los científicos consideraron que el sismo se originó por la falla de Capellades,

localizada sobre el flanco sur de ambos volcanes, y que forma parte del Sistema de Fallas Aguacaliente.

Sin embargo, al analizar el sismo determinaron que este tuvo lugar en una falla antes desconocida que corta las cabeceras del río Toro Amarillo, al norte del Irazú y el Turrialba.

Dicho movimiento se percibió en gran parte del territorio nacional y debido a que ocurrió a poca profundidad se generaron intensidades altas en la zona epicentral. En las localidades de Capellades y Pacayas se reportaron daños en varias viviendas, deslizamientos y la caída de objetos; en Cervantes de Alvarado y Aquiares de Turrialba ocurrieron daños y hubo caída de objetos, lo mismo que en Cartago y Turrialba.

No todas las fallas son activas. De acuerdo con el Dr. Lepolt Linkimer Abarca, coordinador de la RSN, hasta no determinar que produce sismicidad, no se puede confirmar que una falla es activa. "El hecho de que los temblores estén alineados con esa traza de falla nos verifica que la falla está activa", afirmó el sismólogo.

El conocimiento de la nueva falla geológica activa en los alrededores de Capellades de Alvarado, en la provincia de Cartago, es muy importante para la población, ya que la topografía del terreno

tiene pendientes muy altas y se podrían desencadenar deslizamientos.

Además, dicha información científica es fundamental para que las autoridades puedan regular de forma adecuada el uso del suelo y se eviten las construcciones en las zonas más cercanas a la falla, puntualizó Linkimer.

Relación con el volcán

El área de los volcanes Irazú y Turrialba se encuentra cortada por múltiples fallas, muchas de ellas activas. Por ello, es común preguntarse si el estado de estrés tectónico causado por el movimiento del magma ubicado debajo del Turrialba pudo generar la activación de la nueva falla.

En la parte central del país existe una densa zona que se llama el Cinturón deformado del centro de Costa Rica, que se extiende de Puntarenas a Limón y se caracteriza por una alta densidad de fallas. Estas fallas responden a los esfuerzos tectónicos regionales de la subducción de placas, por lo que se encuentran relacionadas entre sí.

Linkimer explicó que no se registraron erupciones importantes del Turrialba en los días y semanas siguientes al sismo del 30 de noviembre del año pasado, lo que lleva a pensar que no hay relación entre ambos fenómenos.

Además, la RSN aún no tiene certeza de que el movimiento del magma en el Turrialba en los últimos años haya generado estrés en la zona y pueda haber activado la falla. Este sismo de 5,5 Mw es el primer temblor registrado en la zona desde el terremoto de 1952.

Según Linkimer, existe relación de las fallas con los volcanes, ya que son el producto de un proceso geológico de

gran magnitud que se conoce como la tectónica de placas y que se manifiesta en Costa Rica, especialmente por la subducción de la placa del Coco.

No obstante, la actividad sísmica y la volcánica no siempre están directamente relacionadas. Es decir, puede ocurrir un terremoto con epicentro en una falla ubicada dentro de un edificio volcánico, pero este evento no necesariamente responde a una erupción volcánica.

Adicionalmente, puede haber erupciones sin la ocurrencia de un sismo de magnitud alta. En muchos casos, por el contrario, sí se ha observado que luego de terremotos de magnitudes altas, se dispara la sismicidad en zonas volcánicas.

Por ejemplo, luego del terremoto de Limón se presentó sismicidad en el volcán Irazú. Además, se han observado erupciones volcánicas después de megaterremotos, como pasó en Chile en 1960.

