



Editorial

La investigación en las ciencias de La Tierra ha ido evolucionando de acuerdo al desarrollo tecnológico. En sus inicios, los estudiosos debían ir al campo a coleccionar información, fuera ésta sobre rocas, fósiles o bien

de organismos vivos, con el fin de establecer su composición, relación con otras rocas, la sistemática, el hábitat, etc. Llegaban a ser campañas que duraban meses o años, como el caso de Charles Darwin (1809-1882), quien se embarcó en el Beagle en una expedición de investigación que duró de 1831 a 1836. En Sonora es conocido el trabajo de R.E. King, quien hacía campaña de campo a lomo de bestia durante varios meses. Publicó uno de sus trabajos en 1939: "Reconocimiento geológico del norte de la Sierra Madre Occidental de México". Una vez coleccionada la información, se regresaba a la oficina a organizar datos, muestras, se hacían algunos análisis o estudios de más detalle y se publicaba un reporte. Actualmente, la tecnología nos permite desarrollar nuestras actividades de campo de manera menos ardua, utilizando vehículos todo terreno, receptores GPS, teléfonos celulares. También ahora hay más caminos disponibles. Pero además de estos equipos de todos conocidos, existen aparatos, por ejemplo, de análisis químicos, que pueden determinar concentraciones sumamente pequeñas (partes por trillón) de elementos muy poco abundantes en la naturaleza. Y con esta información se pueden hacer inferencias sobre el origen de la roca que antes no podían imaginarse. Existen equipos que miden diversas propiedades de las rocas, como la velocidad de transmisión de ondas sísmicas (sismógrafos), la densidad de las rocas (gravímetros), propiedades magnéticas (magnetómetros y otros) y eléctricas (potencial natural o inducido). Con estos equipos se puede obtener información del interior del planeta para reconstruir su estructura. Se puede ir a la Luna y también a los fondos oceánicos.

En este número Thierry Calmus nos presenta un artículo sobre su experiencia en una expedición de, por así decirlo, unas cuantas horas, en el fondo del océano. Esas cuantas horas de inmersión son la culminación de un trabajo previo de preparación y se traducen después en muchos días de análisis e interpretación en la oficina. Las inmersiones se han llevado a

cabido por varios años en el fondo oceánico de la margen del Pacífico en México para determinar la naturaleza del contacto entre las placas oceánica y continental. Su importancia radica en conocer el comportamiento de estas dos placas tectónicas en cuyo contacto se generan sismos, algunos apenas perceptibles, pero otros demoledores.

García y Peñaflor nos exponen de manera sencilla cómo y en dónde se forman los diamantes, esto es, su geología; además algunos aspectos de su producción y comercialización. Y Noemí Bañuelos nos hace una semblanza de un grupo indígena de Sonora, poco mencionado en los medios: los Guarijío/Makurawe. Nos muestra de manera muy amena cómo este grupo ha buscado mantener un equilibrio entre *cultura* y *natura*. Parece que nos quieren decir: Nacemos de La Tierra y nos debemos a La Tierra. Esta Tierra en la que vivimos y que, en los últimos meses tanto nos ha afectado con su actividad: terremotos, tsunamis, huracanes, tormentas tropicales, deslizamientos de tierra, volcanes. En algunos casos, como sociedad, no hemos entendido lo que la naturaleza es y cómo nos afecta.

César Jacques Ayala

Editor

Contenido

Editorial	2
Un día de trabajo a fondo (Thierry Calmus)	3
El diamante (Parte II) (Juan Carlos García y Pablo Peñaflor)	6
Los que danzan a la tierra - los Guarijío / Makurawe (Noemí Bañuelos)	11
La guásima (José Jesús Sánchez)	15

Portada. Gusanos tubulares, que se encuentran en el fondo del océano, a miles de metros de profundidad. Se han encontrado cerca de fumarolas en las crestas oceánicas, de las que el agua emana a temperaturas que alcanzan varios cientos de grados celsius. Se agradece al Woods Hole Oceanographic Institution (<http://www.whoi.edu/oceanus>) la autorización para utilizar esta imagen.

Directorio

UNAM

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Mtro. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Gustavo Tolson Jones
Director del Instituto de Geología

Dr. Héctor Arita Watanabe
Director del Instituto de Ecología

Dr. Thierry Calmus
Jefe de la Estación Regional del Noroeste

NUESTRA TIERRA

Dr. César Jacques Ayala
Editor

Dra. Ma. Cristina Peñalba
Dr. Martín Valencia Moreno
Editores Asociados

Dr. Hannes Löser
Editor Técnico y Diseño

Nuestra Tierra es una publicación de la Estación Regional del Noroeste, institutos de Geología y Ecología, que aparece semestralmente en primavera y otoño de cada año.

Estación Regional del Noroeste
Blvd. L. D. Colosio s/n y Madrid
Campus UniSon
83000 Hermosillo, Sonora, México
Tel. (662) 217-5019, Fax (662) 217-5340
nuestratierra@geologia.unam.mx
<http://www.geologia-son.unam.mx/nt.htm>

ISSN 1665-945X

Impresión: 500 ejemplares

Precio: \$ 15.00

En caso de utilizar algún contenido de esta publicación, por favor citar la fuente de origen. El contenido de los trabajos queda bajo la responsabilidad de los autores.

Geología marina

Un día de trabajo a fondo

El día anterior me recomendaron no tomar té después de la cena y por supuesto nada de café con el desayuno al otro día. Con esa sola recomendación tan insignificante mi presión psicológica empezó a subir, como un presagio de lo que pasaría al día siguiente al exterior del submarino. Al despertar me di cuenta de que estaba más preocupado por el estado de mi vejiga que por las muestras de rocas que me tocaba recoger ese día a 4900 m de profundidad. Por ello seguí el aviso al pie de la letra con el riesgo de tener sed. Después de un desayuno ligero, me fui a la cubierta como todos los días para ver el mar y saludar al submarino, ritual inamovible durante los 27 días del crucero. Pero hoy me tocaba. Me tocaba ponerme el traje amarillo, entrar en el submarino y bajar al fondo de la fosa de América Central, en donde se generan la mayor parte de los terremotos de la región. Los colegas me miraban, unos con envidia, otros por costumbre, pero todos respetando el ritual. El mar estaba tranquilo, plateado, y el barco avanzaba a velocidad reducida para llegar al punto de inmersión. El submarino estaba todavía en las manos de los técnicos haciendo el último control (presión del aceite, brazos mecánicos, lastre, baterías).

Una última visita al baño antes de subir a la cubierta superior que da acceso al submarino. Adentro ya estaba el copiloto, sentado en la parte central. Me quité los zapatos, puse el traje de rigor y entregué al copiloto un bulto con un suéter grueso, calcetines y un gorro de lana para aguantar el frío que nos iba a tocar un par de horas más tarde. Pero, en ese momento el calor era insoportable. A 100 millas de Manzanillo, sin aire y con mucha humedad. Un último saludo a los compañeros y entré en el submarino. Más bien entré en una esfera de titanio de apenas dos metros de diámetro, la parte más reducida de la nave que mide 8 metros de largo y pesa 18 toneladas. Dos metros de diámetro para el copiloto, el observador y el piloto quien estaba todavía sentado afuera, cerca del pequeño círculo abierto de la escotilla. Me senté sobre la litera, observando la cantidad de aparatos de registro y de control que me rodeaban, cuidando no tocar ningún cable, ningún botón que pudiera cancelar accidentalmente un día tan especial. El copiloto probaba las cámaras, cuando la plataforma cargando el submarino empezó a moverse rumbo a

la popa. Cuando llegó abajo del pórtico de la grúa, el piloto entró y cerró la escotilla. La luz entraba por los tres ojos de buey, e inmediatamente me acosté, la nariz pegada a mi ventanilla para no perder nada de la maniobra. El submarino se movió, se meció hasta que la grúa lo dejó flotando atrás de la nave. Con el oleaje, me tocaba ver alternativamente el cielo y el agua, y recordaba mis primeras aventuras submarinas con una mascarita y aletas de buceo azules, cuando mis papás me gritaban que no me alejara de la orilla.

