

Crisol

Suplemento de Ciencia y Tecnología N° 252 Noviembre 2011

Siglos de tradición minera

Gerardo J. Soto Geólogo y vulcanólogo
Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE)

El territorio centroamericano se ha construido en un ambiente geológico óptimo para formar yacimientos minerales.



Perfil geológico del famoso yacimiento de hierro de Agalteca, Honduras, explotado desde el siglo XVI. Reformado del trabajo de Roberts & Irving de 1957, sobre los yacimientos minerales en América Central.

Situado en un margen convergente de placas durante gran parte de su historia geológica, en donde grandes volúmenes de magma han estado involucrados, ha sido cuna para múltiples depósitos metálicos. De allí la disponibilidad de los metales para su prospección y utilización. Echemos un vistazo a su situación minera entre los siglos XVI y XIX. Si bien es cierto que los estudios y mapas geológicos no fueron usados para la exploración minera hasta el tardío siglo XIX, también es cierto que la minería metálica ya gozaba de una tradición de centurias en la región. Se había iniciado en la época precolombina, cuando la minería de oro, plata y cobre proveyó materia prima para la producción de objetos ceremoniales y joyas. Vendría luego Colón, marcado por su obsesión por las riquezas de Cipango. En su búsqueda durante su cuarto viaje en 1502 por las costas de América Central, fue testigo de las existencias de oro en Veraguas (costa caribe de Costa Rica-Panamá), que su hermano Bartolomé investigó con más detalle en el istmo de Panamá. Fue no más el inicio de la búsqueda de minerales como un catalítico para la exploración del territorio, en tanto que los metales eran importantes para el imperio español, con el fin de usarlos en la industria armamentista y en la acuñación de moneda.

Minería de oro

Los reportes más tempranos de la minería hispánica en América Central datan de principios del siglo XVI, con la explotación de depósitos de oro aluvial en Panamá y Honduras, seguidos del descubrimiento y explotación de rocas con oro y plata, especialmente en Honduras. En la segunda mitad del siglo XVI ya había minería de oro y plata en muchos sectores de Honduras y Guatemala. Tanto así que en el primer país la minería llegó a ser la principal actividad económica en ese siglo y conllevó

a la fundación de la Alcaldía Mayor de Minas de la Provincia de Honduras en 1601. De hecho, la producción de plata en Honduras alcanzó el 5% de toda la producción de la América española en el periodo colonial, lo cual incidió en una abundante acuñación de plata. Por su parte, en Panamá varias minas fueron explotadas a pequeña escala, mientras la mina Espíritu Santo de Cana en el Darién fue un rico productor de oro hasta 1727. Durante la Conquista y la temprana Colonia, la minería fue ejecutada principalmente por esclavos indígenas y más tarde por africanos, con el uso de tecnologías ibéricas primitivas y algunas adoptadas de los amerindios. No solo oro y plata se explotaron durante la Colonia, sino que además se extrajo cobre, plomo y de manera notoria hierro en Honduras, en el famoso yacimiento de Agalteca, desde 1568 y hasta pasada la mitad del siglo XIX. Igualmente, en Guatemala y El Salvador, en la zona fronteriza común de Metapán en el siglo XVIII. Con la llegada de la vida independiente, los países aprobaron sus diferentes leyes y decretos mineros. Por otra parte, la visita de naturalistas y geólogos foráneos desde la década de 1840 impuso otro ritmo a las investigaciones geológicas y mineras. Finalmente, la fiebre del oro en California en la década de 1870 y la consecuente construcción de caminos y ferrocarriles constituyeron el impulso final para la minería en la región, que vio además cómo muchos de los recursos mineros cambiaron de manos criollas a las de británicos y estadounidenses. Valgan los ejemplos de Guatemala y El Salvador, donde importantes minas empezaron a explotarse en la década de 1860 o la rica Honduras, que a pesar del declive minero en el siglo XVIII tardío, para la década de 1880 tuvo una resurgencia, cuando recibió cerca del 55% de sus exportaciones de plata. En Nicaragua, la minería de importancia se inició en la década de 1850 y luego de