En el informe preparado por estudiantes, geólogos y sismólogos de la RSN, se hace un análisis histórico de la sismicidad en el lugar en donde se identificó la nueva falla, así como el origen del temblor del 30 de noviembre del 2016 y sus consecuencias. El informe se encuentra en la página web de la RSN:

http://rsn.ucr.ac.cr/images/Noticias/2016_12/informe_sismo_capellades_2016.pdf ■

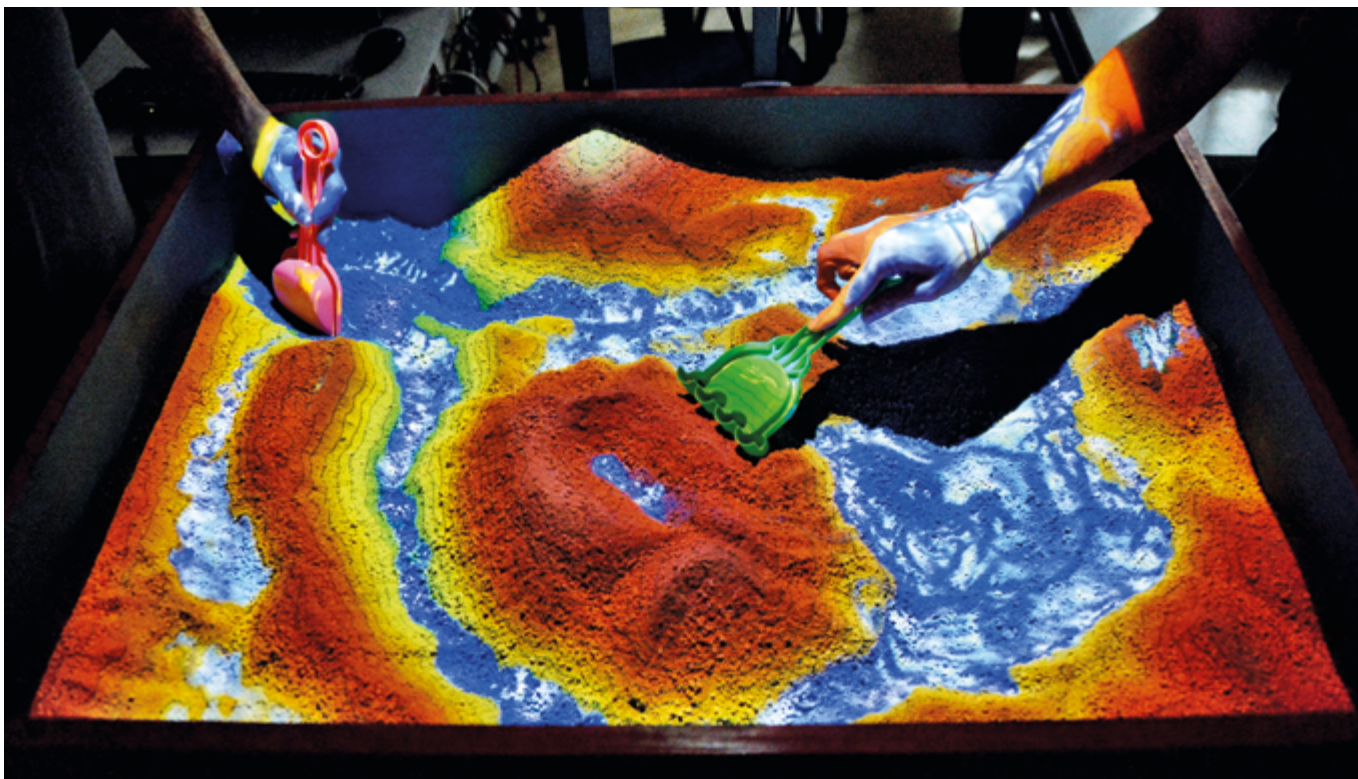
¿Cómo se descubre una falla?

La forma más sencilla para un especialista en Geología de detectar una falla consiste en observar sus manifestaciones superficiales. Se buscan elementos como los escarpes o pendientes muy pronunciadas, valles lineales, lagos y otros elementos geomorfológicos. Para ello suelen usarse imágenes de sensores remotos, como fotografías aéreas o imágenes de satélite.

