



CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

3 de marzo de 2021 - Año 6, n.º 63

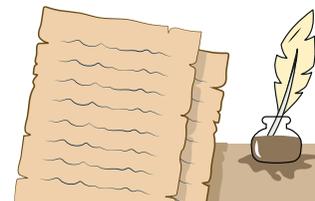
¡Los documentos del bicentenario adquieren una nueva vida!

El conocimiento científico le permitió a la Universidad de Costa Rica contribuir a rescatar la memoria histórica de la independencia de nuestro país.



La Dra. Mavis Montero (ausente) y la estudiante Paola Agüero (der.), de la Escuela de Química, hicieron un análisis fisicoquímico de las actas de 1821. Ellas encontraron que, en las zonas con tinta, el papel tenía roturas. A la izq., Carlos Pacheco Ureña, restaurador del Archivo Nacional. Foto: Laura Rodríguez.

La restauración del Acta de la Independencia: una misión científica



El Acta de los Nublados y el Pacto de Concordia también fueron tratadas.

Valeria García Bravo
valeria.garcia@ucr.ac.cr

El 2021 será un año especial para toda la población costarricense, pues en setiembre se conmemorará el 200 aniversario de la independencia de Costa Rica.

Los documentos que respaldan dicho acontecimiento, tales como el Acta de la Independencia, el Acta de los Nublados y el Pacto de Concordia, son resguardados por el Archivo Nacional.

Esta entidad acudió al LabCultura de la Universidad de Costa Rica (UCR) con el fin de que dichos escritos se sometieran a los procesos químicos adecuados para su restauración.

Para lograrlo, el LabCultura, que pertenece al Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Cicima),

efectuó una caracterización fisicoquímica de los textos. Además, con el apoyo del Centro de Investigación en Productos Naturales (Ciprona) y del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (Cenibiot), se efectuó una prospección microbiológica de los documentos.

“Un valor importante de este proyecto es su abordaje interdisciplinario y el poder demostrar que es necesario acercar las ciencias básicas y el análisis de materiales a áreas como la historia, la arqueología o el arte”, señaló Mavis Montero Villalobos, investigadora del Cicima de la UCR.

Carlos Pacheco Ureña, del Departamento de Conservación del Archivo Nacional, comentó que desde hace un par de años se empezó a considerar la posibilidad de tratar las actas mencionadas que, aunque no estaban en una situación crítica, sí necesitaban un tratamiento químico para mejorar su condición.

“Con la certeza de que todos los procesos iban a ser científicamente comprobados y les ayudaría a los docu-

mentos a cobrar resistencia, se involucra a la UCR. Lo que están haciendo nos va a ayudar a hacer las cosas mucho mejor de ahora en adelante. El protocolo que se estableció se respeta en un 100 % por ser ellos los científicos”, indicó.

Este proyecto se realizó durante el 2020 y finalizó en febrero del presente año, de cara al inicio de la celebración del Bicentenario de la República.

Restaurar la historia

Las tres actas son sumamente delicadas, debido a su antigüedad. Es por esto que, a partir de una caracterización fisicoquímica, se determinó su condición y cómo mejorarla.

“El Acta de la Independencia estaba bastante deteriorada. Estos documentos fueron hechos con tintas ferrogálicas (tintas elaboradas a partir de hierro y de ácidos gálicos y tánicos de origen natural), las cuales con el tiempo catalizan la hidrólisis

de la celulosa. Es decir, ‘se comen’ el papel”, explicó Paola Agüero Gamboa, estudiante de Química en la UCR, cuya participación en este proyecto es parte de su tesis de licenciatura.

“La restauración de las actas empieza con nebulizar las hojas y fijarlas a un soporte para que la humectación sea progresiva. Después, si están muy oxidadas, les agregamos un agente reductor para pasar el hierro III a hierro II (que es más transparente, soluble y fácil de lavar). Luego, las lavamos con un jabón especialmente formulado para la restauración de papel y les añadimos fitato de calcio”, explicó Agüero.

