

Las “rocas balanceadas”, esas atractivas y curiosas geoformas



Clifford Ollier
Jorge Rabassa

Para las personas sin formación en Geología y Geomorfología, las “rocas balanceadas” se encuentran entre las geoformas más espectaculares y curiosas del paisaje. Muchas de ellas atraen turistas por lo que tienen un alto valor comercial, así como estético, escénico y cultural, por lo cual están directamente vinculadas al Patrimonio Geológico y al Geoturismo, y consecuentemente, al vandalismo.

Una “**roca balanceada**” es un fragmento rocoso de grandes proporciones que descansa, más o menos precariamente sobre su base. Está formada por la acción separada y/o conjunta de meteorización y erosión en el lugar. El uso popular ha extendido su significado, de modo que reciben muchos nombres diferentes, tales como “rocas movedizas”, “rocas equilibristas”, o “pedestales”, además de los nombres específicos en idiomas locales.

También en este tipo de formaciones rocosas se distinguen los “perched blocks” o “**bloques colgantes**”, encaramados o posados sobre una superficie en particular. Se considera que estos bloques han sido transportados y depositados por un glaciar como carga sedimentaria superficial, yaciendo en una posición conspicua y relativamente inestable o precaria, suspendida en una cierta pendiente o ladera. Algunas de estas rocas tan particulares pueden ser también consideradas como “rocas balanceadas”.



1. La “Roca Hongo” (“Mushroom Rock”).



2. El Hongo, Valle de la Luna, Parque Provincial Ischigualasto, San Juan. (Foto A. y D. Cagnola)

Los **pedestales** o pilares rocosos son columnas simples que se erigen en forma notoria por encima de los alrededores. Es frecuente que los que desconocen la disciplina a menudo se maravillan: “¿Cómo llegó esta roca hasta aquí?”. Hay muchos nombres que no son de origen geológico para los pedestales, incluyendo “rocas en forma de hongos” (“mushroom rocks”) y “hoodoos” (sin traducción conocida), especialmente si esas rocas se han meteorizado en formas grotescas o fantásticas, que estimulan la imaginación de lugareños y visitantes. La Mushroom Rock (Fig. 1), del Parque Estatal homónimo, Kansas, está formada por meteorización diferencial y erosión de los estratos duros y blandos de las areniscas de la Formación Dakota.

El Hongo (Fig. 2) y el Submarino (Fig. 3) del Parque Provincial Ischigualasto (San Juan, Argentina) son otros ejemplos de “rocas balanceadas” con origen vinculado a abrasión eólica y resistencia diferencial de las rocas de distinto tamaño de grano, de una misma unidad geológica, en este caso areniscas y lutitas. El Submarino ha perdido recientemente uno de sus “periscopios” probablemente por un sismo que provocó la pérdida de estabilidad.

Aunque la mayoría de las llamadas “rocas balanceadas” son estáticas, algunas de ellas

pueden moverse ligeramente u oscilar, por lo cual son generalmente llamadas “pedras oscilantes”. Asimismo, hay términos locales tales como “logans”, en Inglaterra, o “pedras movedizas” y “pedras equilibristas”, en América del Sur.

¿Cómo se originan las “rocas balanceadas”?

Siempre llama la atención comprender cómo han sido formadas. La pregunta más común es ¿Cómo llegó esta roca a este lugar, a esta posición? y es muy difícil para un observador promedio darse cuenta que estas rocas no están “allá arriba” en el paisaje, sino que, por el contrario, la mayor parte de las rocas circundantes han sido erosionadas, y las rocas balanceadas son en realidad relictos.