Otra manera de reconocerlas es a través de estudios geológicos de campo. En estos casos se busca observar la falla expuesta en un afloramiento de rocas.

También pueden usarse los estudios de trincheras, técnica perteneciente al campo de la historia de la sismicidad, y los estudios geofísicos, los cuales son importantes en los casos en los que las fallas están ocultas o "enterradas" en sedimentos más recientes. Se hacen zanjas con una retroexcavadora y allí los geólogos buscan las fallas.

Finalmente, los estudios sismológicos son muy usados, pues los sismos son la manifestación del movimiento de las fallas. De esta forma, los sismos bien localizados facilitan la ubicación de las fallas. Esto sucedió con la falla recién descubierta por Duarte.



La caja de arena nació con la idea de desarrollar un sistema de realidad aumentada con el que se puedan elaborar modelos topográficos escaneados en computadora (foto Laura Rodríguez).

Topografía en las tercera dimensión

Llamativo recurso de realidad aumentada mejora la formación de estudiantes de Ingeniería Topográfica y suma a la investigación.

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

Estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) de la Universidad de Costa Rica (UCR) podrán echar mano a una novedosa herramienta tecnológica que transforma términos abstractos a imágenes en tercera dimensión (3D).

Curvas de nivel, reconfiguración de canales o ríos, compactación de terrenos y delimitación de cuencas son algunos de los temas que los estudiantes de la EIT abordan dentro de su plan de estudios.

El profesorado utiliza recursos como pizarras, proyectores de videos o fotos, lecturas de publicaciones y toda su inventiva para explicar a sus alumnos esos y otros conceptos, antes de salir a realizar prácticas fuera del aula.

Sin embargo, gracias a las nuevas tecnologías ahora resulta más fácil y atractivo el proceso de formación académica en la EIT, con la implementación de una caja de arena de realidad aumentada.

La realidad aumentada es aquella que le agrega a un elemento real detalles virtuales por medio de algún tipo de software, una computadora y un proyector, para crear un producto que mezcla lo real con lo virtual con el fin de analizar diferentes situaciones en un

entorno lo más próximo a quienes lo viven, en este caso, los profesionales y estudiantes de topografía.

Este es un dispositivo que está compuesto por una computadora en la que se instala el software del programa que es de código abierto (*Open Source*), una cámara Kinect (sensor de movimiento), una tarjeta de video, un proyector y una caja de madera de un metro de largo por 75 centímetros de ancho con 15 centímetros de arena en su interior.

“El proyecto fue creado originalmente por la Universidad de California, en Davis, Estados Unidos. Nosotros tomamos los planos que están en Internet y con gran trabajo de equipo lo armamos. La utilidad de la caja radica en que se pueden explicar conceptos que son difíciles de entender y que son básicos en la formación topográfica, pues los estudiantes tendrán que usarlos a diario en sus labores profesionales”, afirmó el Ing. Jaime Garbanzo León, profesor y promotor del uso de la caja de arena.

Garbanzo añadió que al estar la caja basada en software libre, cualquier estudiante o docente puede participar con proyectos o investigaciones. “Siempre es bueno que se propongan ideas frescas y esta tecnología motiva a hacerlo”, aseveró.

Innovación tecnológica

En la caja, que está ubicada en el Laboratorio de Fotogrametría y Geomática de la EIT, se pueden plasmar las múltiples capas de la Tierra marcadas en diferentes

colores. Primero aparece una línea cero que representa el nivel del agua en color verde y luego entre más alto se forme una montaña así van cambiando los colores de cada capa del terreno.

Asimismo, cuando se coloca una mano a cierta altura entre el proyector y la arena, el software le otorga el papel de una nube y comienza a generar lluvia para inundar el espacio que se desee y dar la oportunidad de crear ríos, lagos, etc.

Esta agua virtual se mueve de acuerdo con las pendientes que existan en la caja y caen por las laderas o se estanca en espacios en donde así esté determinado por quienes estén manipulando la arena.