El fitato de calcio atrapa los iones para que el hierro de las hojas de alguna forma quede fijado. En otras palabras, cataliza la hidrólisis del papel para que el hierro no esté “suelto” en el documento y no cause los efectos mencionados. Además, es una forma de disolver algunos otros metales que pueden estar ahí.

“El último paso es una neutralización, porque las hojas tienden a estar muy



Para analizar el estado de las actas (más allá de lo que se puede observar con el ojo humano), se emplearon las técnicas de fluorescencia de los rayos X y de fotografía multispectral. Foto: Laura Rodríguez.

ácidas, eso ocasiona que se terminen rompiendo. Lo que hacemos es neutralizarlas y dejarles una reserva alcalina para preservarlas a largo plazo”, señaló.

En conjunto con ReForesta, del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII), de la UCR, se hizo un análisis exhaustivo del papel. El estudio incluyó una evaluación del color y de la permeabilidad del aire. Además, se midió el espesor de tal material y se calculó su gramaje (gramos por metro cuadrado).

Como parte de la caracterización fisicoquímica de las actas, también se efectuaron mediciones de pH y análisis microscópicos. Asimismo, se utilizaron equipos portátiles, con los que se pudieron hacer observaciones por medio de la fluorescencia de los rayos X, y una cámara de fotografía multispectral, con la cual se obtiene información no accesible mediante la observación microscópica.

200 años más

No obstante, el trabajo de los investigadores e investigadoras no termina aquí, ya que también se planteó un protocolo de restauración basado en la misma naturaleza de los documentos. Este se propuso con pasos estrictamente necesarios y con la idea de que las actas duren otros 200 años más.

Uno de los pasos es el uso de un jabón especial, el cual fue formulado por Darío Chinchilla Chinchilla, profesor de la Escuela de Química, quien donó tal producto al Archivo Nacional. Otros procedimientos, como la aplicación de fitato de calcio, también son parte de la propuesta.

De igual manera, en la elaboración del protocolo participó el Instituto de Investigaciones en Arte (IIArte), de la UCR; Max Chavarría Vargas, de la Escuela de Química, en una primera caracterización; y el profesor Piero Baglioni, de la Universidad de Florencia, Italia, quien donó reactivos especializados para la restauración de documentos con tintas ferrogálicas.

“Trabajar en este proyecto es trabajar para las próximas generaciones, es restaurar la historia. No dejan de ser los documentos que nos constituyen actualmente. Uno lo puede ver como una hojita muy simple, pero es un documento valiosísimo y el hecho de poder conservarlo es muy gratificante”, reflexionó Agüero.

La estudiante también vio en esta iniciativa una oportunidad para que la UCR, por medio del tratamiento del patrimonio, le retribuya al país, y para que el Laboratorio “salga” y busque nuevos espacios donde plantear soluciones. “Creo que la química y la ciencia están en todos lados”, opinó. ■

¿Por qué los papeles se vuelven amarillos con el tiempo?

Se debe a un proceso de oxidación en el cual las fibras de celulosa desarrollan moléculas (llamadas cromóforos) que absorben la luz. Esta es una reacción química compleja que, sin duda, afecta más al papel antiguo, pues solía ser producido con algodón o lino.

Fuente: *Physical Review Letters*.

Ciencia y cultura

En el 2015, inició el proyecto Red de Ciencia y Conservación del Patrimonio Cultural Nacional, cuyo objetivo era acercar las ciencias básicas e ingenierías a las áreas del arte, la historia y la arqueología. Se pretendía crear un nexo entre estas disciplinas que no suelen trabajar en conjunto.

A partir de este proyecto se consolidó el LabCultura, un laboratorio con equipo especializado, avanzado y, lo más importante, portátil.

“Muchos de esos materiales u obras estudiadas no se pueden transportar por su valor o material en sí, hay que ir al lugar a analizarlos”, comentó la Dra. Mavis Montero Villalobos, profesora e investigadora de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica (UCR).

El LabCultura, perteneciente al Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Cicima), ya ha trabajado con el Museo Nacional, el Museo del Jade y de la Cultura Precolombina, el Museo de Arte Costarricense, la Biblioteca Nacional y, ahora, con el Archivo Nacional.