Los preparativos me parecieron eternos. Los buzos pasaron varias veces frente al ojo de buey saludándome, mientras controlaban el estado del submarino. El copiloto se comunicaba con el puesto de control a bordo del barco. Finalmente se dio la luz verde. El piloto aplastó un botón que provocó la liberación de aire y el submarino empezó a hundirse. Evidentemente mis ojos se dirigieron hacia el indicador de profundidad. El submarino baja a una velocidad aproximada de 1 m por segundo. Calculando, para llegar a nuestro objetivo, teníamos que esperar 4900 segundos, 1 hora y 20 minutos. Tiempo suficiente para que el piloto me enseñara las condiciones de seguridad, los gestos en caso de emergencia, y para comer antes de tocar el fondo. A los 40 m, ya estaba oscuro. Solo una lamparita que usaba el copiloto para leer y algunas lucecitas de los tableros de control daban vida a esa pelota metálica. Ahora, después de haber bajado varias veces, me doy cuenta de que el viaje cambia mucho con la personalidad de los pilotos. Algunos llevan una película, otros platican sus anécdotas. Una hora después, 3,600 m por debajo del nivel del mar, la temperatura había bajado mucho. No existe un sistema de calefacción en el submarino, para no desperdiciar la energía eléctrica de las baterías. Toda la energía se conserva para el uso de los brazos mecánicos, de las aspás y de los focos que se prenderán cuando llegemos al fondo. Media hora antes de llegar, durante este primer viaje me tocó una comida de gala con una botella de vino tinto, por ser domingo. Decidí orinar antes de llegar, para no tener esa preocupación trivial durante el trabajo de observación y de muestreo. Siguiéron después actividades domésticas con la puesta de los calcetines y de la sudadera, así como la preparación de mi hoja de papel en la cual tenía que apuntar la posición de las muestras que se iban a colocar en la canasta metálica. El sonar indicó el acercamiento al fondo: 50 metros, 40 metros, el copiloto prendió los proyectores, y pegué los ojos al cristal

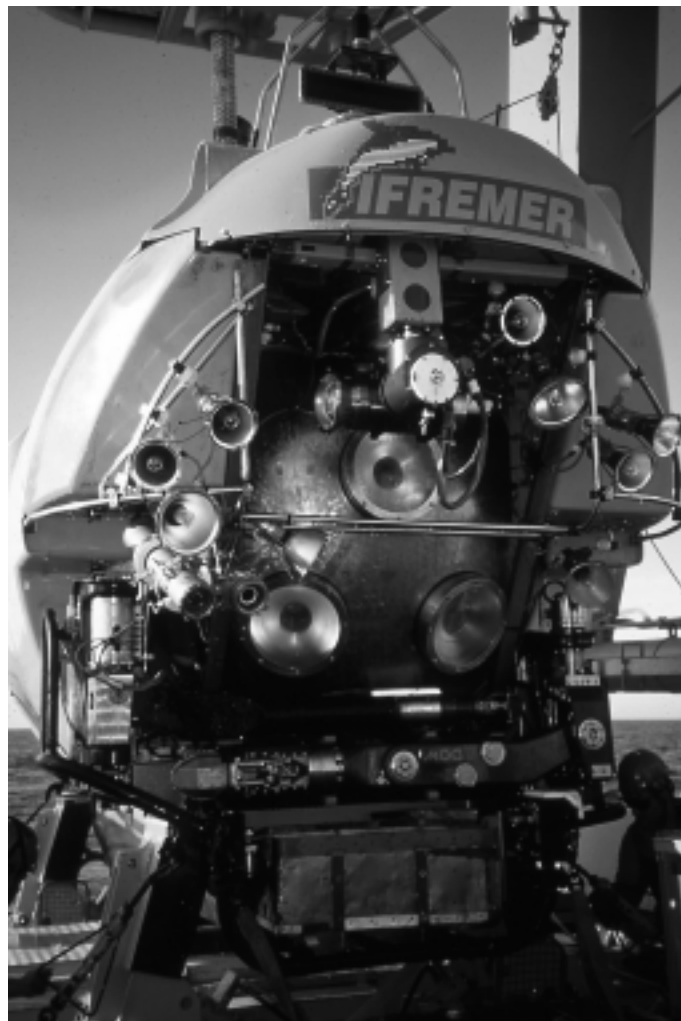


Figura 1. Submarino Nautilo del Instituto Francés del Mar (IFREMER). El submarino, de 8 m de largo y 18.5 t de peso, tiene la capacidad de bajar a 6,000 m de profundidad, lo que significa que puede explorar el 97% de la superficie de los fondos oceánicos. Sobre la foto, se alcanzan a ver de arriba hacia abajo: 6 proyectores, la cámara de video panorámica, la esfera de titanio de 2.10 m de diámetro con las 3 portillas para observación directa, la cámara de video fija, la cámara fotográfica, los brazos de sujeción y de manipulación (con 5 y 7 grados de libertad respectivamente), canasta metálica para recolección de muestras y transporte de equipo adicional. En misión normal el submarino tiene 13 horas de autonomía, gracias a 50 kWh de energía almacenada en baterías Ni-Cd que pueden alimentar un motor axial, dos motores verticales y un motor transversal con una velocidad máxima de 2.5 nudos.

grueso tratando de ver el fondo, como si me pudiera escapar. La lluvia de plancton era intensa y no dejaba buena visibilidad. —30, 25, 20, 15 m— cuando apareció un paisaje plano, de color crema. A los 10 m, el copiloto liberó las bolsitas de lastre y el submarino se estabilizó a un metro del fondo. Las bolsas de lastre llenas de hierro levantaron una nube de lodo que

rodeó al submarino antes de desaparecer poco a poco. Se estableció un contacto por sonido con el barco, uno de los pocos contactos de este tipo. El trabajo empezó inmediatamente. Localizamos el submarino con respecto a las boyas sumergidas que los técnicos habían colocado en la mañana, boyas localizadas a su vez con respecto al barco, el cual tiene una posición perfectamente conocida con respecto a la red de satélites del sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global). El piloto probó los brazos, la canasta recogedora para las muestras y los diferentes motores. Empezó entonces la lenta exploración en el silencio. Un silencio visual que uno asocia a este mundo profundo. En realidad nuestro paseo no era silencioso. En primer lugar se oye el ruido discreto de los motores y de las videocaseteras que prendió el copiloto al llegar al fondo al mismo tiempo que las dos cámaras de video. En segundo lugar, como no hay espacio para escribir, la única forma de registrar las observaciones es la forma oral. Voces grabadas sobre las imágenes que se registran en continuo a partir de una cámara fija y una móvil manejada por el copiloto. Empecé entonces a describir mi campo visual bastante reducido: “piso oceánico, lodoso, de color beige, uniforme, con algunas manchas grises”. Uno se cuida al principio con el miedo de decir tonterías grabadas para siempre, pero poco a poco agarra confianza y se atreve a intercambiar bromitas con los compañeros. El frío era intenso y la condensación llenaba el cristal. Cuando llegó el primer relieve aún modesto como la banquetta junto a la calle, tuve ganas de gritar victoria y pedir al piloto tomar una muestra de esa maravilla natural. Con la experiencia uno aprenderá a ser más mesurado y contar con la cantidad limitada de muestras que puede cargar la canasta. Estábamos en la parte plana de la trinchera, llena de sedimentos que provienen del plancton muerto pero también de la erosión del continente vecino. Todo parece tan pacífico que uno no puede imaginar que esta planicie refleja una zona en donde se producen fenómenos tectónicos que a su vez provocan los terremotos tan fuertes para unos, tan dramáticos para otros, relacionados con el roce entre dos placas tectónicas; esas placas que forman la parte superficial de la Tierra y que se mueven unas con respecto a otras provocando la mayor parte de los sismos y de los fenómenos volcánicos registrados en la superficie de la Tierra.