la fiebre del oro de 1880 se transformó en la principal actividad económica. En Costa Rica, importantes descubrimientos auríferos se dieron en 1815 en los Montes del Aguacate y empezaron a crearse algunas fortunas que impulsaron la economía. Luego, en la década de 1880 se descubrieron yacimientos relevantes en Abangares, lo que condujo a otra etapa de fiebre minera. Sobre Panamá hay datos ambiguos durante el siglo XIX y lo más relevante fue que la otrora rica mina de Espíritu Santo de Cana intentó revivir, finalmente lo hizo en el año 1900.



Equipo minero en Abangares, Guanacaste (foto archivo ODI).

Contribución minera

No obstante, los datos sobre la producción minera (cantidad y dinero) colonial en América Central son bastante imprecisos. Primero, porque muchos explotadores exageraron o disminuyeron la importancia de sus propiedades, dependiendo de la conveniencia política. Segundo, por el contrabando de metales hacia otros puertos no oficiales y, tercero, porque una parte importante del metal exportado a la península ibérica yace en el fondo marino,

llevado allí por naufragios tormentosos o por el daño durante refriegas contra los piratas. Todo apunta a que la minería contribuyó poco al bienestar económico de América Central entre los siglos XVI y XVIII, aunque en el siglo XIX le dio un empuje a las economías de Costa Rica, Honduras y Nicaragua. Más bien, la riqueza minera contribuyó a la de la Corona española durante la Colonia y luego a la de la oligarquía local y compañías foráneas en el periodo posindependiente, con algunas excepciones. No poca razón tenía Mario Benedetti al escribir su haiku: **Fiebre de oro / y en las calles y campos / barro y mendigos.** Por supuesto que durante estos siglos aún no existían los conceptos de desarrollo sostenible, responsabilidad ambiental, rehabilitación de sitios mineros y pautas de responsabilidad social para las compañías mineras, que procuraran minimizar y mitigar los efectos ambientales. No disponemos de estudios en relación con el impacto ambiental en esta época, aunque en vista de que no hubo grandes desarrollos mineros, no parecen haber grandes efectos ambientales residuales en la región. Deberíamos aprender del pasado para aplicarlo en el futuro, eso sí. En octubre pasado, la prestigiosa revista *Nature Geoscience* publicó un editorial sobre el futuro minero de la humanidad, en particular sobre los yacimientos de aquellos metales estratégicos para industrias tecnológicas, que requieren más y mejor investigación en el mundo. "Las regulaciones sobre los impactos ecológicos aceptables, así como los económicos de las minas en sus países huéspedes, necesitan desarrollarse –y vigilarse– por la sociedad como un todo", dice el editorial. En sociedades que han mantenido la minería por siglos y cuyos territorios bien pudieran alojar yacimientos importantes, como es el caso de América Central, parece pertinente y tendría sentido una investigación minera lógica y científicamente programada, con políticas coherentes en lugar de negativas a ultranza.

Las tortugas de Ostional

El uso de recursos como herramienta de conservación

Patricia Blanco
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Las tortugas marinas en Ostional forman parte de la vida de este pueblo. Su conservación ha sido posible gracias a la acción conjunta de varias fuerzas sociales e institucionales, que desde hace casi 25 años desarrollan un proyecto de uso sostenible de este recurso natural. (foto Anel Kenjekeeva).