“Desde el proceso educativo, este trabajo ha sido muy enriquecedor, porque permite el desarrollo de las habilidades blandas. Hay que aplicar la ciencia dura, aunque también se debe mantener un diálogo con la gente que tiene otras profesiones”, manifestó la investigadora.

Si desea conocer más sobre la labor del LabCultura (Cicima-UCR), puede encontrarlo en Instagram con el usuario Labculturaucr.



Un total de 64 especies de anfibios de Costa Rica se encuentran clasificadas en riesgo. Por esto, su protección es muy importante para lograr mantener la diversidad biológica y controlar las enfermedades zoonóticas. Fotos: cortesía de Adrián Pinto.

Algunas bacterias protegen a los anfibios de un mortal hongo



La cepa virulenta del hongo es una de las posibles causas de la desaparición de gran cantidad de especies en Costa Rica.

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

Tiempo atrás era muy común escuchar en la orilla de ríos y riachuelos una algarabía de ranas y sapos. Muchas generaciones crecimos escuchando sus cantos, que se han ido apagando con el paso de los años.

En las últimas décadas, los científicos han estado buscando respuestas a la pérdida drástica de las especies de anfibios en Costa Rica. Se sabía de la existencia en el mundo de un hongo que ataca la piel de estos animales y que acaba con sus poblaciones, pero no se había hecho una caracterización del patógeno presente en suelo nacional.

Recientes estudios de investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR) contribuyen a llenar este vacío de conoci-

miento. Sus resultados recién publicados en la revista *Microbiology*, de la Sociedad Británica de Microbiología, muestran que las cepas del hongo patógeno circulantes en el país son altamente virulentas.

Además, demuestran que algunas bacterias de la piel de los anfibios inhiben el crecimiento del hongo y, por lo tanto, los podrían proteger de la enfermedad infecciosa que este les provoca.

Tales hallazgos constituyen un avance para una mejor comprensión y caracterización del hongo. También para entender por qué algunas especies son más resistentes que otras al hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd).

En nuestro país existen alrededor de 64 especies de anfibios clasificadas en alguna categoría de riesgo, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Además, desde 1980 se ha reportado una disminución de cerca de 20 especies de estos animales.

La investigación de la UCR, realizada entre el 2013 y el 2018, le permitió al biólogo Juan G. Abarca Alvarado obtener

la Maestría Académica en Microbiología de esta universidad.

Abarca trabajó con un grupo de científicos liderado por Adrián Pinto Tomás, especialista en microbiología ambiental.

“Este estudio logra aislar y describir por primera vez en Costa Rica al hongo patógeno de anfibios que se asocia con su extinción masiva en todo el orbe, y lo ubica en el genotipo más virulento”, aseguró Pinto.

Cepa virulenta

“Costa Rica fue uno de los sitios en el mundo en donde más se reportó la disminución de las poblaciones de anfibios, pese a la gran diversidad que hay en el país. Por eso, aquí se hizo mucho énfasis en la investigación científica en este tema”, explicó Abarca.

El trabajo se inició con la búsqueda en diferentes lugares de las especies amenazadas, lo cual constituyó un reto para los investigadores. No solo las poblaciones de

