



CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

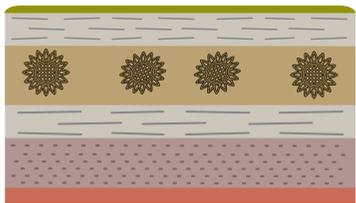
2 de junio de 2021 - Año 6, n.º 66

Con el polen fósil se reconstruyen ambientes naturales del pasado

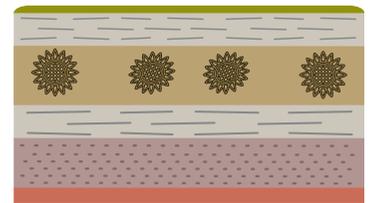
Un estudio palinológico, de una investigadora de la UCR, sirvió para rebatir una teoría sobre la recuperación de la selva amazónica antes y después de la colonización europea.



En su estudio, la paleoecóloga costarricense analizó seis metros de sedimento procedente del lago Limón, en la Amazonía peruana. Cada muestra mide cerca de un centímetro cúbico. Foto: cortesía de Guaría Cárdenes.



El polen revela claves de la vegetación del pasado



Una paleoecóloga tica contribuyó con un estudio publicado en la revista *Science*. Este trabajo cambia la perspectiva sobre la reforestación de la selva amazónica antes y tras la llegada de los europeos a América y el impacto que provocó en el clima global.

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

Cuando Guaría Cárdenes Sandí concluyó su tesis de maestría en Biología en el 2011, en la Universidad de Costa Rica (UCR), nunca imaginó que una década

después su estudio serviría para refutar una teoría de gran peso científico.

A finales de abril pasado, *Science* publicó el artículo *Reforestación generalizada antes de la influencia europea en la Amazonía*, de un grupo de 12 paleoecólogos, en el que Cárdenes aparece como coautora en el cuarto lugar.

Ella es la única mujer científica latinoamericana que participó en este proyecto. Además, es la primera especialista de nuestro país en paleoecología, una disciplina que busca entender las interacciones de los organismos y ambientes del pasado mediante registros geológicos, sean estos fósiles o estratigráficos.

Durante su trabajo, los investigadores encontraron evidencias de que los árboles

y la vegetación del Amazonas se venían recuperando desde antes de la llegada de los europeos al continente —a finales de la década de 1490— y no después, como se pensaba.