Hay varios procesos que dan origen a estas rocas. Uno de ellos es la *Erosión diferencial en rocas estratificadas*. Estas geoformas son comunes en rocas sedimentarias formadas por estratos fácilmente erosionables junto con otros más resistentes. Especialmente ocurre cuando tienen fisuras (o “diaclasas”) por donde el agua penetra hasta alcanzar la roca más débil sometiendo a meteorización muy intensa. La roca



3. El Submarino, Valle de la Luna, Parque Provincial Ischigualasto, San Juan. Abajo, uno de los periscopios se derrumbó en julio de 2015.

suprayacente, menos alterable, protege la más débil y todo el conjunto se transforma en una “roca balanceada”. Como ejemplo, el Hongo (Fig. 2), el Submarino (Fig. 3), o la “Roca del Ídolo” (Fig. 4), ubicada en un sitio de Reserva de Conservación Geológica. El pedestal excepcionalmente delgado y angosto está protegido por el bloque suprayacente.

Otros casos ocurren en depósitos de erupciones volcánicas explosivas (ignimbritas). Aunque el material del flujo suele ser originalmente homogéneo, cuando se deposita, se produce una zonación de acuerdo a la velocidad del enfriamiento



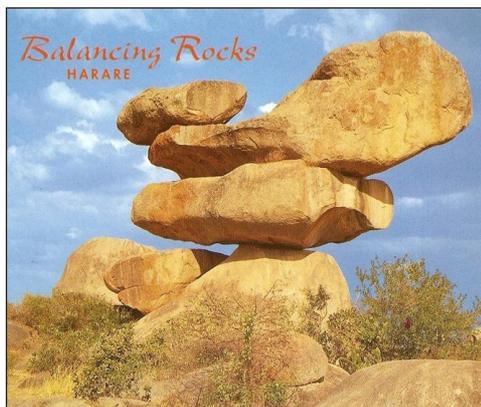
4. “Roca del Ídolo” Brimham Moor, Yorkshire, Inglaterra.



5. "Devil's Marbles, Territorios del Norte, Australia.

Los bloques en la masa de ceniza volcánica pueden entonces actuar como coberturas, y dar lugar a la formación de pilares rocosos, columnas de paredes abruptas y verticales de cenizas, protegidas de la erosión por la masa de la gran "roca balanceada" sobre ellas. Excelentes ejemplos se ven en Capadocia, Turquía y en "The Pinnacles" del Crater Lake National Park, USA. En Nueva Zelanda, pequeños remanentes de tobas soldadas son llamados "tors".

Otra forma se produce por la *meteorización a lo largo de diaclasas de bajo ángulo*. Las diaclasas abiertas proporcionan acceso de aire y agua al interior de la roca, que permiten una más rápida meteorización que en rocas sólidas. Si las diaclasas se presentan con un ángulo bajo pueden conducir al socavamiento de un bloque rocoso, y transformarse así en una "roca balanceada". A medida que la meteorización progresa, el peso de las rocas suprayacentes será soportado por una cada vez más pequeña área de contacto y la presión creciente disminuye la



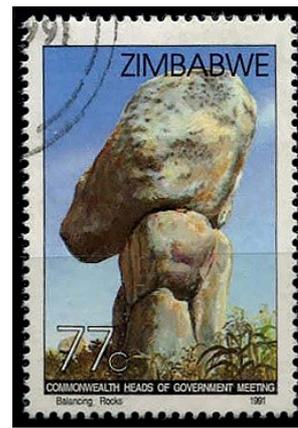
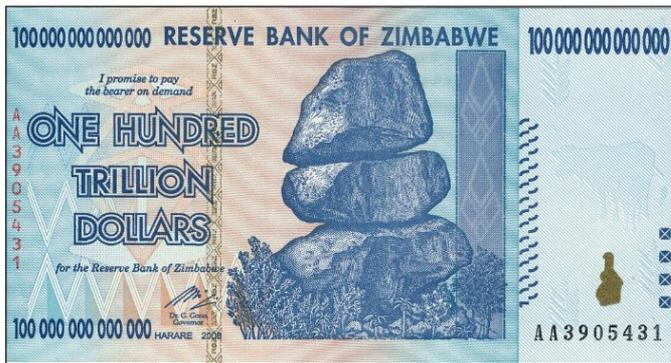
tasa de meteorización, alargando la "vida" de la "roca balanceada" como geoforma.