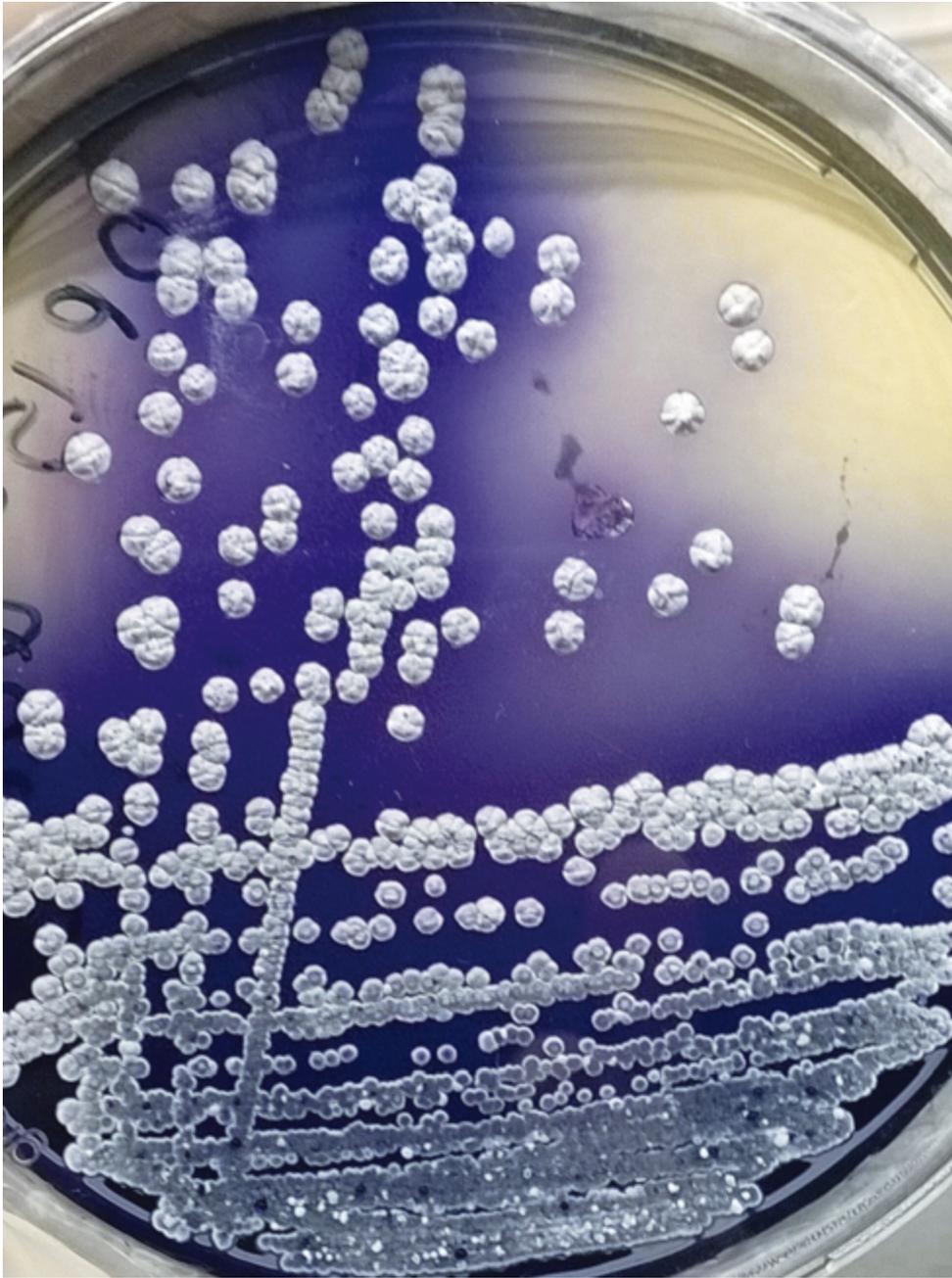
anfibios son muy reducidas, sino que se encuentran en lugares muy alejados y de difícil acceso.

Otro de los desafíos era aislar el hongo y realizar su descripción genética. También había que obtener las bacterias de la piel de los anfibios para realizar ensayos en el laboratorio con ambos microorganismos y observar cuáles bacterias impedían el crecimiento del hongo.

Al inicio, en la mayoría de las visitas al campo —recordó Abarca—, no lograron aislar el hongo, aunque cuando veían a los anfibios, y las condiciones en las que se encontraban, era bastante obvio que el patógeno estaba presente.

“Las ranitas se veían enfermas, brincaban menos, estaban letárgicas e, incluso, cuando uno las agarraba a veces se quedaban los pedazos de piel en la mano”, detalló.

El hongo patógeno ataca la piel, un órgano vital para los anfibios, pues por medio de este pueden respirar, transportar el agua y también cumple una función defensiva.