Al salir de la parte plana de la trinchera, el submarino empezó a subir a lo largo de su flanco más abrupto

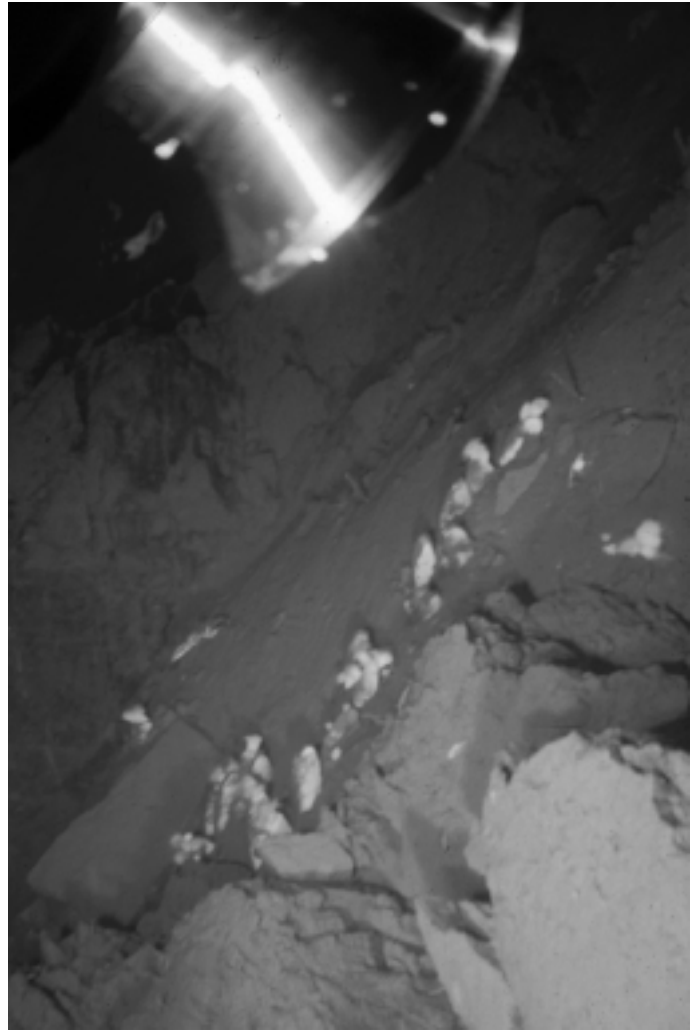


Figura 2. Almejas gigantes (*Calyptogena*) localizadas en una salida de fluidos fríos en la trinchera de Acapulco.

rumbo al continente. Poco a poco me sentí más seguro en mis comentarios y sobre todo en la toma de muestras. Decidimos tomar dos muestras de fluidos en zonas de fracturas caracterizadas por la abundancia de animales (almejas gigantes del tipo *Calyptogena*, crustáceos del tipo *Galatea*, peces y pulpos como parte última de la cadena alimenticia de las grandes profundidades). Olvidaba el frío, me acostumbraba al ángulo reducido de visión, a la luz artificial y descubría este mundo tan inaccesible, encantado de ver fallas, fracturas, como si estuviera caminando en un cerro, allá, en el mundo de arriba.

A las 4:20 de la tarde, avisaron desde el barco que era tiempo de regresar a casa. Tomamos una última muestra antes de despedirnos de este mundo secreto. Se apagaron las luces y los motores, y el submarino empezó a subir a la misma velocidad que usó en la mañana para bajar. Una hora de oscuridad propicia para pensar que la tecnología me había permitido

conocer una emoción que rebasaba la meta científica, o, más bien, que la acompañaba para darle una dimensión estética.

Los submarinos científicos son aparatos costosos que pertenecen a centros de investigación científica públicos o privados. Las propuestas presentadas por investigadores son analizadas por comités científicos y los proyectos, una vez aprobados, se programan en función de la disponibilidad de los buques y de los submarinos, así como de su posición geográfica y de parámetros climatológicos. Desde la superficie, gracias a técnicas geofísicas indirectas, o en el fondo, gracias a los submarinos y la observación o el muestreo directos, la investigación submarina y oceanográfica tiene un campo de acción inmenso: 75% de la superficie del planeta corresponde a fondos marinos. El conocimiento progresivo de este dominio ha permitido descubrir paulatinamente el velo opaco que escondía gran parte de la historia de la Tierra y de su vida mineral, animal y vegetal. Los submarinos contribuyen al entendimiento de los sismos, de la formación de la corteza oceánica y de yacimientos minerales submarinos, de la evolución de la vida y de su desarrollo en el mundo acuático, o de la formación de las rocas sedimentarias. Pero, más allá de su papel tecnológico de apoyo a la investigación científica, los submarinos representan todavía unas de las últimas máquinas asociadas a los mitos de la historia humana moderna, llenos de emoción y de misterio.

El mundo de los minerales

El diamante (Parte II)

Introducción

En la primera parte de nuestro artículo “El Diamante” (Número 1.2004) hicimos un breve recorrido por su historia, sus propiedades químicas y físicas y sus usos en joyería y en la industria. En esta segunda parte nos referiremos brevemente al origen de su nombre y con más amplitud a su formación en la entrañas de la Tierra y a su dispersión por la superficie terrestre, además de un breve repaso acerca de los problemas económicos y políticos que en los últimos años han ocasionado los monopolios del diamante.

La palabra “adamas”, que en griego significa “invencible”, probablemente usada para caracterizar

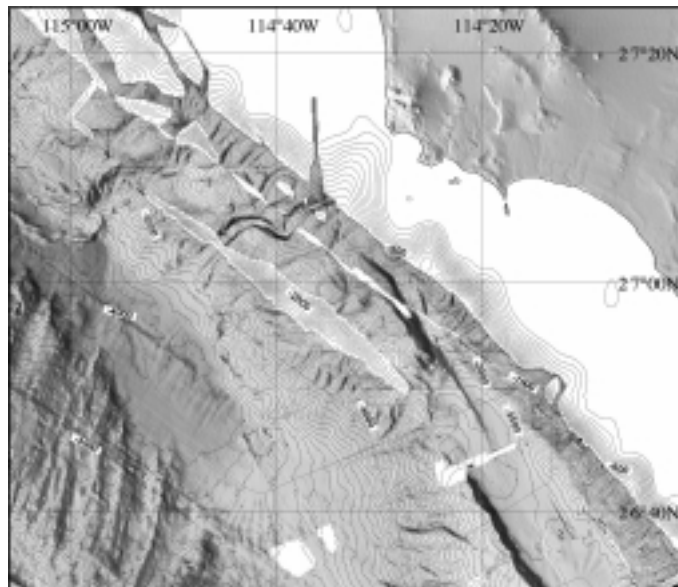


Figura 3. Carta batimétrica a detalle de la margen de Baja California Sur entre 26°40' y 27°20' latitud norte. Se observa en la parte sureste de la figura una cuenca limitada por un escarpe abrupto al oeste y un escarpe más suave al este. Al norte de la latitud 27°N, el cambio brusco de dirección del cañón submarino demuestra que existen fallas activas en esta región. La región emergida (noroeste) corresponde a la parte centro-sur de la Península de Vizcaino, Baja California Sur (Michaud et al. 2005).

Autor

Thierry Calmus, Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

metales y piedras duras, fue aplicada a los diamantes por el poeta romano Manilio (16 a. C.). “Adamas” fue distorsionado en “diamante” y es la raíz de “adaminantino”, que es el adjetivo aplicado al lustre brillante del duro diamante.