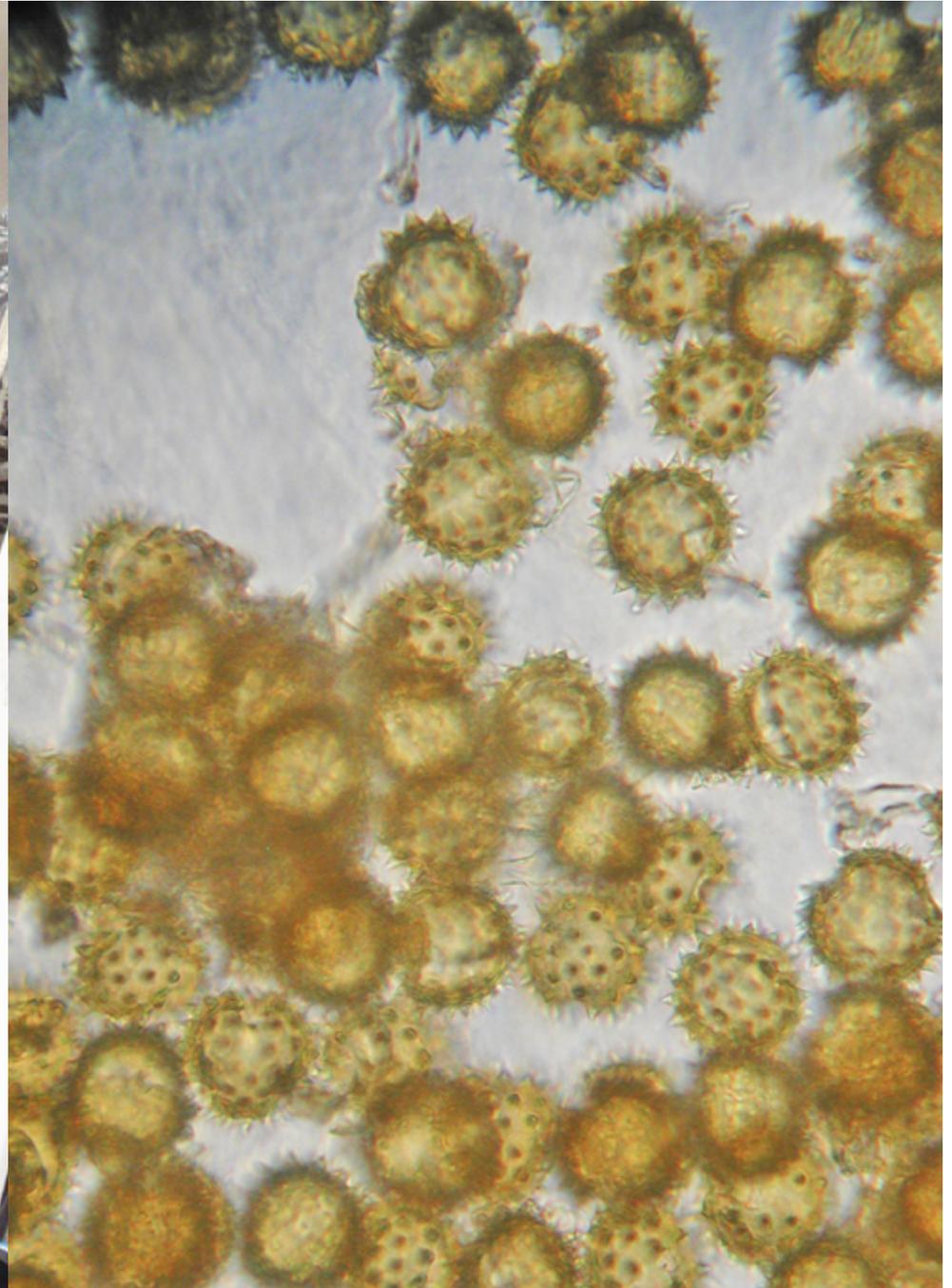
Publicaciones anteriores plantean que el crecimiento de los bosques amazónicos se produjo luego de la colonización europea, debido a la reducción de la cantidad de poblaciones indígenas (que contribuyó a la caída en el siglo XVII de los niveles globales de CO₂ atmosférico). Se cree que esta anomalía es una de las causas de un período inusualmente frío, conocido como la Pequeña Edad de Hielo.

En el estudio reciente, los paleoecólogos analizaron polen y partículas de carbón de sedimentos de 39 lagos de la cuenca

del Amazonas. La geóloga costarricense, actual directora de la Escuela Centroamericana de Geología de la UCR, examinó muestras de seis metros de sedimento del lago Limón, de la Amazonía peruana.

El líder del grupo y primer autor del artículo de *Science*, Mark Bush, fue el director de la tesis de doctorado de Cárdenes, en el Instituto de Tecnología de Florida, de Estados Unidos.

En esa investigación, la especialista en palinología (estudio del polen y las esporas de las plantas) utilizó partículas de polen y de carbón para entender cómo era el clima en Centroamérica en el anterior período caliente, de aproximadamente 90 000 a 135 000 años atrás.



La Dra. Guaria Cárdenes, investigadora de la UCR y actual directora de la Escuela Centroamericana de Geología, es la primera especialista en palinología del país.

El polen es un indicador muy utilizado para estudiar procesos y patrones de cambio en los ambientes naturales del pasado. Fotos: cortesía de Guaria Cárdenes.

¿Por qué el polen?

El polen es un indicador muy utilizado para estudiar procesos y patrones de cambio en los ambientes naturales frente a diversos factores como la presencia humana, la temperatura, la humedad y la sequía, entre otros, antes de la existencia de instrumentos de medición.

La investigadora de la UCR explicó que los granos de polen fósil, como los encontrados en los sedimentos de la Amazonía, brindan información sobre los tipos de vegetación y la estructura de una comunidad vegetal del pasado.

“Yo puedo reconstruir si había un bosque primario, secundario o un charral y cómo esto cambió a través del tiempo. Cada sección delgada de una muestra de polen que uno analiza es como una fotografía de la vegetación del pasado”, afirmó.

Un registro de polen brinda datos de un determinado lugar, pero cuando se juntan varios registros pueden ayudar a comprender lo que estaba pasando en un área más extensa, por ejemplo, en toda la Amazonía.