En recientes estudios de la UCR se logró aislar y caracterizar el hongo patógeno asociado a la desaparición de una gran cantidad de poblaciones de anfibios en Costa Rica. Fotos: cortesía de Adrián Pinto.

En el mundo se han determinado diferentes cepas o variaciones del hongo y algunas de ellas con mayor grado de infección que otras. Hay una que es muy virulenta y que fue identificada en el estudio.

“Queríamos determinar si en Costa Rica esa cepa estaba presente. Para esto, después de lograr aislarla, extrajimos el ADN del hongo e hicimos comparaciones genéticas. Así fue como nos dimos cuenta de que la cepa denominada BDGPL (Linaje Pandémico Global), que es hipervirulenta, circula en el país”, afirmó el investigador.

El hongo se transporta por el agua, esto facilita que las esporas pasen de una rana infectada a otra sana en una misma charca, o que lo adquieran por contacto directo entre individuos.

De allí que los científicos alertan sobre el cuidado que se debe tener para impedir que el hongo se propague. “Esto es un llamado de atención para que evitemos la manipulación innecesaria de anfibios, lo cual causa la diseminación del patógeno”, advirtió Pinto.

Gilbert Alvarado Barboza, otro de los participantes en la investigación, consideró que es difícil determinar cuáles especies de anfibios del país son más vulnerables al hongo. “Esto funciona como cualquier otra enfermedad, hay individuos que van a poder sobrevivir y otros que no”, expresó.

El biólogo y médico veterinario comentó que hay poblaciones que han reaparecido y

que están conviviendo con el hongo, como lo demostró en su tesis de doctorado, en la cual estudió a la especie *Lithobates vibicarius*.

“Esta situación hay que evaluarla con cada especie y con cada población para ver cuáles individuos se ven afectados por el quitridio (hongo) y cuáles no”, recalcó.

Bacterias protectoras

El estudio de la UCR determinó, además, que las bacterias de la piel de los anfibios que han sobrevivido a las extinciones son capaces de inhibir al hongo patógeno, aunque no todas lo hacen de la misma manera. Por lo tanto, para entender esta enfermedad es necesario considerar el contexto local del anfibio, el patógeno y su microbiota asociada.

“Las especies de anfibios que sobrevivieron al declive albergan bacterias en su piel capaces de inhibir el crecimiento del patógeno. Sin embargo, esta capacidad inhibitoria varía según la cepa del hongo que se esté probando”, puntualizó Pinto.

Las bacterias presentes en la piel de los anfibios han convivido con ellos durante mucho tiempo y algunas tienen formas de protegerse mediante sustancias químicas que producen para combatir a otros patógenos. Entre estos se encuentra el hongo *Bd*.

Los científicos lograron identificar 55 aislamientos bacterianos con alta capacidad de protección, de los cuales seis son los que tienen mayor potencialidad.

“Estos hallazgos sugieren que las bacterias de la piel adaptadas localmente pueden ofrecer protección contra la enfermedad”, aseveró Pinto.

Cambio climático

En la literatura científica existe bastante información que asocia la proliferación del hongo *Bd* con los efectos del cambio climático. Por ejemplo, se ha determinado que el aumento en la temperatura o los cambios drásticos en esta pueden beneficiar el crecimiento del patógeno.

También hay investigaciones que relacionan factores como la pérdida de bosque, el aumento de la temperatura y de la radiación ultravioleta con una mayor o menor virulencia del hongo, dependiendo de los sitios en donde se encuentre.

“Sí se han hecho correlaciones entre el hongo y ciertos factores ambientales. Sin embargo, no está muy clara esa relación, faltan más estudios para ver cómo el calentamiento global podría cooperar con estas enfermedades en perjuicio de los anfibios”, indicó Abarca.

Alvarado explicó que hay una relación indirecta, ya que el cambio climático puede

producir estrés en los animales, disminuir su inmunidad y favorecer la aparición de enfermedades, como la producida por el hongo patógeno en los anfibios. ■

Especies amenazadas

Los anfibios son uno de los grupos más diversos de los trópicos y tienen una gran importancia en la cadena alimenticia. Por eso, su protección es crucial para mantener los ecosistemas saludables y ayudar a controlar las enfermedades zoonóticas.

