



Vista de Pando al atardecer, ave piciforme en su tronco y hojas amarillas del álamo en otoño. Todas las fotografías son del autor y fueron tomadas entre 2018 y 2022.



Un paseo por el gigante trémulo

PAUL C. ROGERS

Traducción del inglés de Marén García

CIUDAD DE ÁRBOLES

El caballero regresa de su peregrinaje y entra a la ciudadela medieval por una puerta fortificada. Adentro, una muchedumbre de ciudadanos deambula hombro a hombro en busca de sustento, comercio, salvación y noticias. El contraste es apabullante: morar por paisajes de recogimiento para, de pronto, encontrarse con una diversidad algarabiosa. Algo similar ocurre al cruzar el umbral de Pando, una colonia gigante de clones de álamos temblores (*Populus tremuloides*) con troncos genéticamente idénticos que conforman un bosque de 43 hectáreas.

Como especie dioica (es decir, que los individuos son exclusivamente masculinos o femeninos), Pando está compuesto sólo por ejemplares masculinos. La colonia clonal entera posee numerosos rasgos determinados por su ADN: desde el tono de la corteza, la forma y el color de las hojas hasta los patrones de crecimiento, su capacidad para repeler patógenos y muchos otros más. Todas estas características presentan una mayor semejanza en los individuos que conforman a Pando que en otras colonias clonales aledañas (Pando está rodeado por conjuntos más pequeños de álamos, algunos bosques de coníferas y distintos tipos de vegetación de pradera, como la artemisa).

Este célebre “bosque de un único árbol” es un solo clon gigante, pesa alrededor de 5.8 millones de kilos, es el árbol más grande hasta ahora conocido y es, sin duda, uno de los organismos más pesados del mundo. Aunque hay algunas coníferas dispersas al interior de Pando, este árbol claramente domina el paisaje boscoso y lo ha hecho durante muchísimos años. Cualquier viajero solitario, tras haber recorrido el territorio despejado de la pradera, se ve sobrecogido ante la densidad, el espectáculo y la magnitud del muro de troncos que se alza en los umbrales de esta floresta. Un

individuo, sea humano o no, puede, incluso, llegar a sentirse devorado por tal inmensidad.

Pero ¿qué es lo que realmente vemos al internarnos en esta comunidad forestal en específico? ¿un comercio boyante, un compañerismo e infraestructura o algo más? ¿Quizá elementos faltantes o desconexiones? En las sociedades o los bosques, no es el conteo de los componentes (por ejemplo, la cantidad de personas, edificios, pájaros o árboles) lo que debe guiar nuestro juicio, sino la vitalidad de sus vínculos y procesos, pues es lo que determina, en verdad, su fortaleza. Al respecto, hay ciertas inquietudes de que algo no anda bien en Pando.

INFRAESTRUCTURA

Este bosque ha sido equiparado con una municipalidad aislada. A juzgar por la condición en que se encuentran las aproximadamente 47000 unidades que constituyen la inmensa colonia clonal, es posible que esta “ciudad” no sobreviva otra generación. Pero ¿cómo llegamos hasta este punto? Al igual que cualquier comunidad, Pando debe tener una historia sobre cómo se originó y adquirió sus características. Aunque desconocemos cuándo germinó con exactitud (¡Pineau y sus colegas estiman que fue hace entre ochenta mil y dieciséis mil años AP!),¹ sí sabemos que sus genotipos provienen de una sola semilla del tamaño de la cabeza de un alfiler. ¡Minúsculo al nacer, enorme al madurar! Su crecimiento ha sido continuo durante milenios y ha sobrevivido variaciones climáticas, alteraciones y periodos de recuperación; en su territorio, su presencia ha sido dominante. Para tener un panorama más completo de esta gran arboleda, primero necesitamos una noción básica sobre los ecosistemas que habitan los álamos.