La *Meteorización química profunda y posterior denudación* produce muchas geoformas en rocas graníticas. Primero la meteorización química profunda produce un saprolito (masa de arcilla o arena con restos de la roca original), en general siguiendo las diaclasas. Esto da origen a "rocas nucleares" ("corestones") más resistentes de granito no meteorizado rodeado de una matriz poco resistente rica en arcillas, es decir, el saprolito. El límite entre las "rocas nucleares" y el saprolito suele ser muy abrupto, y sin puntos físicos de contacto entre los "corestones". En general, los "corestones" de mayor tamaño están cerca de la base de la meteorización, pero no es inusual que algunos de muy grandes dimensiones se encuentren en las porciones más altas de los perfiles de meteorización. La erosión hídrica puede remover muy fácilmente el saprolito inconsolidado, pero los "corestones" son demasiado grandes para ser arrastrados por el agua, y ellos se acumulan en la superficie del terreno. Estos bloques pueden acumularse en gran número en ciertos lugares de la superficie, para formar campos de bloques ("Boulder fields"). Algunos de estos bloques pueden transformarse en "rocas balanceadas" o rocas en pedestal. Ejemplos de este tipo se encuentran en todo el planeta y algunos de los más espectaculares son las "Canicas del Diablo" (Devil's Marbles, Fig. 5), en Australia.

Otros ejemplos de este tipo se ven en Zimbabwe. Son conjuntos de bloques de granito que han retenido un balance notable debido a que a medida que uno de los bloques se va meteorizando, el estrés se distribuye para proteger asombrosamente el punto de equilibrio del grupo. Estas rocas han sido representadas en sellos postales y billetes de banco de la República de Zimbabwe por sus características morfológicas y su importancia turística. (Figs. 6 y 7).

Los ejemplos producidos por *fractura tensional inducida* ocurren cuando un gran "corestone" llega a descansar sobre un blo-

6. "Rocas Balanceadas Chirimba", cerca de Harare, Zimbabwe. (Tarjeta postal comercial).



7. Billete y sello postal con rocas balanceadas de la República de Zimbabwe.

que rocoso. Los fuertes esfuerzos producidos provocan su fractura de varias maneras de acuerdo a la confinación de la roca inferior. Este mecanismo puede ser responsable de la creación de una gran variedad de “rocas balanceadas”. También la sobrecarga y recalentamiento pueden partir “corestones”, que luego por fuertes tormentas eléctricas y precipitaciones que vierten masas enormes de agua sobre bloques recalentados por la intensa exposición al Sol, los parten por la diferencia térmica. En este caso es menos probable la acción de *fractura tensional inducida*.

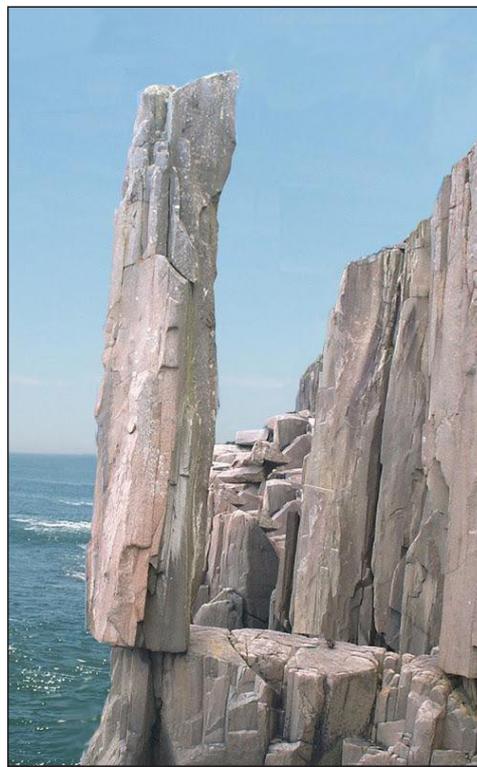
La *protección a la presión* se pone en evidencia cuando una roca se encuentra colgada (“perched rock”) sobre otra roca y la meteorización se inicia en los bordes de la zona de contacto entre ambas. El peso del bloque superior descansa sobre un punto por debajo de su centro de gravedad, y aquí las dos rocas están bajo presión en el contacto, de modo que la meteorización química es menos efectiva y la roca superior puede quedar “balanceada” sobre un pedestal.