“El software detecta los movimientos de las manos y los volúmenes de arena, esto lo hace mediante luz infrarroja. Después procesa esa información y la proyecta, lo que permite simular por ejemplo un canal de agua o cómo atraviesa una carretera o una montaña”,

indicó el Ing. Juan Antonio Picado Salvatierra, director de la EIT.

Al sumar todas estas variables didácticas a su quehacer académico, tanto profesores como estudiantes pueden interpretar mejor los distintos procesos asociados a los objetos de estudio de la Ingeniería Topográfica.

“Cuando estamos en los dos primeros años de carrera nos enseñan conceptos bastante abstractos que algunas veces son complicados de visualizar, máxime cuando estamos empezando a estudiar Topografía”, dijo Jorge Alpízar Rojas, estudiante de la EIT.

Agregó que esta herramienta “es la mejor manera de orientarse para conocer temas relacionados con cartografía, hidrología y cómo interactúa el relieve alrededor de un ambiente y demás variables”.

La carrera de Ingeniería Topográfica cuenta con 350 estudiantes activos. El estudiantado podrá utilizar la caja de arena de realidad aumentada en sus trabajos de investigación, proyectos de tesis y en algunos cursos, tales como Levantamiento topográfico de vías, Elementos de hidrología, Ingeniería del terreno, Diseño topográfico de urbanizaciones y Metodologías de avalúos de terrenos.

Además, Picado comentó que otras unidades académicas de la UCR han mostrado interés en emplear esta tecnología y desarrollar trabajos en conjunto. “Académicos de la Escuela de Geología también identificaron usos valiosos para ellos, pues podrían simular escarpes (pendientes muy pronunciadas en el terreno) o fallas geológicas para hacer modelos virtuales y estudiarlos”, señaló.

Este es un claro ejemplo del impacto que pueden tener las nuevas tecnologías en la docencia e investigación del área de Ingeniería de la UCR, en particular en el diseño y elaboración de mapas interactivos de terrenos, con el fin de facilitar la construcción de conocimiento de estudiantes y profesores. ■



En la caja de arena se utilizan diversos efectos gráficos y simulaciones por computadora para plasmar un escenario útil para el estudio de la topografía. Así lo muestran el estudiante Jorge Alpízar Rojas y el Ing. Jaime Garbanzo León (foto Laura Rodríguez).



La Dra. Susan Murphy es una de las pioneras en el desarrollo de métodos estadísticos para el análisis de datos en el proceso de seguimiento de pacientes por medios de nuevas tecnologías (foto Laura Rodríguez).

Susan Murphy

La salud viaja por mensaje de texto

Ahora los teléfonos celulares, tabletas y otros dispositivos móviles son herramientas muy eficaces para llevar servicios de salud a las personas, con la ayuda de ciencias como la estadística.

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

La salud móvil es un término acuñado para la aplicación de la medicina y la salud pública con el apoyo de dispositivos móviles. Este modelo funciona en algunos países desarrollados con muy buenos resultados en la atención de ciertos comportamientos como las adicciones, la depresión, el estrés, los hábitos de alimentación y el ejercicio.

La Dra. Susan Murphy, reconocida estadística e investigadora de la Universidad de Michigan, en Estados Unidos, es pionera en el desarrollo de nuevas metodologías para el análisis de datos necesarios en la toma de decisiones de los tratamientos individualizados y el seguimiento de pacientes minuto a minuto y en tiempo real.

Murphy conversó con C+T durante su visita a la Universidad de Costa Rica en diciembre anterior para participar en el XIV Congreso Latinoamericano de Probabilidad y Estadística Matemática (Clapem).

-¿Cómo se interesó en la salud desde la estadística?