El polen se conserva en el sedimento con el paso del tiempo gracias a sus características especiales. Esta parte de la planta está hecha de esporopolenina, un material resistente a la degradación

por los agentes químicos. La exina o capa exterior de los granos de polen constituye una especie de envoltorio, que contiene una parte de la información genética del organismo vegetal.

En cuanto a las muestras recogidas en la Amazonía, el trabajo para los palinólogos empieza con la extracción del sedimento en el fondo del lago, el cual representa la historia de la zona. Las capas más antiguas se encuentran en la parte inferior y las más jóvenes en la parte superior.

En el laboratorio se extraen muestras de más o menos un centímetro cúbico de sedimento y se hacen unas “pastillas de sedimento”. Estas se procesan con reactivos químicos para eliminar las arcillas, la materia orgánica disuelta y los fragmentos de roca y minerales. Lo que se obtiene al final es el polen y las esporas que quedaron atrapadas en el sedimento.

Según expresó Cárdenes, el análisis del polen es un trabajo muy minucioso y de muchas horas de observación en un microscopio de luz. “Lo que uno hace es sentarse a ver paciente y detenidamente los granos de polen”, añadió. Hay que identificar y cuantificar cada grano de acuerdo con las familias, géneros y especies de plantas.

La datación de los registros de polen se realiza en la mayoría de los casos con radiocarbono 14, el cual se emplea para determinar la edad de las capas de sedi-

mentos y hacer una cronología del núcleo de sedimento.

Artículo controversial

Para la geóloga, el artículo de *Science* es muy controversial. Logró ser publicado en esta revista de alto impacto porque lo que plantea está cambiando la perspectiva que tenemos sobre los procesos de reforestación ocurridos en la Amazonía antes y durante el período de la colonización europea.

“La recuperación del bosque en esa zona —argumentó— no se puede atribuir completamente a la llegada de los españoles y a la muerte de toda la población nativa, esta se dio previo a este hecho y está relacionada con dinámicas culturales, enfermedades y otros factores”.

Los datos aportados son muy robustos, añadió Cárdenes. De allí que hay nueva evidencia de que la antigua conceptualización de esos procesos no concuerda con los datos que se presentan.

Algunos estudios paleoecológicos y palinológicos han permitido descubrir que siempre ha habido un impacto humano en el medio ambiente. Por eso, ayudan a entender, a la luz de los cambios actuales, lo que ha sucedido en la Tierra en diferentes períodos geológicos.

“Desde que existimos, los seres humanos generamos un impacto en el planeta y conforme aumenta la población, dejamos una huella mayor. Prefiero no calificarlo como un impacto negativo, simple y sencillamente son paisajes que están antropizados, porque hay una relación entre la gente y su entorno”, aseguró.

No obstante, recalcó, el efecto de las actividades humanas de los últimos dos siglos ha acelerado ese proceso, debido al aumento en las emisiones de CO₂ y a la urbanización, entre otros factores.

“Lo que ha cambiado es que los impactos en el medio ambiente son cada vez mayores y han sido potenciados por un sinnúmero de herramientas tecnológicas. Por lo tanto, los sistemas terrestres empiezan a llegar al límite de su resiliencia y no tienen capacidad para recuperarse”, explicó.

La paleoecóloga promueve en Costa Rica esta ciencia del primer mundo. Por eso, les está enseñando la técnica de la reconstrucción del polen a sus estudiantes para aplicarla en diversas investigaciones.

En este momento, está trabajando con investigadores y estudiantes de Arqueología de la UCR y del Museo Nacional en dos sitios: Nuevo Corinto, en el Caribe; y Finca 6, en la zona sur. ■



Las personas deben realizar 150 minutos semanales o más de actividad física moderada o vigorosa.
Fotos: Laura Rodríguez.

La actividad física combate los desenlaces graves por COVID-19

¿Qué pasaría si pudiéramos hacer una investigación para demostrar que el ejercicio y la actividad física regular marcan una diferencia en los desenlaces graves por COVID-19? ¿Existe acaso una justificación para emprender semejante tarea?