Otro caso puede darse por la *disolución* que actúa sobre las calizas, que son las rocas solubles más comunes en la superficie terrestre. Algunas calizas están cubiertas por lajas de arenisca que evitan su disolución, pero donde no se encuentran protegidas, se disuelven en forma muy uniforme. Buenos ejemplos de esto se encuentran en Malham (Yorkshire, Inglaterra).

No hay “rocas balanceadas” realmente formadas en ambientes marinos. Sin em-

bargo, la *erosión marina* en los acantilados, cuando existen rocas fuertemente diaclasadas, puede crear columnas delgadas y elevadas, algunas de las cuales están particularmente reducidas en su base, y han sido referidas como “rocas balanceadas” (Fig. 8). La columna basáltica aislada resultó de la remoción de las columnas adyacentes por la acción erosiva del mar, un proceso denominado “canterero” (“quarrying”).

Los *procesos glaciares* acarrear enormes cantidades de detrito glacial, incluyendo los llamados “bloques erráticos”, lo cual significa que estos grandes bloques están compuestos por un tipo de roca diferente de aquella que caracteriza el lugar. Quizás sea más apropiado considerarlas “perched rocks” como se ha mencionado más arriba. Un buen ejemplo es la “Balanced Rock”, del valle del Río Hudson, New York (Fig. 9).



8. “Roca balanceada” sobre un acantilado marino, en la Bahía de St. Mary, Nova Scotia, Canadá.



9. “Balanced Rock”, del valle del Río Hudson, New York.

“Piedras movedizas” o “Piedras equilibristas” o “Rocking stones”

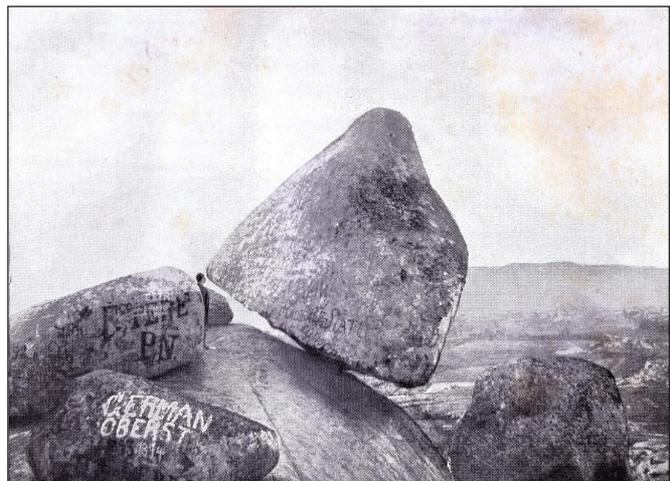
Éstas son rocas balanceadas que pueden moverse hasta cierto punto sin perder la posición de equilibrio alcanzada naturalmente. Tienen un pivote o punto de apoyo sobre la roca inferior, a veces lineal y más raramente un área más ancha y el movimiento es habitualmente en una dirección, en muchos casos solamente de unos pocos centímetros.