En Costa Rica, las especies de anfibios clasificadas en peligro crítico son:

-El sapo de Holdridge (*Incilius holdridgei*): especie nativa que se encuentra solamente en las montañas de la región central del país.

-La rana arlequín (*Atelopus varius*): especie de río de gran colorido, muy sensible al mortal hongo *Bd*.

-Varias especies de ranas de río del género *Isthmohyla*: viven en corrientes frías en zonas altas, un hábitat donde el *Bd* prolifera con éxito.



El Proodus-UCR analizó el ordenamiento territorial en la zona y recomendó que en el Plan Regulador de Liberia se efectuara una zonificación acorde con el desarrollo turístico sostenible. En la foto, el río Blanco en Curubandé. Foto: cortesía del Proodus-UCR.

El proyecto que impulsa el turismo en Curubandé nació en la UCR



El plan de desarrollo posiciona al turismo rural como un complemento para quienes visitan el Parque Nacional Rincón de la Vieja.

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

Las familias que habitan en las comunidades del distrito de Curubandé, en el cantón de Liberia, Guanacaste, cuentan con un proyecto ideado con la intención de abrir múltiples oportunidades de emprendimiento en el sector turístico.

Se trata del Plan de Turismo Sostenible de Curubandé, elaborado en el 2016 por el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (Proodus), de la Universidad de Costa Rica (UCR). Esta iniciativa le fue adjudicada a la UCR, mediante un concurso público, por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (Sinac) del Ministerio del Ambiente.

El trabajo se realizó con la cooperación de la Asociación de Desarrollo Integral de Curubandé, la Municipalidad de Liberia y el Sinac, además de la participación de vecinos del distrito, empresarios locales e instituciones públicas presentes en dicha zona.

Oportunidades de desarrollo

El distrito de Curubandé tiene una posición estratégica que se puede aprovechar para activar el desarrollo turístico rural, ya que colinda con una de las entradas principales del Parque Nacional Rincón de la Vieja.

“Con esta iniciativa se promueven los encadenamientos productivos, la creación de fuentes de empleo local y el desarrollo de poblaciones ubicadas en sectores estratégicos colindantes con áreas silvestres protegidas. Este es un nuevo aporte de la UCR para la generación de proyectos que brinden soluciones a problemas nacionales y apoyen el desarrollo sostenible en las comunidades rurales”, declaró el M. Sc. Félix Zumbado Morales, investigador del Proodus-UCR y coordinador del Plan.

En este caso, la meta es que Curubandé se transforme en una comunidad modelo para el resto del país e, inclusive, en el ámbito internacional, para impulsar el desarrollo turístico en áreas que tengan características de ubicación similares.

“Durante tres períodos de gestión de la Asociación se dio continuidad a este tema y se le propuso al Instituto de

Desarrollo Rural (Inder) generar los fondos para ejecutar la primera fase del Plan. El proyecto debió pasar por los controles establecidos para asegurar que cumpla con los requisitos que establece la ley, además de aprobar los criterios técnicos que se establecen internamente”, detalló Danubio Quirós, presidente de la Asociación de Desarrollo de Curubandé.

A inicios del presente año, el Inder anunció oficialmente que procederá a financiar tanto la compra del terreno, como la construcción de un centro cultural. Tal infraestructura está incluida dentro del Plan de Turismo Sostenible elaborado por el Proodus-UCR.

Dicha obra comprende un museo comunitario, donde se protegerá y divulgará el legado que dejaron las antiguas culturas precolombinas en la zona. Además, va a funcionar como un espacio para promover la educación ambiental.

Se suma también la construcción de un taller artesanal que albergue exhibiciones y venta de objetos, así como un área para la oferta de comidas tradicionales locales y presentaciones artísticas.

“El objetivo del centro cultural es que los visitantes del Parque Nacional Rincón de la Vieja cuenten con un espacio complementario al ecoturismo. En el lugar, podrán recibir información sobre temas ambientales y culturales, comprar

artesanías, degustar recetas locales, entre otras acciones”, agregó Zumbado.