Ahora la pregunta importante: ¿cómo se forman los yacimientos de diamante en la naturaleza? Existen dos clases de yacimientos de diamantes: las chimeneas de kimberlita y los depósitos aluviales. Los yacimientos de kimberlita se encuentran en las llamadas diatremas, o sea cavidades tubulares (chimeneas) que pueden profundizar a más de 2.5 km en la corteza terrestre. Las chimeneas tienen una sección circular o en forma de elipse con un diámetro de decenas hasta centenas de metros (Fig. 1). Estas cavidades están “rellenas” de una roca llamada *kimberlita*. Las diatremas tienen una posición casi vertical y, además, cru-

zan otras rocas: las rocas cristalinas antiguas (como granitos y esquistos) y las más jóvenes, las sedimentarias (como calizas, lutitas, areniscas, etc.). Estos yacimientos se conocen como *chimeneas diamantíferas* y se encuentran por ejemplo, en Sudáfrica y en Yakutia, Rusia. La kimberlita que se encuentra dentro de las chimeneas es precisamente la que contiene los diamantes. El contenido de éstos rara vez es mayor de milésimas de por ciento de la masa total de roca. Los diamantes en la kimberlita están dispuestos irregularmente. En general se encuentran disseminaciones de cristales individuales y nunca existen grandes acumulaciones de diamantes en un solo lugar.

Las chimeneas de kimberlita se formaron como resultado de la elevación de magma desde las profundidades de la corteza de la Tierra, el cual es rico en gases. El camino del magma hacia las partes más superficiales se facilitó a través de grietas o fracturas en las rocas. En un momento dado, la presión propia del magma superó a la presión litostática, es decir, del propio entorno rocoso, y estando cerca de la superficie esa presión se manifestó como una violenta explosión volcánica. Esta teoría les da a los diatremas su denominación de chimenea volcánica.

Existen varias hipótesis para el origen de los diamantes. Las principales diferencias entre ellas consisten en el problema acerca de la profundidad de formación de los diamantes y sobre la fuente de carbono, que se consume en la creación de los cristales de diamante. La escuela rusa es una de las más adelantadas en desarrollar hipótesis sobre el origen de los diamantes. V. S. Sóbolev sugirió que los diamantes cristalizan en el propio magma de kimberlita en las etapas tempranas de su desarrollo, a partir del ácido carbónico que en él existe. Los diamantes surgen a gran profundidad antes de la explosión y luego se sacan a la superficie durante el movimiento del magma y la explosión.

Otra teoría, la de Vasiliev y colaboradores, sugiere que los diamantes se forman como resultado de la interacción del magma de kimberlita con los hidrocarburos asociados a él en las chimeneas volcánicas. De acuerdo a esta hipótesis los diamantes surgen en una etapa más avanzada de formación de la chimenea diamantífera.

Las chimeneas diamantíferas fueron descubiertas en Sudáfrica en 1871 cerca del pueblo de Kimberley y recibieron el nombre de kimberlita. Antes del descubrimiento de Yakutia, Rusia, estas chimeneas eran

prácticamente la única manifestación de los yacimientos primarios. El 21 de agosto de 1954 el geólogo L. A. Popugáeva descubrió la primera chimenea diamantífera en la ex-Unión Soviética, ahora Rusia, llamada "Zarnitsa". Al año siguiente Y. I. Jabardin y B. N. Elagin exploraron la chimenea "Mir". A esto le siguió toda una serie de descubrimientos de yacimientos de diamante en Yakutia.

Los yacimientos primarios de diamantes del tipo kimberlita tienen importancia industrial. No obstante, existen además yacimientos primarios de pequeños diamantes incluidos en una roca llamada peridotita. Estos están fijados a las rocas más profundas y actualmente no es económica su explotación.

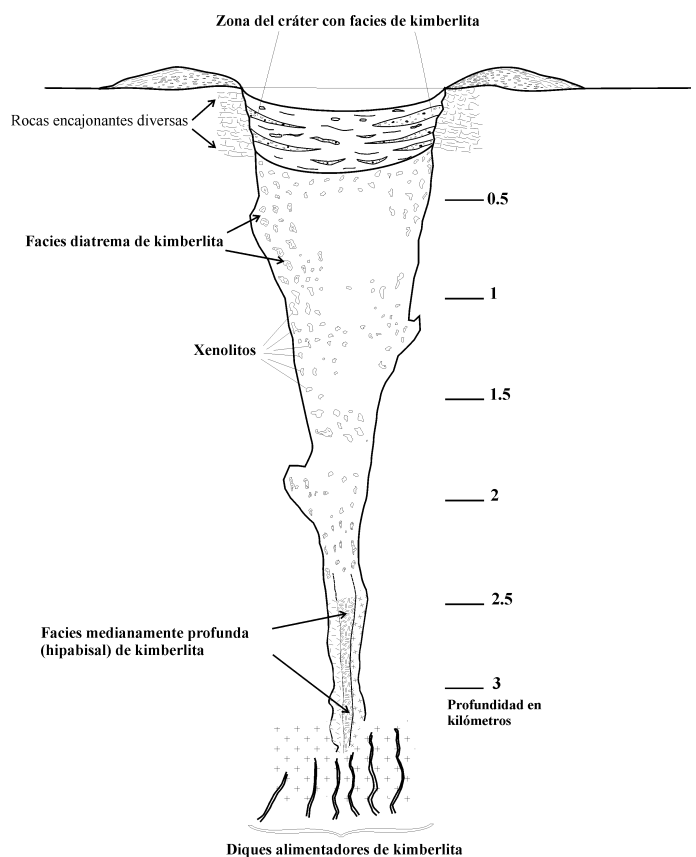


Figura 1. Modelo esquematizado de una chimenea de kimberlita en Sudáfrica después de su emplazamiento.

Los yacimientos en aluvión producen más del 80 % de los diamantes del mundo. A este tipo de yacimientos también se les llama de placer. Tienen distintos orígenes y están relacionados con la alteración de las rocas originales diamantíferas y el transporte de los diamantes por medio del agua, los glaciares y el viento. En este caso puede suceder el enriquecimiento natural de los diamantes. Se han descrito placeres en los que en un metro cúbico de roca se encontraron hasta mil quilates de diamantes (1 quilate = 0.2 gra-



Figura 2. Mineros y equipo de minado en el fondo de una mina de diamantes en la chimenea Mir (Mir Pipe) en el cratón de Siberia, República de Sakha. Foto de Jim Shigley. © 1995 Gemological Institute of America (GIA).

mos). En los placeres frecuentemente el número de diamantes grandes y de alta calidad es mayor que en los yacimientos primarios de diamantes, ya que en el proceso de transporte los cristales grandes se separan de los pequeños y de los fragmentos. Los países que poseen los yacimientos aluviales diamantíferos más ricos del mundo son Namibia, Congo, Angola, Rusia y Zaire.

La presencia de diamantes en los meteoritos fue establecida por primera vez en 1888 en un meteorito pétreo que cayó cerca de Karamzinka, Rusia. Tales meteoritos recibieron el nombre de ureilitos. En 1891 se encontraron diamantes en los fragmentos del meteorito que cayó en el Cañón del Diablo, Arizona. El cráter en el lugar de caída de este cuerpo cósmico gigante tiene cerca de 1,200 m de diámetro y 184 m de profundidad.

Los diamantes en los meteoritos representan pequeños cristales de varios micrómetros de tamaño (1 micrómetro es igual a la millonésima parte de un metro). Lo más interesante resultó el hecho de que al lado del diamante, que ordinariamente tiene una estructura cúbica, en los meteoritos descubrieron cristales con una nueva modificación hexagonal. A este cristal se le llamó lonsdalita en honor a la conocida investigadora de la estructura de los diamantes Kathleen Lonsdale. En el meteorito del cañón del

Diablo, la lonsdalita formaba cerca de la tercera parte de la cantidad total de diamantes hallados en él. Es probable que la formación de diamantes en los meteoritos se deba a los choques entre los propios meteoritos ricos en carbono, los cuales viajan por el espacio cósmico a enormes velocidades. Las altas presiones y temperaturas que se alcanzan en estas condiciones favorecen la cristalización del diamante a partir del carbono contenido en los meteoritos. De manera semejante, al caer los meteoritos a la Tierra se forman cráteres gigantes en los que se pueden encontrar fragmentos de diamante. De esta forma se crean las condiciones favorables para que los diamantes cristalicen.