Un caso excepcional fue la “Piedra Movediza” de Tandil, Provincia de Buenos Aires (Fig. 10). Era una roca granítica, espectacularmente elongada, de más de 300 toneladas, redondeada por la meteorización química profunda y apoyada sobre una superficie granítica. Se trataba de una “roca balanceada” que efectivamente se movía, aunque de manera imperceptible para el ojo humano. La gente encontraba curiosidad en ubicar botellas de vidrio, debajo de la roca y horas más tarde, el movimiento había triturado las botellas (Ver “Vandalismo”). Actualmente se observa muy bien el punto de apoyo donde esta roca oscilaba.

Otro caso similar es el Bosque Huelgoat en Bretaña, Francia, sembrado de bloques masivos, siendo el más famoso, la “Roche Tremblante” (la “roca temblorosa”) de un peso estimado en 140 toneladas.

Explicaciones falsas

Las rocas balanceadas y en pedestal han sido comúnmente atribuidas a la erosión eólica por sopladura de arena, especialmente



10. La “Piedra Movediza de Tandil”, en una fotografía anterior a 1912, aún en su posición basculada original. Antigua tarjeta postal en alemán, con una pintada de 1894.

cuando se han encontrado en desiertos. Pero cuando se estudia en detalle su superficie, no se observan trazas de sopladura de arena, sino evidencia de hidratación y descamado que es removido por acción eólica. De este modo, muchas rocas en pedestal se forman por meteorización físico-química y no por acción del viento, que sólo participa en la remoción del detrito de meteorización. Más aún, existe usualmente una dirección prevaliente de los vientos, pero los pedestales están por lo general meteorizados en toda su periferia.

Influencia del clima

Las rocas balanceadas se forman en una amplia variedad de condiciones climáticas. Son especialmente comunes en zonas áridas, probablemente porque la falta de vegetación hace su presencia más obvia al observador. Para aquellas rocas generadas por meteorización química profunda y posterior erosión, el clima actual es en gran parte irrelevante. La meteorización química profunda que comenzó el proceso puede haber tenido lugar decenas o aún cientos de millones de años atrás. El proceso de erosión podría asimismo haber sido iniciado millones de años atrás y aún continuar en el presente, y sobre estas escalas temporales el clima puede haber cambiado en múltiples oportunidades.

Hay rocas balanceadas aún en áreas de clima muy frío. En la Península de Labrador, Canadá, un área fuertemente afectada por el viento y con temperaturas de hasta $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, hay una roca balanceada sobre un pedestal de granito meteorizado.

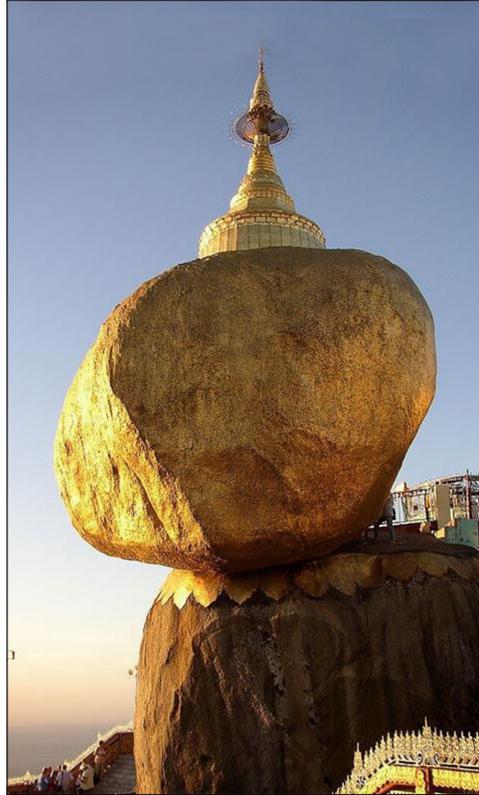
Las rocas balanceadas y los sismos

Todas las rocas balanceadas son rasgos efímeros del paisaje. Estas rocas son generadas por alguno de los procesos descritos más arriba, luego soportarán meteorización y erosión de su masa y de su entorno, hasta que finalmente será destruida. Pero si estas rocas son formadas en una región de alta sismicidad, un sismo suficientemente fuerte podría producirles un colapso súbito. En este contexto, podemos utilizar las rocas balanceadas como indicadores indirectos de actividad sísmica.