Luis Fernando Aragón V., Ph. D.,
director del Centro de Investigación
en Ciencias del Movimiento Humano
luis.aragon@ucr.ac.cr

En abril del 2020, el Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (Cimohu), de la Universidad de Costa Rica (UCR), compartió la traducción autorizada al español de un artículo del Dr. Richard J. Simpson sobre cómo el ejercicio podría mejorar la inmunidad a la luz de la pandemia del COVID-19 (véase <https://n9.cl/3364y>).

En ese momento, el Dr. Simpson señaló que, a pesar de existir buenas indicaciones que sugerían el potencial de la actividad física regular como una herramienta para protegerse del COVID-19, no había evidencia concreta sobre su efectividad. En pocas palabras: sí hay buena justificación

para hacer el estudio mencionado, especialmente por ser la inactividad física un riesgo modificable, a diferencia del sexo biológico o de la edad.

La buena noticia es que ese trabajo se logró hacer, se completó recientemente y se acaba de publicar en la revista *British Journal of Sports Medicine*, en modalidad de acceso abierto. Se titula *La inactividad física está asociada a un riesgo mayor de desenlaces graves por COVID-19: un estudio con 48 440 pacientes adultos*, escrito por Robert Sallis y colaboradores (véase <https://n9.cl/v013>).

Según ese estudio, los adultos que eran consistentemente inactivos antes de infectarse con el virus SARS-CoV-2 mostraron una mayor probabilidad de ser hospitalizados, de ser internados en unidades de cuidados intensivos (UCI) y de morir, que aquellas personas que cumplían las recomendaciones de actividad física de manera consistente.

Las sugerencias de actividad física a las cuales se refiere el artículo son ampliamente aceptadas a nivel internacional, aunque se podrían detallar más para hacer análisis más finos. En términos generales, la persona debe completar 150 minutos semanales o más de actividad física moderada o vigorosa.

Así de sencillo, no es necesario ser maratonista ni levantarse todos los días a las 5:00 a. m. para ir al gimnasio. Aunque para algunas personas esas opciones sean atractivas y factibles, lo esencial es acumular por lo menos 30 minutos de actividad física moderada cinco o más días por semana, regularmente.

Fortalezas del estudio

En estos tiempos de tanta desinformación y manipulación de la ciencia con fines políticos (léase "llevar agua a mi molino"), es natural que usted desconfíe de cualquier estudio que muestre resultados notablemente favorables en la lucha contra el COVID-19. Por ello, es indispensable resaltar algunas de las características que le dan solidez al análisis mencionado:

- Se estudiaron 103 337 pacientes del sistema de Kaiser Permanente en California del Sur, quienes recibieron un diagnóstico positivo de COVID-19, entre el 1.º de enero y el 21 de octubre del 2020.

- Del grupo anterior, se seleccionó a 48 440 personas que, aparte de ser adultas, habían hecho consultas médicas, por lo menos tres veces, y habían registrado, al menos, tres valoraciones de ejercicio

habitual en los dos años previos al aislamiento por la pandemia en marzo del 2020.

- Se contaba con un criterio claro y sencillo, debidamente documentado, de actividad física habitual (el ejercicio como signo vital). A saber, la clasificación en tres grupos de riesgo: personas regularmente inactivas (entre 0 y 10 minutos semanales de actividad física), personas ocasionalmente activas (entre 11 y 149 minutos de actividad física semanal) y personas que cumplían con las recomendaciones (150 minutos por semana como mínimo).

- Existían desenlaces o puntos finales objetivos y fácilmente verificables: el internamiento hospitalario, el internamiento en una UCI y la muerte.

- Se controló la edad, el sexo y la etnia, así como factores de riesgo conocidos (historial de cáncer, enfermedad renal crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedades cardiovasculares, historial de trasplante de órganos, obesidad, embarazo, fumado, diabetes e historial de hipertensión).

- El estudio fue, lamentablemente, muy exitoso en términos epidemiológicos, pues hubo suficientes desenlaces graves: 8,6 % (4 236) hospitalizados, 2,4 % (1 199) internados en UCI y 1,6 % (771) fallecidos. Esto les da solidez a los análisis estadís-



Según el estudio, el riesgo de morir fue mayor en las personas físicamente inactivas, en comparación con quienes sí cumplían las recomendaciones de actividad física regular. Foto: Laura Rodríguez.

ticos, aunque no se pueda establecer una relación de causa y efecto por la naturaleza del estudio.