Como ya se explicó en la primera parte de este artículo, los diamantes son minerales extremadamente puros. Algunos átomos de nitrógeno, boro o hidrógeno -en partes por miles de millones- son las impurezas más significativas. Estas apenas pueden ser detectadas y medidas exactamente por medio de técnicas y equipos muy caros. La calidad de los diamantes en bruto difiere muy sutilmente alrededor del mundo: los diamantes de Siberia tienden a tener orillas rectas y ser claros; algunos diamantes australianos son rosas; las gemas de la India y Sudáfrica incluyen piedras amarillas y azules; los diamantes de África del Este tienen marcas superficiales y los diamantes de África Occidental y de Canadá incluyen una textura interna fibrosa.



Figura 3. Tajo abierto de la mina International Pipe, en Yakutia, Siberia. Fotografía de Jim Shigley. Foto reimpressa con permiso. Todos los derechos reservados. © 2002 Gemological Institute of America. <http://www.gia.edu/>

Producción mundial de diamantes

Para entender el enorme trabajo que se tiene que hacer para obtener los diamantes, es necesario considerar que se tienen que procesar 250 toneladas métricas de roca, arena y grava para obtener apenas un quilate de diamante. Si un quilate es un quinto de un gramo, 250 toneladas métricas equivalen a 250,000,000 gramos.

En el año de 1970 la producción mundial de diamantes, excepto Rusia, fue de alrededor de 36 millones de quilates, incluyendo cerca de 14 millones en Zaire, 1.5 millones en Congo, cerca de 2.5 millones en Angola y más de 8 millones en Sudáfrica y Namibia. A la fecha, esta producción ha aumentado ligeramente, aunque los datos que se pueden obtener de los grandes consorcios diamantíferos no son reales debido a dos razones: primero, porque los monopolios que comercializan los diamantes mantienen un estricto control de la cantidad de diamantes en el mercado, con el objeto de fijar el precio que mejor les convenga, y segundo porque desde hace una década se obtienen

diamantes de placeres en África que se consideran ilegales, o por lo menos no supervisados oficialmente por los gobiernos de países como Angola o Sierra Leona.

Productores más importantes de diamantes en el mundo

Diamantes tipo gema

Sierra Leona
Sudáfrica
Tanzania
Brasil
Guyana
Venezuela
Botswana
Angola

Diamantes tipo industrial

Rusia
Congo
Zaire
Ghana
Namibia

Economía, política y mitos alrededor del diamante

Un importante funcionario del Alto Consejo del Diamante en Antwerp, Bélgica, considera que los diamantes son una forma de moneda corriente. Monrovia, la capital de Liberia, es conocida como la

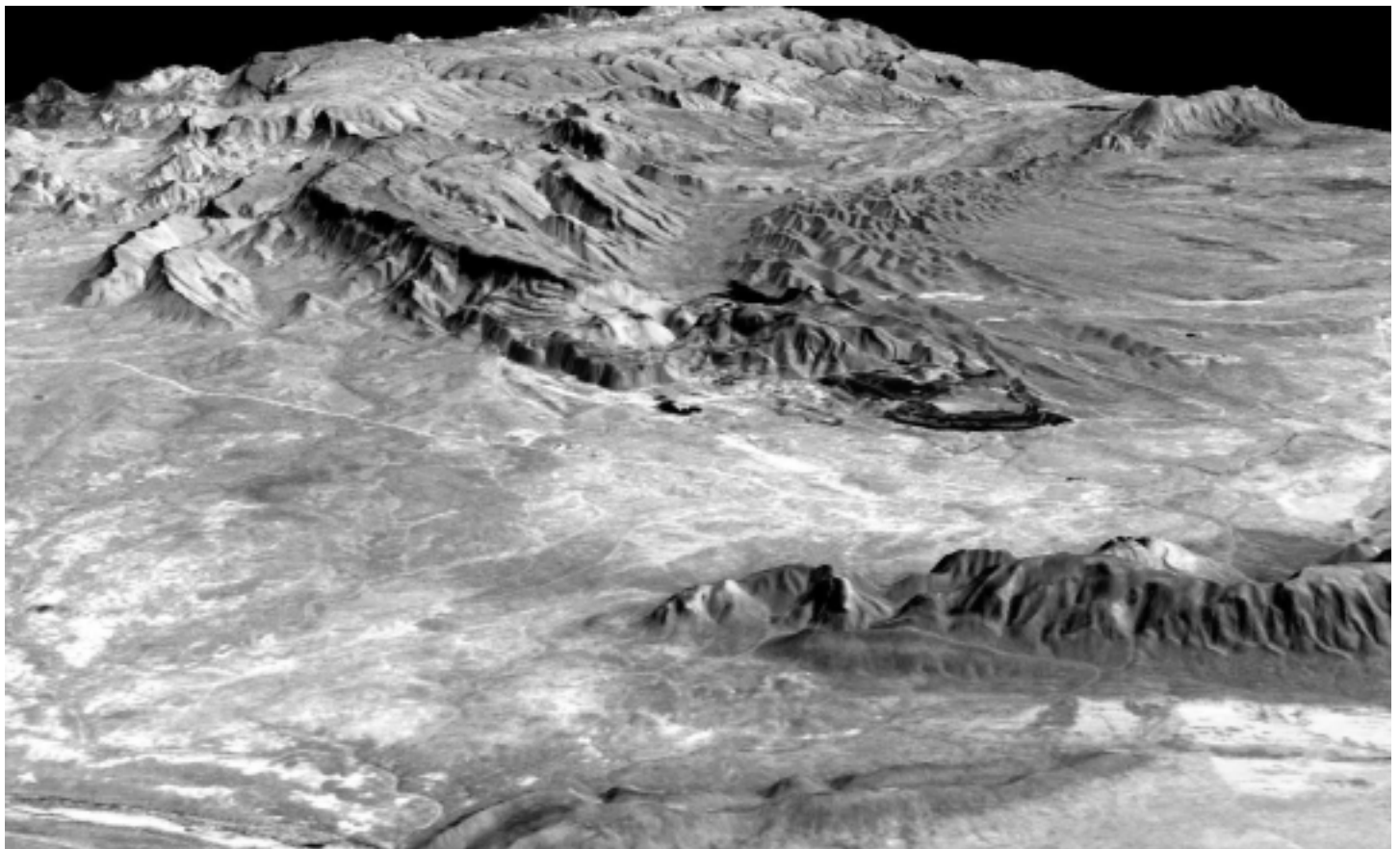


Figura 4. Imagen 3D de la mina a cielo abierto de Argyle (la mina se localiza en el centro de la foto), en la región de Kimberley, noreste de Australia occidental. Esta mina es la de mayor producción a nivel mundial. Imagen generada como modelo de elevación digital, tomada del portal de la NASA (<http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages>).

Foto cortesía de NASA/GSFC/MITI/ERSDAC/JAROS.

“meca” de los lavadores de dinero que buscan convertir el dinero de origen cuestionable en diamantes que pueden ser fácilmente transportados a otros países y venderse de igual forma. Sin embargo, el comercio de los diamantes legales se concentra en los Países Bajos. Por ejemplo, en sólo tres calles de Antwerp, se realiza el 80 % de las transacciones comerciales en el mundo de los diamantes en bruto de calidad gema. El distrito de Antwerp tiene extensiones en muchas ciudades como Nueva York, Londres, Tel Aviv y Mumbai (antes Bombay). En estas y otras muchas ciudades más pequeñas, un ejército de más de 800,000 artesanos corta y pule diamantes que pesan fracciones de un quilate. La mayor parte de los diamantes convertidos en brillantes después del proceso de cortado y pulido, se destinan, para su venta, al sector femenino de la población en Estados Unidos, Europa, Japón y, más recientemente, China, en forma de anillos de compromiso, aretes, brazaletes, etc.