Se han realizado estudios tanto en Arizona como en la costa de California, para modelar las fuerzas necesarias para derribarlas. Según una técnica compleja, se demostró que algunas de estas rocas han estado en el lugar en que se encuentran por lo menos por 20.000 años (aproximadamente desde el Último Máximo Glacial), y que pueden contribuir a calcular los riesgos sísmicos regionales.

La edad de las rocas balanceadas

Muy pocas rocas balanceadas pueden ser datadas, pero ocasionalmente puede haber pistas sobre su edad. Por ejemplo, la “Roca de Oro” (the Golden Rock, Kyaiktiyo) está colgada sobre un acantilado cerca de Yangon, Burma (Myanmar) (Fig. 11). Es el tercer sitio más importante de peregrinaje budista en Burma, y de acuerdo a la leyenda, la “Roca de Oro” descansa sobre hebras del pelo de Buda. La “Roca de Oro” es un bloque granítico de 7,60 m de altura con una circunferencia de 15 m. En el punto más alto se construyó una pequeña pagoda de 7,3 m de altura en el año 574 antes de Cristo, sugi-



11. La “Roca de Oro” (“Golden Rock”), en Yangon, Birmania.

riendo una edad mínima del largo periodo de estabilidad de esta roca.

Geoturismo y vandalismo en las rocas balanceadas

Las rocas balanceadas mantienen una extraordinaria atracción sobre los observadores y turistas, en algunos casos por sus notables geoformas, o como parte de una atracción turística mayor, tal como un parque o reserva natural. El turismo requiere manejo y administración, especialmente en estos casos, y más aún si son de fácil acceso.

La “Roca Balanceada” del parque natural Arches National Park (Fig. 12) o el “Sombrero Mejicano, de 20 m de diámetro y 4 m de espesor rocoso, de Bluff (Fig. 13), ambos de Utah (USA), o los del Valle de la Luna en Argentina, son ejemplos de atracciones turísticas muy concurridas.

En casos extremos, los geositos necesitan ser protegidos del vandalismo, con la construcción de vallas, que sin dudas reducen el atractivo estético. En algunas instancias, aún pueden ser necesarios controles, para evitar que los turistas dejen deshechos que tienen otros efectos adversos sobre el ambiente. Como muchos otros objetos naturales, las rocas balanceadas atraen la

Geopatrimonio, Geositios y Geoconservación

Geopatrimonio es una parte integral del patrimonio natural global, que incluye todos los lugares y objetos especiales que han tenido un rol activo en la comprensión de la historia de la Tierra, ya sean sus rocas, minerales y fósiles, y por ende, sus paisajes.

Los *Geositios* son localidades y objetos específicos que proveen visiones especiales de la evolución del planeta Tierra. Un Geositio es un término natural que no tiene implicancias legales o étnicas, y que puede ser pequeño (como una “roca balanceada”) o tan grande como un parque o reserva natural.

La *Geoconservación* concierne a la protección y manejo de geositios, para el estudio científico, educación y, donde corresponda, la divulgación de la historia de nuestro planeta. En términos ideales, los geositios importantes deberían ser protegidos bajo la legislación nacional de la conservación.

Geoparque es un término informal que describe los geositios o complejos de geositios promovidos para el turismo. No implican un gran interés científico o importancia patrimonial, pero son de interés general, atracción visual o estética, o utilizable en actividades educativas.