En este tipo de análisis se calcula el cociente de probabilidades (odds ratio, OR), un indicador estadístico utilizado en epidemiología, que básicamente dice qué tanto más alta es la probabilidad de un resultado adverso claramente definido (por ejemplo, la muerte), en presencia de un factor de riesgo, en comparación con su ausencia.

En las mejores investigaciones, como esta, el cálculo contempla todos los demás factores de riesgo. En dicho estudio se reportaron OR estadísticamente significativos de 2,26 para el riesgo de hospitalización, 1,73 para el riesgo de internamiento en UCI y 2,49 para el riesgo de muerte en las personas con pruebas positivas de COVID-19, que habían reportado ser consistentemente inactivas.

En otras palabras, aunque en ambos grupos hubo decesos, el riesgo de morir fue claramente mayor (2,49 veces) en las personas físicamente inactivas, en comparación con quienes cumplían las recomendaciones de actividad física regular.

Más aún, aquellos que hacían actividad física irregular o insuficiente también tuvieron un riesgo menor de hospitalización y de muerte que quienes eran físicamente inactivos. La magnitud del riesgo reportado de la inactividad supera el riesgo del fumado y de prácticamente todas las enfermedades crónicas analizadas.

Es interesante que Sallis y colaboradores no solamente presentan los análisis

estadísticos; también resaltan el hecho de que muchas restricciones sanitarias necesarias, como el confinamiento, el cierre de parques y gimnasios y la mayor dificultad para movilizarse, contribuyen sin querer a que disminuyan los niveles habituales de actividad física de la población a puntos aún más bajos de los que existían antes de la pandemia.

Es importante hacer todos los esfuerzos a nuestro alcance para contrarrestar esta tendencia y promover, más que nunca, un aumento en la actividad física que ayude a proteger a las personas de desenlaces graves por COVID-19, así como de hipertensión, diabetes y síndrome metabólico.

A partir de esta evidencia y de la abundancia de estudios que respaldan los efectos beneficiosos del ejercicio (véase, por ejemplo, el reporte <https://n9.cl/gzs79>), el Cimohu sostiene que la actividad física regular —junto con las medidas sanitarias ampliamente difundidas de lavado de manos, distanciamiento social, vacunación y uso de mascarillas— es una de las acciones preventivas más importantes que se pueden tomar para evitar las complicaciones del COVID-19.

Además, el Cimohu declara la urgencia de registrar la actividad física habitual como signo vital en el sistema de salud costarricense, para permitir el desarrollo a mediano y corto plazo de investigaciones trascendentales como la que se analiza aquí. ■

El estudio



- Se analizaron **103 337** pacientes de COVID-19 confirmados entre el 1.º de enero y el 21 de octubre del 2020.
- De estos, se seleccionaron **48 440** personas adultas que habían hecho al menos tres valoraciones de ejercicio habitual en los dos años previos al aislamiento por la pandemia.
- Se clasificó a las personas en tres grupos de riesgo:



- **G1** personas regularmente inactivas (entre 0 y 10 minutos semanales de actividad física).



- **G2** personas ocasionalmente activas (entre 11 y 149 minutos de actividad física semanal).



- **G3** personas que cumplían con las recomendaciones de actividad física establecidas (150 minutos por semana como mínimo).

El estudio mostró los siguientes desenlaces graves:

- **8,6 % (4 236) hospitalizados:** 10,5 % del grupo 1, 8,9 % del grupo 2, 3,2 % del grupo 3.
- **2,4 % (1 199) internados en una UCI:** 2,8 % G1, 2,5 % G2, 1 % G3.
- **1,6 % (771) fallecidos:** 2,4 % G1, 1,5 % G2, 0,4 % G3.



Estos datos proporcionan solidez a los análisis estadísticos, aunque no se pueda establecer una relación de causa y efecto debido a la naturaleza del estudio. La evidencia que se ha utilizado en la pandemia para establecer a las personas mayores, obesas e hipertensas como de mayor riesgo al enfermarse con COVID-19 es del mismo tipo.