-Estoy muy interesada en las adicciones. Me interesa saber la manera en que nos compartamos y de qué forma nuestro cerebro interactúa para que se de ese comportamiento. Se puede practicar el manejo del estrés en una sesión de consejería con un psicólogo, pero es muy difícil mantener ese comportamiento en la vida real una vez que se sale del consultorio. Y nada de esto está bien entendido. Se trata de la frontera de la ciencia y hay muchas cosas que tenemos que aprender. Además, las personas con este tipo de desórdenes cerebrales son estigmatizadas socialmente. Esta combinación de factores es lo que hace tan interesante el estudio de estos problemas.

-La salud móvil ha sido uno de sus temas de investigación. ¿En qué consiste este concepto y de qué manera se utiliza la estadística?

-La salud móvil permite que una persona se ayude a sí misma, porque tiene la propiedad de proveer un servicio de salud mediante dispositivos móviles, como el teléfono celular o la tableta, en cualquier lugar y hora en donde se encuentre el paciente.

Hay terapias, como las del manejo del estrés, que se pueden recibir mediante la salud móvil. Con la ayuda de un aparato se puede detectar si una persona está estresada porque se detectan sus signos físicos del estrés. Esta información se transmite a una computadora que procesa los datos gracias a la estadística, que clasifica a la persona como alguien que necesita ayuda en ese momento. Por lo tanto, se le envía un mensaje que

dice: "estamos detectando que usted está estresada, le recomendamos que practique sus ejercicios de respiración profunda", por ejemplo.

-¿Usted ha desarrollado modelos estadísticos para ofrecer este tipo de servicios a los pacientes?

-Algunos científicos del comportamiento consideran que en el momento en que usted se siente estresada es bueno que haga ejercicios de respiración. Otros científicos plantean que no tiene sentido que se le diga a una persona que respire en el momento en que está estresada, porque su parte cognitiva está bloqueada. Más bien, lo que se debería hacer es que en diferentes momentos del día se le recuerde cómo debe comportarse cuando está estresada. Son dos formas de analizar este problema.

Entonces yo desarrollé experimentos que consisten en que a un grupo de personas al azar se le asigna el tratamiento de intervención en el momento en que están estresadas y a otro grupo el tratamiento que consiste en hacerles recordatorios a lo largo del día. Luego se hace un análisis estadístico para ver cuál de los dos grupos mejoró y cuál de los dos tratamientos es el más efectivo.

-¿Se han aplicado estos experimentos en algún hospital en Estados Unidos?

-Este estudio se inicia este año con 75 fumadores en un centro de salud en Chicago. Ellos usan una especie de chaleco que detecta los signos vitales y conforme vayan ingresando se les ubica en estados de fumadores o no fumadores. A partir del momento en que ellos digan que van a dejar de fumar se les comienza a monitorear.

Como están monitoreados todo el día, se puede ver cuándo están ansiosos, en qué momento funciona que se les mande un mensaje, etc. Este tratamiento puede ser individualizado, porque se puede medir qué es lo que mejor le funciona a una determinada persona.

-¿Cuál es la función de los modelos estadísticos?

-Los modelos estadísticos sirven para comparar los tratamientos y ver cuál es el mejor, por ejemplo, para estudiar qué pasa con una persona en el momento en que recibe una intervención y cuando no la recibe; también podemos hacer comparaciones entre personas, qué pasa con dos personas diferentes cuando no reciben intervención, si tienen la misma reacción, los mismos resultados. Estas comparaciones se pueden hacer a cada minuto, entonces el volumen de datos es tan enorme que se requieren modelos estadísticos para analizar esa información.

-¿Cuál sería el impacto de estas herramientas aplicadas al tratamiento de enfermedades crónicas en poblaciones numerosas?

-Con este método se lograrían reducir los costos y que las personas mantengan sus hábitos saludables. Lo que se necesitan son dispositivos móviles y de monitoreo y una computadora. En Estados Unidos si un paciente que cuenta con un seguro de salud sufre un ataque cardíaco, lo monitorean mientras la compañía pague el seguro, pero una vez que se acaba el seguro dejan sola a la persona y es muy fácil que vuelva a los viejos hábitos porque nadie le está recordando qué hacer. Por eso estas herramientas son útiles en enfermedades de larga duración.