Sin embargo la moderna mercadotecnia no ha sido siempre necesaria para ambicionar poseer un diamante. En la mitología de la India se consideraba que las gemas tenían un poder cósmico inherente. Los antiguos astrólogos recomendaban a sus clientes que piedras preciosas vestir para cambiar su destino, y los diamantes particularmente, daban poderes especiales en el amor, la procreación y la inmortalidad. Estas creencias se perpetúan hasta la fecha: en la India, en Tirupati, provincia de Madras, se encuentra un templo dedicado al dios Balaji, uno de los más populares en ese país. La estatua de Balaji, de 3 metros de alto y esculpido en roca negra, luce una corona de 27 kilogramos de diamantes que incluye alrededor de 28,000 de ellos, sin contar los que se encuentran en sus aretes y en sus manos.

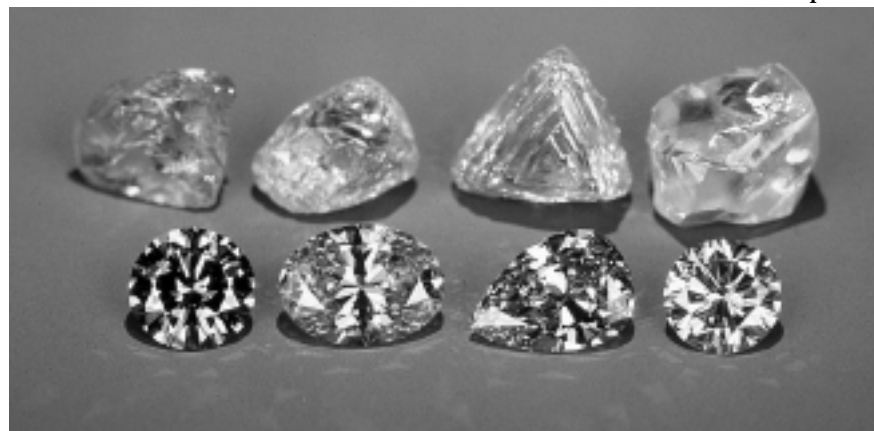


Figura 5. Diamantes con diferentes coloraciones, en bruto y pulidos. Foto reimpressa con permiso. Todos los derechos reservados. © 2002 Gemological Institute of America. <http://www.gia.edu/>

La economía generada por el diamante gira, en el mundo actual, alrededor de grandes monopolios. El cartel internacional del diamante más poderoso es el representado por DeBeers Consolidated Mines, una corporación sudafricana controlada por el Banco Rothschild de Londres. Este monopolio ha dominado el abasto de diamantes en el mundo y ha elevado el precio más allá de lo que sería normal en el mercado internacional. Sin embargo, este monopolio pasa por tiempos difíciles debido a la introducción de los llamados diamantes “ilegales” o “de sangre” provenientes de Angola y de Sierra Leona.

Los diamantes “ilegales” o “de sangre” son diamantes que se obtienen de zonas controladas por fuerzas o facciones que se oponen a gobiernos supuestamente legítimos, o que cuando menos tienen cierto reconocimiento internacional. Esos diamantes son usados para financiar la compra de armamento de fuerzas rebeldes, así como otras actividades ilegales. La respuesta internacional a este problema se hizo a través del Consejo de Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas en forma de sucesivas resoluciones que van desde la restricción de viajar de miembros importantes de fuerzas rebeldes como UNITA (Unión Nacional para la Independencia Total de Angola) hasta el embargo total de armamento y la prohibición de comercializar diamantes en bruto que no tengan un origen “legítimo”, es decir que no provengan de compañías mineras internacionalmente reconocidas. Exactamente la misma situación ocurre en Sierra Leona. Para evitar el mercado negro de estos diamantes, se creó un Certificado de Origen que intenta legitimar los diamantes en bruto para su comercialización en el mercado internacional.

A pesar de las resoluciones y embargos impuestos por las Naciones Unidas, el mercado negro sigue muy activo. El caso más dramático es el de Angola, país que ha pasado recientemente por una guerra interna prolongada que ha dejado al gobierno sin fondos para restablecer el orden económico y social. Por esta razón, una cantidad importante de gambusinos buscando sobrevivir, se ha desplazado a la región del río Cuango, en el norte de Angola. Una sequía muy intensa ha dejado al descubierto los ricos depósitos aluviales de diamantes en la misma cuenca del río Cuango junto con otros ríos de la región.

Un buen número de ex-soldados del ejército de Angola, aunque desmovilizados pero en posesión de armas, protegen a los buscadores de diamantes. El gobierno de Angola no ha sido capaz de ordenar este gembusinaje, de modo que sigue entrando al mercado negro internacional una gran cantidad de diamantes.

Alrededor de uno de cada diez diamantes de calidad gema es traficado de Liberia, Sierra Leona, la República Democrática del Congo y Angola. Una vez cortado y pulido un diamante, es prácticamente imposible rastrear su origen.

De modo que la única forma que tiene el cartel DeBeers de mantener su monopolio es comprar la sobreoferta de diamantes. En 1992 esta compañía se vio forzada a comprar 4,800 millones de dólares en diamantes, mientras que solo pudo vender 3,500 millones de dólares. En el 2004, el cartel se vio forzado a comprar 500 millones de dólares de diamantes “ilegales” de Angola, lo que sigue ocasionando graves pérdidas a DeBeers. Paradójicamente, el bien conocido lema propagandístico de esta compañía “un diamante es para siempre”, puede pronto ver el fin de sus días, si la producción de Angola y Rusia aumenta en los próximos años o, en el peor de los casos, en los próximos meses, de forma que el precio de los diamantes baje hasta estar al alcance de millones de personas en

el mundo. Tal vez el siguiente lema sea “un diamante es para todos”.

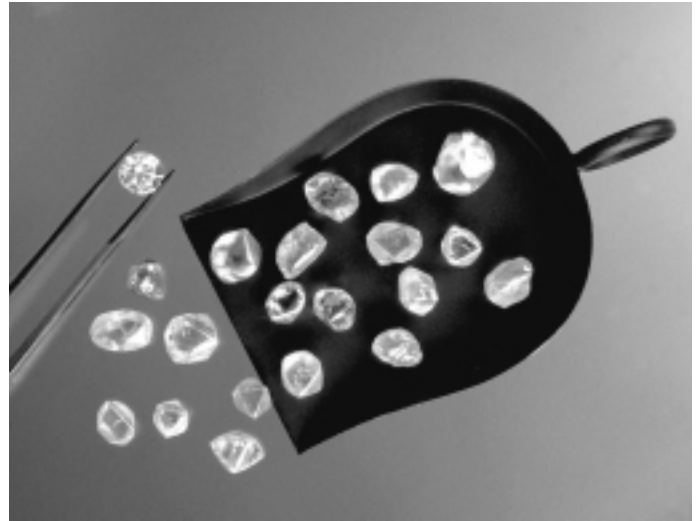


Figura 6. Diamantes en bruto, los cuales al ser pulidos serán piedras preciosas como la que se observa sostenida por las pinzas. Foto reimpressa con permiso. Todos los derechos reservados. © 2002 Gemological Institute of America. <http://www.gia.edu/>

Autores

Juan Carlos García y Barragán y Pablo Peñaflor Escárcega, Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM; jcarlosg@servidor.unam.mx