Fuente: *La inactividad física está asociada a un riesgo mayor de desenlaces graves por COVID-19: un estudio con 48 440 pacientes adultos* (<https://n9.cl/vo13>)

Diseño: Rafael Espinoza

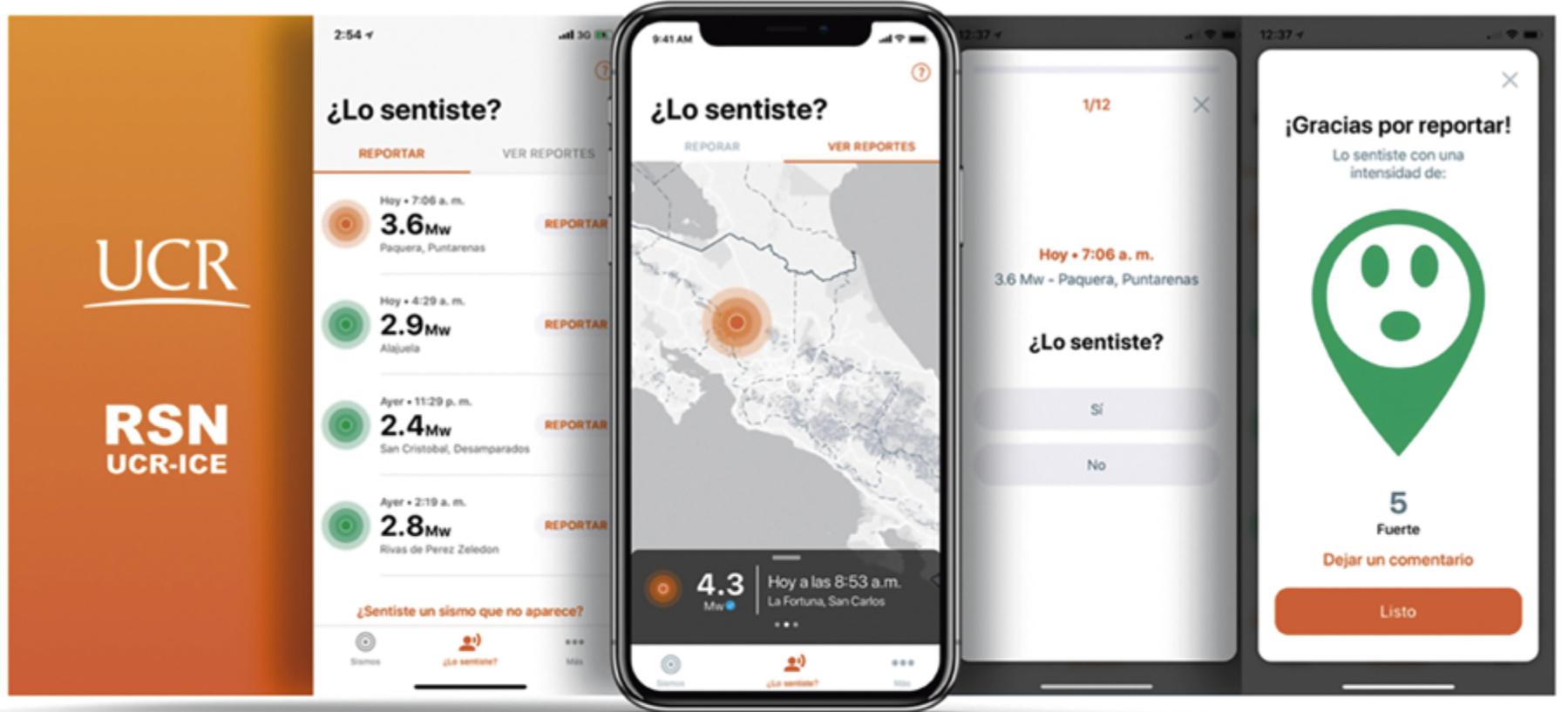
Lecturas complementarias recomendadas:

La guía de *El ejercicio es medicina*, en español

<https://n9.cl/ecee>

Guía en español para mantener a los niños activos, también de *El ejercicio es medicina*

<https://n9.cl/mlplb> 



La aplicación para teléfonos móviles *¿Lo sentiste?*, de la RSN, posee un módulo interactivo mediante el cual los usuarios pueden aportar datos sobre la actividad sísmica del país. Imagen: cortesía de la Red Sismológica Nacional.

La ciencia en manos de la ciudadanía

La Escuela de Geografía y la Red Sismológica Nacional, de la UCR, cuentan con proyectos de investigación que incentivan a las personas a crear ciencia.