Para don Basilio Vega Figueroa, uno de los primeros pobladores de Ostional que luchó por cambiar las cosas en su comunidad, antes de 1987 la vida era muy distinta. “No había carreteras ni puentes, solo bueyes y bestias. La comunidad estaba tomada por las autoridades armadas que venían a controlar el robo de huevos de tortuga y había mucha pobreza”. Por eso, esa fecha es memorable para los habitantes de este pueblo costero de Guanacaste, porque marcó el inicio de una experiencia de desarrollo local que no solo ha contribuido a la conservación de estos reptiles, sino que también ha traído beneficios sociales y económicos a la población. El proyecto de manejo del hábitat de las tortugas y el uso sostenible de los recursos naturales se ejecuta con la participación de la comunidad y la acción coordinada de instituciones del Estado, entre estas la Universidad de Costa Rica (UCR). El resultado del trabajo conjunto ha permitido consolidar un modelo de aprovechamiento racional y comercialización legal de huevos de tortuga lora, una de las cuatro especies de tortugas marinas

que anidan en forma masiva en Ostional. El fenómeno de anidación masiva de esta especie de tortuga se inició en 1959 y desde 1970 la Escuela de Biología de la UCR investiga y mantiene un monitoreo constante en la zona, lo que permite contar con datos científicos que respalden las decisiones relacionadas con la protección y el manejo de las tortugas. En el proceso ha habido obstáculos, críticas y se han aprendido muchas lecciones. No obstante, ya varias generaciones de pobladores de Ostional han participado en esta iniciativa y aprendieron a valorar más un recurso natural que desde siempre ha formado parte de sus vidas y que, por lo tanto, tiene un valor más allá de lo económico.

Primeras investigaciones

Según explicó el M.Sc. Gerardo Chaves Cordero, coordinador de la Estación Biológica de Ostional “Dr. Douglas Robinson Clark”, de la UCR, este científico estadounidense fundó el proyecto de investigación y manejo de las tortugas marinas de Ostional. “Douglas y Stephen E. Cornelius fueron los primeros en investigar hacia dónde van y de dónde vienen las tortugas. Marcaron 50 000 tortugas y encontraron que la mayoría eran recapturadas en Ostional por los barcos camaroneros, entonces pensaron que hay una población residente”, comentó Chaves. También –agregó– ellos mostraron que las tortugas utilizan distintos corredores marinos en busca de alimento y se desplazan tanto hacia México como hacia las islas Galápagos. Estos científicos empezaron a observar y a recavar datos sobre la presencia masiva de tortugas en Ostional y la utilización de la playa para su reproducción, lo que se conoce como arribada. La información sirvió para recomendar que la mejor forma de conservar el recurso es aplicando normas de manejo que involucren la recolección regulada de huevos por parte de los pobladores de Ostional. “El manejo de huevos es parte del desarrollo sostenible en el sentido de que la comunidad le da el mantenimiento al hábitat de la tortuga y, a cambio, puede vender un porcentaje de huevos y recibir una retribución económica”, amplió el herpetólogo. Uno de los aspectos que ha llamado la atención de la comunidad científica es que el espacio en la playa es reducido para las



Los huevos de tortuga procedentes de Ostional se comercializan legalmente en distintos puntos del Valle Central (foto Anel Kenjekeeva).

miles de tortugas que anidan y, desde el punto de vista ecológico, esto constituye un obstáculo para los individuos que llegan a reproducirse a Ostional, aseguró Chaves. “Ha habido mucho interés por estudiar la cantidad de tortugas que utiliza la playa de Ostional para anidar, porque el espacio en la arena es la principal limitación. Cada tortuga que llega, ponga o no ponga huevos, incide sobre otra dispuesta a poner huevos”, expresó. El investigador detalló que en las áreas de mayor anidación pueden quedar hasta más de diez nidos por metro cuadrado. “Esto es importante porque las tortugas destruyen los nidos que otras han dejado y la mortalidad de huevos oscila entre un 20% y un 40%”, detalló, pero aún así la densidad de nidos dejada en la playa es impresionante. La UCR, con la colaboración de la Asociación de Desarrollo Integral de Ostional (ADIO), ha desarrollado una metodología de monitoreo para registrar datos sobre depredación de tortugas, cantidad de tortugas que desovan, densidad de nidos, huevos no viables debido a hongos o bacterias, pérdida de huevos en cada arribada y éxito de eclosión o nacimientos. Uno de los resultados importantes es que el área de anidación masiva se amplió de un kilómetro a más de siete kilómetros a partir de la década de los noventa.