-¿Existen experiencias similares a la que usted desarrolla en otros países?

-En el Reino Unido tienen un estudio con fumadores que desean dejar de fumar, aunque no es personalizado. Sin embargo, monitorean a los pacientes y les envían mensajes de textos recordándoles que no deben fumar, lo cual ha mostrado muy alta efectividad.

-¿Qué posibilidades hay de que la salud móvil se aplique en nuestros países?

-La penetración de los teléfonos inteligentes está en crecimiento en los países en vías de desarrollo. En muchos lugares alejados de los centros de población la gente posee un teléfono inteligente. Este tipo de tecnología tiene mucho potencial para la salud móvil.

Hay tres grandes áreas sobre las que se quiere intervenir con la salud móvil: hábitos de alimentación saludables, manejo del estrés y actividad física. Estos aspectos están asociados a muchas enfermedades.

-¿Cómo contribuye la estadística a la salud pública por medio de Internet y las nuevas tecnologías?

-Muchas personas están usando la estadística para predecir dónde va a haber una epidemia de gripe y toda la medicación que una persona necesita es analizada por métodos estadísticos para saber si realmente es efectiva. Las empresas farmacéuticas son forzadas a que una vez que un medicamento está en el mercado, deben dar seguimiento a la gente que lo compra para ver si hay efectos secundarios y estos datos se analizan con modelos estadísticos. ■



El investigador de la UCR, Dr. Luis Fernando Aragón Vargas, toma nota en uno de los experimentos en un laboratorio de clima controlado del Cimohu (foto María Peña).

Bloqueadores solares Potenciales inhibidores de la sudoración

**Investigadores de la UCR
indagaron los posibles efectos
de los protectores solares en la
sudoración del cuerpo humano.**

María Peña Bonilla
maria.penabonilla@ucr.ac.cr

Durante la actividad física al aire libre, los seres humanos necesitan protección contra la radiación solar sin comprometer la sudoración efectiva y su evaporación, que es un camino importante para la disipación del calor.

Al hacer ejercicio al aire libre, las personas se exponen a los rayos solares. Su temperatura corporal se incrementa y ese exceso de calor debe de transferirse de manera eficiente hacia el exterior del cuerpo por medio del sudor y su evaporación. Esto ayuda a mantener la temperatura corporal dentro de ciertos límites que prevengan un deterioro en el desempeño físico y eviten un posible golpe de calor.

Lo mismo sucede en el caso de quienes deben de trabajar al aire libre o exponerse por períodos prolongados a los rayos solares.

Debido a la importancia y al papel que desempeña la sudoración y la posterior evaporación del sudor en la regulación

de la temperatura corporal, el Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (Cimohu) de la Universidad de Costa Rica (UCR) realizó un estudio acerca de la posible interferencia de los bloqueadores solares en la sudoración efectiva.

Estos productos son muy utilizados por quienes realizan ejercicio o trabajan al aire libre y se exponen a la radiación solar y promovidos como parte de la prevención de daños en la piel.

Algunas investigaciones científicas han demostrado que la ropa sí limita la evaporación del sudor y la pérdida de calor por evaporación durante el entrenamiento o la competencia al aire libre.

Asimismo, se han investigado los patrones de producción de sudor en los hombres y en las mujeres, y por ello varios fabricantes han diseñado ropa que facilita la termorregulación (regulación de la temperatura) y mejoran la evaporación del sudor de la piel.

“Las bondades de estas ropas se pueden evaluar y se han evaluado en laboratorios especializados que, como el nuestro, permiten ejercitarse en condiciones controladas de temperatura y humedad ambiental y a una intensidad exacta”, indicó el Dr. Luis Fernando Aragón Vargas, investigador del Cimohu.