Luis Enrique Brenes Portuguez
luis.brenesportuguez@ucr.ac.cr

David Esteban Chacón León
david.chaconleon@ucr.ac.cr

Con simples acciones, como llenar una encuesta en línea o tomar muestras de

agua de algún afluente, la población puede aportar de manera directa a proyectos científicos relevantes y, de este modo, contribuir al desarrollo de la ciencia junto con los investigadores.

Alrededor de esta idea gira el concepto de ciencia ciudadana, en la cual convergen la comunidad científica y la ciudadanía. El fin es obtener datos mediante el involucramiento de la gente en procesos de recolección de información, muestras de alguna fuente o interacciones digitalizadas con algún recurso.

Según la Dra. Ivonne Arroyo Hidalgo, coordinadora de la Red Sismológica

Nacional (RSN), de la Universidad de Costa Rica (UCR), "la ciencia ciudadana es importante porque la población —al formar parte de manera directa en los estudios de algún fenómeno concreto— está en contacto con el conocimiento científico".

"Uno de los beneficios para la población es la posibilidad de apropiarse del fenómeno, de perderle miedo", expresó la sismóloga.

En distintas unidades académicas de la UCR, se han desarrollado varios proyectos que cuentan con un componente de participación ciudadana. Esta característica es aprovechada por los científicos y científicas

para generar resultados relevantes sobre distintos problemas sociales.

Arroyo indicó que este tipo de mecanismos de intervención ciudadana sirven para educar y también para contribuir a que las personas tengan una mejor noción de lo que significan los fenómenos científicos.

En la RSN, se ha desarrollado la aplicación para teléfonos móviles *¿Lo sentiste?*, que le facilita a la población conocer sobre temas sísmicos y aportar en la generación de resultados.

Por otra parte, en el Observatorio del Agua y Cambio Global, de la Escuela de



En uno de los proyectos de ciencia ciudadana, los investigadores trabajaron en conjunto con la población para generar datos sobre la calidad del agua y para detectar si existía contaminación. Foto ilustrativa: Laura Rodríguez.

Geografía, se explora el recurso hídrico con la ayuda de las comunidades.

Estos son solamente dos ejemplos de lo útil que puede ser la participación ciudadana en las investigaciones científicas.

Mapa de intensidades

La RSN ha incursionado recientemente en la ciencia ciudadana a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en especial mediante las tecnologías móviles.

Tal es el caso de la aplicación gratuita para teléfonos inteligentes *¿Lo sentiste?*, que permite el cálculo de las intensidades de los sismos tomando como base la colaboración ciudadana. Este programa es el único en su tipo que funciona actualmente en Costa Rica.

Dichas intensidades se calculan a partir de un cuestionario de 12 preguntas que las personas pueden completar cuando sucede algún movimiento sísmico. Tal

instrumento se basa en el que usa el Servicio Geológico de Estados Unidos.

Arroyo explicó que antes existía una herramienta digital de ese tipo, pero solamente brindaba datos relacionados con los sismos. Por tanto, se decidió aprovechar el auge de las TIC y emplear la ciencia ciudadana, con el fin de darle un giro al producto y crear un material interactivo para recopilar más información sobre el fenómeno sísmico.

Con este cambio, los especialistas en sismología de la RSN lograron que la aplicación tuviera un doble propósito para la ciudadanía: informarse de los temblores que suceden diariamente en el país e interactuar para generar contenido de utilidad científica mediante los reportes sísmicos.

En general, la población brinda datos sobre cómo sintió el movimiento. Esto les sirve a los expertos para estudiar las intensidades de los temblores y representarlas gráficamente en los llamados mapas de isosistas.

Tales mapas, basados en la escala de Mercalli modificada, muestran cómo se distribuyen las intensidades en un área determinada. Es decir, cuáles son los efectos del sismo en las superficies.

“La idea es poder describir la sacudida que generan las diversas fuentes sísmicas de nuestro territorio y de algunos países vecinos. Hemos utilizado información que nos ha llegado a través de la aplicación para afinar los mapas de algunos sismos recientes, como el de Canoas en 2019 (6,0 M_w) o el de Armuelles en 2019 (6,4)”, manifestó la sismóloga.

Todo este trabajo forma parte de un proyecto de acción social inscrito en la UCR desde el año 2013, titulado “Difusión de temas sismológicos”.