La *Geodiversidad* es un término generado a imitación del término biodiversidad, pero mientras la biodiversidad puede ser una medida de la salud de un ecosistema, el valor de los *geositios* no depende de la diversidad. Muchos rasgos geológicos y geomorfológicos son restringidos a un tipo especial de roca o rasgo natural, lo cual aumenta su valor. Las rocas balanceadas son ejemplo excelente de ello. La Geodiversidad podría ser útil como una forma de registrar diversos rasgos dentro de una cierta área, pero no debería ser tratada como un valor específico para establecer un juicio de valores sobre la significancia de sitios individuales.

Geoturismo. En un comienzo, Geoturismo hacía referencia al turismo relacionado con la Geología y la Geomorfología. Luego, este concepto incluyó otros tales como educación, sustentabilidad y conservación. Es deseable que en el manejo de un geositio estén involucrados profesionales de la geología, además de biólogos y ecólogos, entre otros, ya que a veces existe una tendencia a “mejorar” el sitio con plantación de vegetación, aún autóctona, que al crecer puede ocultar el rasgo geológico en cuestión. Por lo tanto, la comunidad geológica no debe perder su influencia y responsabilidad sobre la creación e interpretación de geositios. Inclusive debe involucrarse en las explicaciones que se brindan a los turistas para que sean correctas y aumentar el interés de los turistas. La erosión que genera el turismo puede producir daños inadvertidos en un comienzo, como las sendas, que destruyen la vegetación local. Así mismo, el desarrollo de infraestructura como baños, puestos de comida, refugios, y negocios de recuerdos debe mantenerse suficientemente apartado para evitar interferencia con los escenarios.

inmensa roca cuarcítica fuera de su risco, donde había estado quizás por millones de años, dañando para siempre el icónico punto de referencia local y regional.

La Roca Logan, cerca del pueblo de Treen en Cornwall, Inglaterra, es un preciso ejemplo de un “logan” (término local para una “roca balanceada”). Aunque esta roca pesa más de 80 toneladas, fue desalojada de su asiento original en 1824 por un grupo de marineros ingleses. Sin embargo, quejas sub-

secuentes, planteadas por residentes locales, para quienes la roca se había convertido en un atractivo turístico y, por ende, una fuente de ingresos, los marineros fueron forzados a reponer la roca en su posición original. En la actualidad, la Roca Logan todavía oscila y se mueve, pero mucho menos libremente que en el pasado.

Otra famosa roca balanceada, de la localidad de Holliston, Massachusetts, USA, cayó en forma aparentemente natural, en



12. Rocas estratificadas balanceadas en el Arches National Park, Utah, USA.

septiembre de 2020. Esta roca, identificada como un bloque errático de 14.000 años de edad (fines de la Última Glaciación), pesaba alrededor de 5 toneladas y había sobrevivido a muchos intentos de derribarla. Uno de ellos producido por seis hermanos granjeros que no lograron su objetivo. La leyenda alcanzó también en los 1700s al mismísimo George Washington, primer presidente de los Estados Unidos, quien al pasar por Holliston trató de hacer caer la piedra balanceada. Así, devino quizás en el primer y ciertamente más conocido “geovándalo”. Finalmente, venció la gravedad y la roca cayó.

Un tema controversial es si construir un templo o una pagoda o erigir una cruz sobre una roca balanceada podría ser una forma de vandalismo. Dado que los ejemplos conocidos de este tipo son rasgos generalmente muy antiguos, de valor histórico o estético, la mayoría de la gente los aprueba o bien tiene una actitud condescendiente y tolerante.

Las rocas balanceadas y el apilamiento artificial de rocas

Hasta ahora nos hemos referido a las verdaderas rocas balanceadas, de origen natural, pero se debe mencionar también una variedad artificial de rocas balanceadas.

El apilamiento balanceado de rocas (“rock stacking”) es un arte, disciplina o “hobby” en el cual las rocas apiladas una encima de la otra, en varias posiciones de equilibrio, sin el uso de sustancias adhesivas,



13. El “Sombrero Meicano”, a 160 millas al oeste de Bluff, Utah, USA.

alambres, soportes, anillos o cualquier otro artilugio que podría ayudar a mantener el balance (Fig. 14).