Etnobotánica

Los que danzan a la tierra - los Guarijío / Makurawe

Introducción

La especie *Homo sapiens* apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar nuestro planeta de una manera muy seria. Sin duda, los primeros humanos vivieron más o menos en armonía con la naturaleza. En ese momento *cultura* y *naturaleza* estuvieron anudadas en visiones unitarias del mundo, guiadas por las ideas mítico-religiosas hasta entonces dominantes. Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente

local. No obstante, al ir creciendo la población, mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. Fue en los siglos XVII y XVIII con la Revolución Industrial, cuando el hombre empezó realmente a cambiar la faz del planeta. Y con esto el nudo que existía entre la *cultura* y la *naturaleza* se escindió provocando que el hombre y la naturaleza se separaran como si fueran contrarios o enemigos. Algunas de las consecuencias de esta separación las tenemos enfrente: la crisis ambiental de carácter global, la pobreza y desigualdad humana. En este contexto, hoy resulta trascendental desarrollar formas distintas de relacionarnos con la naturaleza; es necesario tratar de recuperar esa unidad que existía entre el hombre y la naturaleza o entre la naturaleza y la cultura. Es importante reconocer que existen otras sociedades que han sabido vivir con la naturaleza y con la sociedad de una manera distinta, quizá más justa y sabia en términos sociales y am-



Figura 1. Mujeres guarijío - Manos ingeniosas (Foto Noemí Bañuelos Flores).

bientales. Quizá en estas sociedades podemos encontrar algunos elementos que nos permitan enfrentar el presente desafío. Precisamente el objetivo de este trabajo es dar a conocer la importancia y el significado de la tierra y las plantas en la vida de los Guarijío-Makurawe. Los Guarijío constituyen un ejemplo de sobrevivencia biológica y cultural a través de la historia, mediante el establecimiento de una relación estrecha y armónica con su medio ambiente natural.

Los que danzan por la tierra

Allá donde se adelgaza el estado de Sonora, en los municipios de Álamos y El Quiriego, dispersos en pequeñas rancharías y comunidades como Mesa Colorada, Los Bajíos, Guajaray y Bavícora; entre las tierras calientes de la costa sonorensis y las templadas de la sierra de Chihuahua; donde el río Mayo todavía sueña y la tierra se endurece y tiñe de rojo; allá en donde abundan las amapas, los papachis, los cholugos, los jabalíes y los zancudos; entre el calor quemante de verano y el fuerte frío de invierno; allá en donde las nubes pasan indiferentes sobre los sedientos magüechis; vinculados con las lenguas y culturas tarahumara y mayo, sobreviven poco más de mil indígenas, hombres y mujeres de piel rojiza, quienes alimentan la tierra con sus danzas y cantos, purificando la tierra con copal para que dure más, para que dé más frutos, para que baje el agua. En este paisaje se ubican quienes a sí mismos se llaman Makurawe, lo que según algunos quiere decir: *los que agarraron las piedras, o los que se agarran de las manos y bailan.*

Cuentan los ancianos guarijíos que hace muchos años, cuando la tierra estuvo llena de agua, no había un lugar en donde vivir; entonces para que se seicara el mundo, Dios hizo la promesa de bailar por tres

noches y tres días. Entonces mandó un correo animal para vigilar el mundo, hasta que regresó con buenas noticias, la tierra se había secado. Y dijo Dios: “Está bueno, hay que seguir cantando y bailando todo el día y toda la noche”. Por esta razón los Guarijío hacen una fiesta llamada *tuburada* en la que las mujeres se agarran de las manos y danzan durante tres días y tres noches para que *macice* la tierra, para que dure muchos años. Dentro de la identidad y cultura Makurawe la tierra tiene un significado profundo. La tierra fue creada por Dios para beneficio del hombre. La tierra representa la materia de la cual fueron hechos, por eso tienen su mismo color; en contraposición con los yori (mestizos) que están hechos de ceniza, material que no tiene color, que no tiene la fortaleza de la tierra.

Viviendo con la sierra

Observar la sierra y la forma en que los Guarijío se relacionan con ella nos habla de sus formas de pensar y de actuar con respecto a su medio ambiente natural. Esta interacción parte de la idea de la ubicación del hombre en la naturaleza, pensada como una relación armónica. Para los Guarijío, la naturaleza no es su enemigo, por lo tanto no hay que vencerla sino más bien conocerla, aprender de ella y respetarla. Han aprendido a vivir con la sierra y no en ella, se consideran una especie más de su territorio y no precisamente la más importante; por eso le cantan al lobo, al pájaro carpintero y al palo verde; le danzan a la tierra y a la lluvia.

Sin duda alguna, vivir con la sierra no ha sido fácil para los Makurawe. Vivir con la sierra ha significado un largo proceso que implica estar armados de sabiduría, fortaleza, creatividad, tenacidad y una gran ración de humildad. Aquí, en este espacio físico, han



Figura 2. Viviendo con la sierra - Mujeres guarijío en su entorno natural (Foto Alejandro Aguilar Zeleny).

construido su cultura, su identidad, su sentido de pertenencia y sus saberes. Observar las distintas formas de utilización de los recursos vegetales, es como abrir una ventana hacia la percepción del mundo guarijío. Significa conocer y entender la representación que la sociedad guarijío tiene de ella misma, de su historia y su devenir en relación con el mundo que habitan.

Las plantas en la vida de los guarijíos

Las plantas han sido elementos esenciales para la sobrevivencia biológica y cultural de este grupo. Las plantas se reproducen a la enésima potencia en el devenir cotidiano de los guarijíos: alimentan, curan, protegen, invaden su casa, su trabajo, sus fiestas, sus cantos y cuentos, penetrando con facilidad hasta el centro mismo de su existencia. Los Guarijío son expertos botánicos conocedores de su entorno natural. Distinguen con facilidad una gran diversidad de especies, conocen sus ciclos reproductivos y saben qué parte usar y en qué temporada aprovecharlas.

Las mujeres y hombres guarijío tienen una gran capacidad creativa para transformar las plantas en una variedad de utensilios, desde un ingenioso peine elaborado con los espinosos frutos de etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), hasta una complicada arpa elaborada con la fuerte madera de esta misma planta y pegada con la goma de una orquídea quiquí (*Bletia roezlii*).

De frutos, hojas y raíces. Alimento y curación

En la alimentación, los Guarijío conocen una gran diversidad de especies que son parte esencial de su dieta. Los frutos, raíces, hojas, flores y semillas han sido básicos en la alimentación de los Guarijío, como: los negros frutos de los papachis borrachos (*Randia obcordata*) que son preferidos por los niños; los jugosos frutos de los etchos (*Pachycereus pecten-aboriginum*); las largas y frescas raíces del chichivo (*Dioscorea remotiflora*) semejantes al sabor de una papa, los dulces tubérculos de la jicama (*Ipomoea bracteata*); las flores, vainas y raíces de la llamativa saya (*Amoreuxia palmatifida*); las hojas de quelites (*Amaranthus palmeri*), chichiquelite (*Solanum americanum*) y las semillas de pochote (*Ceiba acuminata*) y guásima (*Guazuma ulmifolia*).

La sierra, al igual que en el caso de la alimentación, significó un espacio de aprendizaje y de convivencia con los elementos naturales. De este encuentro con la sierra emana su sabiduría médica. En la sierra, los Guarijío han sabido encontrar una diversa y segura

farmacia, barata y al alcance de sus manos, de donde extraen medicamentos para hacer frente a la enfermedad y a la muerte. Los Guarijío son poseedores de una gran sabiduría alrededor de las plantas y de las formas de utilización; han aprendido a diferenciar las especies, saben cuándo y cómo cortarlas, cómo prepararlas. Además distinguen qué estructura vegetal es la más adecuada para utilizar en cada tipo de padecimiento, como las raíces de la coronia (*Berlandiera lyrata*), babisa (*Dorstenia drakeana*) y chuchupate (*Ligusticum porteri*) utilizadas para la calentura y el dolor de estómago.

La vivienda guarijío. Un pedazo de la sierra

Sólo basta mirar una casa guarijío para darse cuenta del apego a la sierra y de la interacción constante con su medio natural. Las casas están construidas a fuerza de piedra, lodo y plantas. El monte está presente en cada uno de los rincones de su casa, es como si hubieran trasladado un pedacito de la sierra al interior de sus viviendas. En las casas Guarijío las plantas adquieren distintas formas. Los Guarijío han tenido la creatividad suficiente para transformar los troncos, las ramas, los frutos de las plantas en una multiplicidad de enseres domésticos y herramientas de trabajo: tarima, tapancos, mesas, sarso, tapesti, sillas, petates, canastas, puertas, cercos, escobas. Una cruz hecha con hojas de álamo o sauce protege la vivienda guarijío de los “malos vientos”.