Como su nombre lo indica, el objetivo de esta iniciativa es divulgar datos relacionados con los sismos, por medio de diversos canales y mecanismos de comunicación. El fin es ofrecer a la mayor cantidad posible de personas el conocimiento científico generado por la RSN. De esta

manera, se procura incidir en la reacción y percepción que tienen los habitantes de Costa Rica ante los fenómenos sísmicos.

La RSN también utiliza distintas plataformas tecnológicas como Facebook, Twitter, Instagram y YouTube para emitir mensajes educativos relacionados con la amenaza sísmica en Costa Rica. En total se abarca a más de 600 000 seguidores.

**“En la ciencia ciudadana, la población —al formar parte de manera directa en los estudios de algún fenómeno concreto— está en contacto con el conocimiento científico”,
Dra. Ivonne Arroyo,
coordinadora de la Red Sismológica Nacional.**

Continúa en la página 8



Para realizar las pruebas de agua, la Escuela de Geografía repartió en las comunidades algunos kits con reactivos químicos. Su uso se les explicó por medio de manuales y videotutoriales disponibles en línea. Imagen: captura de pantalla del tutorial sobre el agua.

“Esto resultó en un empoderamiento de la gente al tener acceso libre a los datos y herramientas, incluso para la toma de decisiones locales”, Dr. Christian Birkel, director del Observatorio del Agua y Cambio Global, Escuela de Geografía.

Mediante contenido confiable (presentado en textos cortos, fotografías, videos, artículos periodísticos o pequeñas animaciones), los insumos en estas redes sociales giran en torno a la preparación para las emergencias.

Por ejemplo, en el 2019, se desarrolló una campaña educativa sobre las definiciones de términos especializados de geología y sismología. Este proyecto

tuvo un alcance de casi 43 000 personas por publicación.

Voluntarios en las cuencas

El Observatorio del Agua y Cambio Global (OACG) es una unidad de investigación que reúne todos los proyectos de la Escuela de Geografía de la UCR relacionados con el recurso hídrico y el cambio global. En estos participan distintas disciplinas.

“Tuvimos un proyecto grande que finalizó el año pasado, en el cual usamos la ciencia ciudadana como una vía para generar datos en donde es difícil acceder y realizar monitoreo”, comentó el Dr. Christian Birkel Dostal, director del OACG.

El trabajo consistió en apoyarse en la colaboración de personas voluntarias de diversos lugares del país. Estas se encargaban de recolectar muestras en las cuencas de los ríos Tres Amigos y Platanar,

en San Carlos, Alajuela, y en las comunidades de Santa Cruz, Nicoya y Bagaces, en Guanacaste.

Luego, se encargaban de enviar los datos al Observatorio mediante una aplicación móvil que desarrollaron en conjunto con la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, de la UCR.

Este recurso tecnológico permitía que las personas asociaran la muestra enviada con un punto de geolocalización. Por ello, todos los reportes que los científicos recibían estaban referenciados en un mapa.

Para realizar el monitoreo del agua, los investigadores repartieron en las comunidades algunos kits que incluían reactivos químicos. Estas sustancias responden de distintas formas dependiendo de los componentes de la muestra de agua. El uso de estos materiales se les explicó por medio de manuales y videotutoriales que estaban disponibles en línea.

La prueba que se efectúa con los kits permite comparar el color del agua con una tabla de rangos y las concentraciones con parámetros básicos de calidad de

agua, como el grado de acidez o pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos, contenido de hierro, nitratos y cloro, entre otros.

Con este método es posible detectar si el agua está contaminada o si posee una presencia excesiva de fertilizantes. Sin embargo, se deben usar otros métodos para descubrir los plaguicidas utilizados regularmente en los monocultivos.

“Gracias a este proyecto tuvimos la oportunidad de establecer contactos muy estrechos. Se dio un paso más al compartir los datos, capacitar, divulgar y comunicar los resultados, de una manera horizontal. Esto resultó en un empoderamiento de la gente al tener acceso libre a los datos y herramientas, incluso para la toma de decisiones locales”, resaltó el hidrólogo.

Birkel también comentó que, pese a que el proyecto de la UCR finalizó, todavía cuentan con un número de usuarios activos en San Carlos, quienes continúan enviando reportes regularmente. ■