Población sana

A pesar del peligro de extinción en que se encuentran las poblaciones de tortugas marinas en el mundo, también hay playas con poblaciones muy saludables y, en Costa Rica, Ostional es una de ellas, aseveró Chaves. El especialista explicó que existe una inconstancia en la colonización de diversas playas por parte de las tortugas, cuyas causas aún no han sido muy estudiadas. En su criterio, “hay un vaivén entre playas muy importantes para las arribadas de tortugas con otras en donde su presencia ha declinado o se ha extinguido”. Por ejemplo, en nuestro país las arribadas de playa Nancite decayeron y no se ha debido a la intervención humana directa, lo mismo que la población de la tortuga verde en playa Naranjo, aunque en ambos casos se trata de un parque nacional y de un sitio ubicado lejos de poblados, respectivamente.

El abecé del manejo

El proyecto de conservación de tortugas en Ostional es una iniciativa interinstitucional, en la que participan, además de la comunidad, tres instituciones del Estado. La población local, de forma organizada, es la ejecutora de cosechar los huevos y ponerlos en el mercado. Solo se recogen los huevos



La limpieza de la playa es una de las acciones de conservación que realiza la comunidad de Ostional, con el fin de facilitar la anidación de las tortugas (foto Anel Kenjekeeva).

producidos durante los primeros dos días de cada “flota”, como llaman a las arribadas, debido a que tienen cerca del 100% de probabilidades de ser destruidos por las mismas tortugas que continúan llegando. Como bien lo describió Chaves, “consumir un huevo de tortuga de Ostional no significa consumir una tortuga potencial, porque ese huevo iba a ser comido por los zopilotes o a terminar convertido en hongos o bacterias, menos en una tortuga”. Las decisiones relacionadas con el proyecto se toman de forma colegiada en una comisión, en la cual están representados todos los sectores. “En esta instancia de coordinación se toman las decisiones importantes y se hacen recomendaciones relacionadas con la administración del Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional; además, se toman medidas con el fin de controlar y proteger los recursos de esta área”, indicó José Pablo Baltodano, guardaparque y vecino de Ostional. Las instituciones involucradas están a cargo de tareas específicas: la UCR se encarga del monitoreo de la población de tortugas, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (Incopesca) regula el comercio de huevos y el Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (Minaet), por medio del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac), administra el Refugio.

Beneficio mutuo

Existe consenso entre las partes de que el proyecto ha sido muy positivo. Se señala en primer lugar la existencia de una relación de ayuda mutua entre la comunidad y las tortugas, ya que se protege a estos reptiles y, a la vez, los pobladores reciben un beneficio económico con la venta de los huevos. Un porcentaje de las ganancias se dedica al desarrollo de obras comunales, ayudas sociales, becas y educación ambiental. La gente realiza acciones de manejo de hábitat, entre estas la limpieza de la playa para facilitar la anidación, labores de vigilancia y las mujeres cuidan a las tortugas recién nacidas de los distintos depredadores. También, la comunidad tomó la decisión de no colocar alumbrado público para no afectar a las tortugas y de ejercer control sobre el turismo masivo. Otras fortalezas del proyecto son el apoyo que se brinda a una comunidad rural que cada vez reclama mayor acceso a servicios públicos y que

la iniciativa es un ejemplo de sostenibilidad. Esto no significa que no haya presiones sobre Ostional. El hecho de que la tierra en esa zona sea muy codiciada por inversionistas extranjeros y nacionales para el desarrollo de diversos negocios es una especie de fantasma que está presente. A juicio del especialista de la UCR, se requieren políticas nacionales que definan claramente si el país prefiere maximizar el uso de los recursos antes de apostar a la conservación. “Dependiendo de esas decisiones Ostional será más o menos vulnerable”, concluyó Chaves.