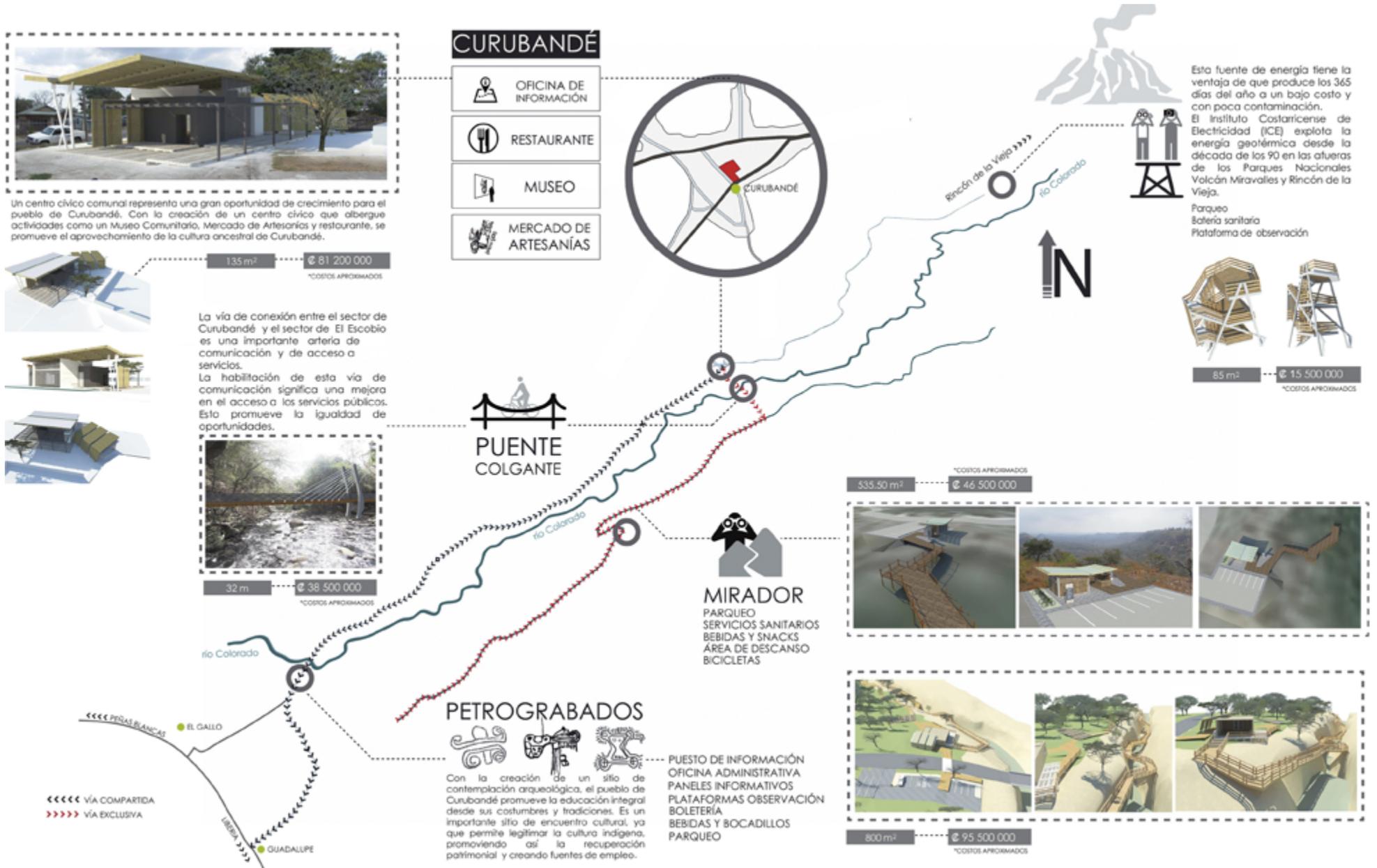
La segunda etapa del Plan alberga la construcción de una ciclovía turística, puentes, miradores y una torre de observación dirigida hacia el proyecto geotérmico Las Pailas, que desarrolla el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en la zona, entre otras más.