Las pilas de piedras llamadas mojones (“cairns”) han sido utilizadas por los humanos durante miles de años, para marcar sendas o tumbas. La palabra “cairn” proviene del gaélico medio y significa “montones de piedras construidas como hitos o monumentos”. Los “cairns” son construcciones simples y carecen de los engañosos aspectos artísticos de las “rocas apiladas”. Algunas “apachetas” del NO argentino serían un ejemplo de “cairns”.

Se suele objetar la presencia de piedras apiladas por diversas razones, especialmente por la escala que pueden alcanzar estas actividades. El apilamiento de rocas ha crecido a todo lo largo del planeta, como parte de un “hobby”. Hay más de 70.000 sitios web que utilizan apilamiento de rocas usando dicha etiqueta (“apilamiento de rocas” en Instagram), a menudo obtenidas en ambientes originalmente prístinos. El número de apilamientos de rocas creados en áreas naturales es una seria preocupación para naturalistas, conservacionistas y autoridades de parques y reservas naturales. Esto produce una reacción adversa en mucha gente que se aventura en áreas naturales para experimentar las gratas sensaciones de encontrarse en ambientes vírgenes. Para muchas personas, los mojones de piedras hechos por los humanos les provocan la misma sensación que los “grafitti” pintados sobre un acantilado marino rocoso o circunstancias similares.



14. Apilamiento artificial de rocas, como “hobby” o pretendidas expresiones artísticas.

Además, apilar rocas disturba el hábitat natural de plantas y animales que viven entre las rocas o que crecen sobre ellas. En Australia, muchas especies como las lagartijas *Cunninghamy Guthega*, la víbora de cabeza ancha, y la lagartija de agua *Corrangamite* podrían verse amenazadas por la “remoción de rocas”, que destruye los sistemas de madrigueras facilitando el ingreso de otros animales que podrían perjudicar a estas especies.

En EEUU, el Servicio de Parques Nacionales prohíbe la perturbación o la movilización de cualquier tipo o tamaño de rocas u otras estructuras naturales dentro de los parques. En Australia, así como en muchos otros países, dañar, disturbar o destruir el hábitat de la vida silvestre (incluyendo el apilamiento de rocas) de los Parques Nacionales, es ilegal y acarrea severas sanciones.

Ya es un tema establecido el mundo la necesidad de proteger el patrimonio cul-

tural y natural de la humanidad. En este patrimonio se incluye el geopatrimonio y, por ende, las “rocas balanceadas”. Debemos poner especial énfasis en protegerlas ya que están expuestas a la erosión, los sismos, pero también, a la acción antrópica, por su atractivo. El accionar incorrecto, muchas veces involuntario, puede producir el deterioro y hasta la desaparición de estas atractivas y curiosas geoformas.◆

Lecturas sugeridas

Ollier, C.D. (1990). *Weathering and Landforms*. Macmillan, London.

Ollier C. (2012). Problems of geotourism and geodiversity. *Quaestiones Geographicae* 31(3), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznan, Polonia, pp. 57–61.

Rabassa, J. et al. (2021). The “Piedra Movediza” (“Rocking Stone”) of Tandil (Province of Buenos Aires, Argentina) and the “Piedras Equilibristas” (“Balancing rocks”) of Paraguay and Brazil. En: Bouza, Rabassa y Bilmes, eds.; *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*, 3, 219-243. Springer-Nature, Earth System Sciences book series.

*PhD. Clifford Ollier
Prof. Emérito, University of Western
Australia, Perth, Australia*

*Dr. Jorge Rabassa
CONICET- Fundación Bariloche,
Argentina. Miembro de la Academia
Nacional de Ciencias en Córdoba.*