La recolección de huevos se realiza durante los dos primeros días de cada arribada, lo que significa un 1% del total de huevos (foto Anel Kenjekeeva).



Las mujeres cumplen diversas funciones en el proceso de recolección y comercialización de huevos de tortuga, como es el empaquetado (foto Anel Kenjekeeva).

Las arribadas en Ostional

- Esta playa, ubicada en Santa Cruz de Guanacaste, es el sitio principal de reproducción de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en el mundo.
- En promedio se producen 11 arribadas al año. Una arribada es el desove simultáneo y masivo de miles de tortugas.
- Las arribadas duran en promedio una semana.
- Entre 4000 y 400 000 tortugas por km² anidan a lo largo de 7 km de playa.
- En octubre se produce la mayor arribada del año. Llegan alrededor de 1 millón de tortugas a desovar.
- Las familias de Ostional extraen el 1% de los huevos que se producen en cada una de las arribadas. Además, cada familia tiene derecho a 200 huevos para su consumo.

Música, un vínculo que nos une con la vida

María Eugenia Fonseca Calvo
maria.fonseccalvo@ucr.ac.cr

No importa si es cumbia, merengue, bolero, religioso o de cuna, y si no lo hace como socialmente se espera, el canto materno permite que el o la bebé se sienta muy amada y desarrolle vínculos fundamentales para la vida.

Como seres musicales que somos, podemos hacer música e interrelacionarla con los afectos, con las emociones y con las necesidades de expresarnos y relacionarnos con las demás personas, según expresó la psicóloga, especialista en musicoterapia y estudiante de clarinete, Mag. Karla María Abarca Molina. Abarca desarrolla una investigación en la Escuela de Artes Musicales de la Universidad de Costa Rica (UCR) en torno al *Diseño de un plan de aplicabilidad de la música en la promoción de la adquisición del lenguaje en la niñez de 1 a 3 años en condición de orfandad, en la que combina su formación educativa, profesional y laboral.* Este proyecto surgió debido a las dificultades de cuidado y al maltrato que experimentan muchos niños y niñas, así como al incremento de los que pasan mucho tiempo en alberges del Patronato Nacional de la Infancia, Aldeas SOS o en otras entidades como los Cen-Cinai. También responde a la necesidad de que la música aporte en el proceso de adquisición del lenguaje y de otros vínculos en la niñez durante la etapa de la primera infancia, periodo en el se desarrollan elementos fundamentales para la vida.

Desarrollo del lenguaje

La investigadora señaló que durante la primera infancia, que llega hasta los seis o siete años, el recién nacido desarrolla sus aspectos físicos, psicoafectivos y sociales. En ese periodo se adquiere el lenguaje, se establecen vínculos con las demás personas y se forja lo que el niño o niña será en adelante. Algunos estudios sobre el tema del desarrollo del lenguaje plantean que este es aprendido y no instintivo y que se adquiere conforme se acumula la información proveniente del entorno. Desde la Música también se ha profundizado en los procesos de adquisición de la información: cómo esta es procesada y cómo es almacenada, qué se escuchó, qué se vivió en ese momento a nivel musical y qué es la afectividad musical. Al respecto, mencionó que en una de las teorías de la musicoterapia se afirma que los as-

pectos melódicos tiene que ver con la parte puramente emocional. "El canto de la madre podría no ser extremadamente lindo, pero mamá lo hace con todo su afecto y eso hace que el niño sea sienta muy amado", manifestó. Ese aspecto se conecta con el físico. "Si necesito energizar a una persona para que se sienta contenta, motivada y activa, le digo que empiece a marchar. Es por eso que las bandas rítmicas del 15 de setiembre son tan importantes para los niños, porque hay un aspecto rítmico que es energizante y motivante", dijo la especialista.