Figura 3. Tramando la palma - Familia en una casa típica (Foto Noemí Bañuelos Flores).

En actividades productivas como la pesca, las manos guarijías tejen ingeniosas trampas naturales con las ramas de batamote (*Baccharis salicifolia*); también entrelazan las hojas de la palma (*Sabal uresana*) para convertirlas en petates, *guaris* y sombreros. La palma es una planta sagrada, representa la sangre de Dios. Así podemos entender que las artesanías que se elaboran con ella son más que un sombrero, un petate o una canasta. Su valor es mucho más profundo, las artesanías se tejen con la sangre de Dios. Quizá esto tenga que ver con la forma en que los Guarijío se relacionan con esta especie. La producción de este tipo de artesanías no se hace a gran velocidad, sólo se produce lo que la naturaleza les ofrece.

Las fiestas, espacios de agradecimiento

Dentro de sus ceremonias religiosas, las plantas son elementos imprescindibles. La guásima (*Guazuma ulmifolia*) no sólo es útil para construir sus viviendas, quitar el hambre o la enfermedad. En las ceremonias, esta planta ha sido transformada en cruz, símbolo religioso central de sus fiestas. El etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), torote (*Bursera* sp.) y bule (*Lagenaria siceraria*) convertidos en arpa, violín y sonaja, cantan en las ceremonias; el aromático copal (*Bursera* sp.) purifica este espacio; los cigarros de macucho (*Nicotiana tabacum*) elaborados con hoja de maíz (*Zea mays*), son una forma de comunicación con los espíritus. Sin duda alguna, las fiestas son espacios esenciales en la vida de los Guarijío. Los motivos y los elementos con los que se llevan a cabo, son una clara evocación a la naturaleza y nos recuerdan de nuevo su apego a la sierra y a las especies que viven en ella.

Las fiestas poseen una centralidad en la cultura de los guarijíos. Las fiestas reflejan la cosmovisión del mundo desde los ojos de los guarijíos, son la expresión fundamental de su concepción religiosa. En ellas se ve reflejado el culto a lo sagrado, a lo divino. Se hacen porque Dios así lo quiso y se conservan como una forma de respeto y agradecimiento a Él como creador de la naturaleza, de las plantas y los animales.

El pensamiento de los indígenas y las formas de apropiación de la naturaleza representan una propuesta alternativa ante la crisis ambiental y social que estamos viviendo. Para los Guarijío, la sierra no es sólo un espacio contenedor de los recursos vivos. La sierra es un espacio de convivencia diaria en donde se construye su identidad y cultura. Los recursos vegetales, como parte de los seres vivos que habitan su territorio, son más que materias primas, nos hablan de la percepción del mundo desde los guarijíos. El valor que tienen los recursos vegetales para los Guarijío emerge de la concepción del mundo. Ellos los respetan porque forman parte importante de su cultura e identidad como grupo indígena. En otras palabras, en la sierra están las raíces de la cultura e identidad del grupo Guarijío; las plantas son sólo uno de los miles de vasos capilares por donde sube y baja la savia que nutre la vida de *los que danzan a la tierra*, los Guarijío/Makurawe de Sonora.



Figura 4. Niña Makurawe (Foto Patricia Salido).

Autora

Noemí Bañuelos Flores, Coordinación de Desarrollo Regional, CIAD, A.C., Hermosillo, Sonora

La guásima

Guazuma ulmifolia Lam.

Es un árbol con follaje denso de 8 a 10 m de alto y, algunas veces, solamente un arbusto. Es de corteza gris claro, hojas con pecíolos fuertes de 5 a 15 mm de largo, limbos ampliamente ovados a oblongos de 2 a 6 cm de ancho y 4 a 16 cm de largo, serrados. Las flores son amarillo verdosas o blancas; el fruto (foto) oblongo u oblongo-elíptico de 2 a 4 cm de largo, fuerte y agudamente tuberculado, negro o café oscuro. Las semillas son cafés, de cerca de 3 mm de largo, tuberculadas o más o menos muricadas, obtusas, obovoides. La floración se lleva a cabo entre mayo y septiembre.

La guásima habita en valles, cañadas, drenajes y arroyos del centro y sur de Sonora, entre vegetación de selva baja caducifolia, matorral espinoso y matorral del desierto Sonorense. Se le encuentra en elevaciones desde casi el nivel del mar hasta los 915 m. Los frutos tiernos, al masticarse, ayudan a quitar la sed. Los frutos maduros y las semillas se muelen para hacer tortillas, atole y pinole. También, las semillas tostadas pueden usarse como sustituto del café. La madera se usa para fabricar muebles y utensilios de cocina. Los mayos mastican la corteza para ayudar a la digestión y se utiliza como remedio para el riñón.



Figura 1. Fruto y hojas de guásima.

Autor

José Jesús Sánchez Escalante; Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora; jsanchez@guayacan.uson.mx

UNAM POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Estación Regional del Noroeste del Instituto de Geología ofrece estudios de maestría y doctorado en el marco del Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, comprendiendo diferentes campos del conocimiento como son:

Estrología
Geología Estructural
Tectónica
Geoquímica
Geología Regional

Lugares para recoger información:
Estación Regional del Noroeste
Instituto de Geología, UNAM
Tel: (662) 2175269, Fax: (662) 2175348
Hermosillo, Sonora
o en México, D.F., Tel.: (55) 56226134, (55) 56226137

Página web de la Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología
<http://www.geologia-con.unam.mx>
Resp. Dr. María Valencia Moreno
correo electrónico: valencia@geol-con.unam.mx
<http://www.igeocon.unam.mx/posgrado>

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESTUDIOS DE POSGRADO

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

www.posgrado.unam.mx

UNAM POSGRADO

MAESTRÍA y DOCTORADO en CIENCIAS BIOLÓGICAS (Biología Ambiental) y CIENCIAS BIOMÉDICAS

Posgrados integrados por las siguientes dependencias:

Ciencias Biológicas	Ciencias Biomédicas
Facultad de Ciencias Facultad de Estudios Superiores -Iztacala Facultad de Estudios Superiores -Zaragoza Instituto de Biología Instituto de Ecología Instituto de Geología Centro de Investigaciones en Ecosistemas	Facultad de Medicina Instituto de Ecología Instituto de Fisiología Celular Instituto de Investigaciones Biomédicas Instituto de Neurobiología Instituto de Química Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno

Los investigadores del Instituto de Ecología – UNAM en Hermosillo forman parte del padrón de tutores de los posgrados en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) y en Ciencias Biomédicas.

La mayoría de los cursos de estos posgrados se imparten en México D.F., pero el trabajo de tesis puede realizarse en la sede de Hermosillo, Sonora.

Información local: dirigirse a C.P. María Jesús García Muñoz
mjgarcia@miranda.ecologia.unam.mx

Para mayor información sobre estos posgrados y en general sobre los programas de posgrado de la UNAM, reglamentos y becas, visite los sitios de red:

<http://www.ecol-son.unam.mx>
<http://pcbiol.ciencias.unam.mx/>
<http://www.pdcib.unam.mx/>

UNAM
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO

www.posgrado.unam.mx

Contraportada. Artículo “Los que danzan a la tierra - los Guarijío / Makurawe”. A: Guakapora (*Parkinsonia aculeata*), un manojito de hojas es un buen remedio para curar la tos (Foto Noemí Bañuelos Flores). B: A fuerza de lodo y plantas - Casa de adobe (Foto Noemí Bañuelos Flores). C: Música con plantas, Etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*) (Foto Patricia Salido Araiza). D: Rumbo a Mesa Colorada, región de la montaña del sur de Sonora, donde habitan los guarijíos (Foto Patricia Salido Araiza).