“La idea es que quienes viven cerca de algún área protegida se involucren dentro de este tipo de propuestas, con el fin de generar actividades económicas seguras y disminuyan la cacería, la tala de árboles y la contaminación ambiental”, indicó José Aguilar Calvo, encargado del proyecto por parte del Sinac.

Componentes de la investigación

Esta propuesta es fruto del trabajo de un equipo interdisciplinario del Proodus-UCR, que incluyó a especialistas en ecoturismo, ingeniería civil, arquitectura, antropología, sistemas de información geográfica y derecho, así como estudiantes.

Las variables de investigación en las que se basó el Plan de Turismo Sostenible de Curubandé abarcaron el desarrollo de un diagnóstico social, histórico y cultural



Las obras propuestas por el Plan de Turismo Sostenible de Curubandé, en Liberia, Guanacaste. Imagen: cortesía del Probus-UCR.

de la comunidad. Por ejemplo, se tomaron en cuenta los petrograbados (grabados hechos en rocas) presentes en la zona, la gastronomía local y el fortalecimiento del patrimonio intangible oral.

Con los datos obtenidos se gestó una propuesta para implementar una marca regional. Esta labor dio como resultado la producción de logos para el mercadeo turístico, a cargo de la Asociación de Desarrollo.

Zumbado explicó que la zona en donde se ubica Curubandé pertenece a la región conocida como Gran Nicoya, que se extiende sobre una parte del territorio costarricense y nicaragüense.

En Curubandé se reportan petroglifos o petrograbados correspondientes al período Tempisque (50 a. C. - 300 d. C.) y período Bagaces (300 d. C. - 800 d. C.), los cuales han sido investigados por estudiantes y expertos de la UCR, como la arqueóloga María Gabriela Zeledón Angulo, quien elaboró una tesis al respecto en el 2011.

“El patrimonio oral intangible se refiere a las leyendas, cuentos tradicionales e historias que se han transmitido de generación en generación en la comunidad. Algunas de ellas son de origen indígena”, detalló el investigador.

Asimismo, se llevó a cabo un estudio sobre la capacidad turística de la comunidad. Tal análisis sirvió para identificar el potencial del encadenamiento de la comunidad con otros actores, como la Municipalidad de Liberia y el Parque Nacional Rincón de la Vieja.

“La metodología incluyó entrevistas, observación participante, registro fotográfico, grupos focales, análisis FODA, árbol de problemas, uso del marco lógico, uso de sistemas de información geográfica, entre otros”, indicó Zumbado.

Esteban Maietta Alvarado, exvicepresidente de la Asociación de Desarrollo de Curubandé, dijo que, gracias a la variable de actividades comerciales incluida en el diagnóstico del Plan, se conoció que aproximadamente el 60 % de los puestos de trabajo en esta comunidad guanacasteca se dedicaban al turismo. Además, se descubrió que había nueve empresas de dicho sector registradas formalmente y que la mayoría de las construcciones entre el 2001 y el 2010 se destinaron al comercio.

“El Plan de Turismo Sostenible sentó las bases para la creación del mercado artesanal (centro cultural) y, gracias al financiamiento del Inder, ya se cumplió con la primera etapa que era comprar el terreno. Ahora, sigue la construcción de la infraestructura necesaria para desarrollar las actividades comerciales dirigidas al turismo, el cual funciona como dinamizador de la economía debido a los encadenamientos productivos que genera”, subrayó Maietta. ■



La sinergia entre la investigación y la acción social permite que surjan iniciativas que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas, en este caso de los habitantes de Curubandé. Foto: cortesía del Probus-UCR.

UCR



¿Qué papel tiene la ciencia en mi vida cotidiana?

Averigüalo en
cienciaentodo.ucr.ac.cr

Ciencia en todo es una iniciativa de la Vicerrectoría de Investigación y de la Oficina de Divulgación e Información de la Universidad de Costa Rica. Es financiada por la Fundación Universidad de Costa Rica.