Música y lenguaje

Desde el vientre materno, el niño se habitúa a un entorno sonoro: el sonido que producen los intestinos, el corazón, la inhalación y la exhalación. Estos son los elementos sonoros que recordará de los primeros momentos de gestación. Según explicó Abarca, esa memoria prenatal se relaciona con la posnatal, constituida con los primeros sonidos que escucha después de su nacimiento y que tienen que ver con reconocer las voces de las personas más cercanas y los demás ruidos provenientes del medio que lo rodea. Posteriormente, los bebés empiezan a descubrir los sonidos de su ambiente, que luego reproducirán para recordarlos, y que serán fundamentales para el lenguaje. Entre el cuarto y el sexto mes de vida, el bebé



La profesora Karla Abarca de la Escuela de Artes Musicales (foto Laura Rodríguez).



Del cuarto al sexto mes de vida, la niña o el niño ya es capaz de reproducir sonidos con un sonajero o un móvil (foto Laura Rodríguez).

prefiere la voz de las personas que están más cercanas a él, presta mucha atención a los sonidos agudos, es capaz de tranquilizarse al escuchar música de ritmos bajos y responde a la voz humana con pequeños movimientos. Entre el séptimo y el noveno mes comienza a emitir ciertas consonantes y sílabas, a elegir objetos que producen sonidos que le resultan agradables y canciones asociadas al movimiento, ya que está descubriendo cómo se mueven los brazos, las piernas y el movimiento de su cuerpo hacia atrás o hacia delante. "Este proceso de descubrimiento podría estar ligado a un proceso musical", expresó Abarca. A los diez meses es capaz de hacer música con todo su cuerpo, descubre el juego con las manos las famosas "tortillitas" y ese sonido le genera gran diversión, prueba distintos sonidos asociados a la habilidad de la aprehensión de objetos y trata de repetir ciertos sonidos. Durante el primer año de vida le gusta hacer lo que se denomina ritmos binarios (un dos, un dos) y acentos, utiliza melodías ascendentes y descendentes (donde la melodía ascendente es pregunta y la descendente es respuesta), descubre lo que es rápido y lo que es lento, empieza a coordinar palabra y movimiento y asocia la música con el movimiento corporal. La habilidad de distinguir los sonidos y de desarrollar el canto se adquiere entre los dos y los tres años de edad, etapa en la que el infante es capaz de cantar afinado de tres a cinco notas musicales.

Canto materno

Para Abarca, es muy necesario fomentar el canto materno para el establecimiento del vínculo inicial de la comunicación, lo cual le va a dar a la niña o niño una serie de herramientas lingüísticas y le ayuda a estimular su capacidad auditiva. Sin embargo, indicó, desde el punto de vista de la musicoterapia es conveniente prestar atención a las letras de las canciones de cuna, con el fin de que el mensaje que se le transmite le haga sentir una persona especial. También es conveniente tomar en cuenta cómo y dónde se canta, pues debe ser un momento especial, con expresiones



Niños que han sido expuestos a una gran cantidad de instrumentos durante su primera infancia, pueden reconocer el sonido de cada uno en su etapa adulta (foto Laura Rodríguez).

de afecto y un ambiente de tranquilidad, y que el canto sea suave y sin gritar. Estos elementos le facilitarán la comunicación cuando el niño sea una persona adulta. Como resultado de su experiencia de trabajo con infantes que tienen problemas de lenguaje, la investigadora constató que el canto se vuelve una alternativa porque no hay temor, ya que ninguno de ellos sabe cantar, por lo cual es un proceso que lo adquieren juntos. Además de que pueden decir solo el principio o el final de una canción y el grupo mismo marca la velocidad del canto. "La parte emocional no se va a ver afectada, sino potenciada, ya que las dificultades están asociadas a los aspectos psicoafectivos", expresó la investigadora.