El estudio del Cimohu tenía como objetivo “medir los posibles efectos de dos

productos de protección solar resistentes al agua sobre la sudoración localizada en hombres y mujeres, y comparar estos efectos con la inhibición esperada resultante del uso de un antitranspirante”. Fue llevado a cabo por Aragón con el apoyo del estudiante Jorge Aburto Corona.

Metodología

Para los experimentos se escogieron tres lociones disponibles en los comercios del país: un anti transpirante en aerosol y dos bloqueadores solares a prueba de agua, con factor de protección 50, uno con filtro solar inorgánico, cuyo principal ingrediente activo es el dióxido de titanio, y otro con filtro solar orgánico, con oxibenzona como principal ingrediente activo.. Para una cuarta condición, el control, no se aplicó ninguna loción.

En el estudio participaron 20 estudiantes activos (diez hombres y diez mujeres) en un laboratorio de clima controlado del Cimohu, en las instalaciones deportivas de la UCR.

Los estudiantes se sometieron a ejercicio físico en bicicleta estacionaria durante 20 minutos, con una intensidad del ejercicio entre 78 % y 80 % de la frecuencia cardíaca máxima, bajo temperatura ambiental de 30,2°C y 58 % de humedad relativa. “Como una mañana soleada de enero en Santa Ana”, comentó Aragón.

Los alumnos ejecutaron dos sesiones de ejercicio durante dos días consecutivos, a la misma hora del día. Se les colocó parches especiales para recolectar sudor, adheridos a la región escapular (omóplatos) derecha e izquierda y la medida utilizada fue la tasa de sudoración localizada escapular.

“Fue necesario hacer múltiples estudios piloto para depurar la metodología, la cual conlleva el pesaje de los parches en una báscula granataria

(tipo de balanza muy sensible, esto quiere decir que pesa cantidades muy pequeñas y también es utilizada para determinar o pesar la masa de objetos y gases) y hacer un ejercicio que, por su intensidad y duración, fuera suficiente para detectar las diferencias reales en la sudoración localizada sin que esta fuera excesiva y saturara los parches”, señaló el investigador.

Todos los participantes fueron sometidos a los cuatro tratamientos. Según el especialista, “estos diseños los utilizamos mucho en las ciencias del movimiento humano, pues son muy apropiados para contestar el tipo de preguntas que nos planteamos”.

Una vez recolectados los parches con las muestras del sudor, se procesaron en el laboratorio para obtener ciertas medidas específicas de producción del sudor para cada una de las condiciones.

Resultados

El estudio reveló que el bloqueador solar físico inorgánico restringió la sudoración en la misma medida que el anti transpirante, mientras que el bloqueador solar orgánico químico no fue distinto del tratamiento control.

Los investigadores también concluyeron que debido a la complejidad de la composición de los protectores solares, con estos resultados no es posible aún identificar el ingrediente específico responsable de ese efecto inhibidor. “Eso queda para estudios posteriores”, aseguró Aragón.

El especialista enfatizó la importancia de este primer estudio de la UCR en torno a los bloqueadores solares, ya que es de utilidad para aquellas empresas que podrían estar interesadas en desarrollar mejores lociones para la protección solar, que no limiten la producción de sudor y su evaporación y, por consiguiente, interfieran con la autorregulación de la temperatura corporal.

El estudio del Cimohu fue publicado a finales del 2016 en la revista especializada *Journal of Athletic Training* y se puede consultar en el siguiente enlace: <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-51.11.01>, bajo el título *Sunscreen use can hinder effective sweat production in men and women*. ■

El quehacer científico del Cimohu

El Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (Cimohu) busca realizar investigación que ayude a resolver problemas relevantes relacionados con tres áreas: pedagogía del movimiento, rendimiento deportivo y ejercicio, bienestar y salud.

El Cimohu también pretende producir conocimiento sobre el movimiento humano y la recreación en el contexto nacional, para ofrecer insumos necesarios para el campo de la acción, así como demostrar el efecto del ejercicio físico, el deporte y el movimiento humano en los procesos educativos, en el desarrollo motor y en aspectos afectivos de las personas.