Como en todos los bosques de álamo, las hojas verdes y relucientes de Pando son conocidas por la forma en que se agitan incluso ante la brisa más ligera. Los brotes majestuosos (recordemos que en realidad no se trata de árboles individuales) pueden alcanzar los treinta metros de altura y sus brillantes troncos blancos contrastan intensamente con el

1 Rozenn M. Pineau, “Mosaic of Somatic Mutations in Earth’s Oldest Living Organism, Pando”, bioRxiv, 2024.



El ramoneo crónico de los ciervos mula y el ganado impiden el reclutamiento de nuevos tallos.

verdor del follaje y el azul profundo de los cielos de Utah. Como si esto no bastara para cautivar la mirada, quizá cuando más asombrosos lucen es cuando muestran sus resplandecientes coronas a medida que el verde del verano cambia al dorado otoñal, antes de la caída de las hojas en el invierno. Esta coloración estacional es un rasgo icónico de los bosques de las Montañas Rocosas, que a menudo atraen a turistas de fin de semana, así como a artistas profesionales que buscan capturar el brillo efervescente antes de las nevadas.

Todos los bosques de álamos dependen en gran medida de la reproducción clonal, lo que significa que la mayoría de los nuevos troncos surgen de redes intrincadas de raíces poco profundas. Cuando los álamos reciben los recursos que necesitan, las auxinas inhiben el desarrollo de nuevas raíces y, en consecuencia, de nuevos brotes. Sin embargo, cuando los álamos maduros sufren alteraciones (debido a una serie de factores, como los incendios, insectos, hongos y patógenos, daño animal y la deforestación), una señal hormonal en la forma de citoquinina es enviada desde los troncos de la superficie hacia las raíces para promover el desarrollo de retoños. La proporción de auxinas y citoquininas (hormonas que promueven el crecimiento) se modifica, entonces, cuando la colonia sufre daños. Esta reacción en cadena es el proceso clave mediante el cual

las colonias de álamos pasan de la modalidad de mantenimiento o estabilidad (dominada por la auxina) a la de renacimiento (dominada por la citoquinina). De modo que cuando los clones reciben lesiones a menudo el resultado es un prodigioso surgimiento de brotes nacientes (alias “chupones”); éstos son los nuevos “árboles” de las colonias clonales de álamo.

Esta ingeniosa estrategia reproductiva le otorga a la especie una respuesta efectiva de crecimiento veloz ante las alteraciones del bosque. De hecho, la traducción del latín *Pando*, “yo me esparzo”, es una alusión a su estrategia exitosa de crecimiento y dominio territorial. Aunque *Pando* fue “descubierto” en la ciencia occidental por Burton Barnes en los setenta, el nombre descriptivo “*Pando*” fue empleado hasta que los investigadores Michael Grant y Jeffrey Miffen comenzaron a utilizarlo en los noventa. Esta designación, a diferencia de la documentación técnica anterior, realmente comenzó a realzar la visibilidad de este icónico y complejo organismo.

El segundo atributo natural que debemos exponer de este tipo de bosques se presenta en el paisaje. Por lo general, los sistemas de álamos tienen dos posibles configuraciones: seriales y estables.² La silvicultura tradicional

2 Paul C. Rogers *et al.*, “A global view of aspen: Conservation science for widespread keystone systems”, *Global*

Con estos conocimientos básicos, y dada su enorme dimensión y longevidad, parecería que Pando es el retrato mismo de la salud y la prosperidad. Sin embargo, algo anda mal en los dominios de esta ciudad.

de estos árboles se ha enfocado en los patrones de desarrollo seriales o sucesionales. En dichos sistemas, los álamos son conocidos como especies “pioneras” que colonizan rápidamente el terreno tras perturbaciones que causan la muerte repentina de un grupo de árboles; sin embargo, más tarde son sustituidos lentamente por una o varias especies coníferas. A la otra ruta de desarrollo, la que menor atención recibe, se le conoce como “estable” no porque esté ecológicamente inactiva, más bien se refiere a que los álamos han sido la única especie en el dosel del bosque durante varias generaciones. Las dinámicas que se establecen en estos bosques de álamos estables reflejan la diversidad de su edad y tamaño, pues el reclutamiento continuo de troncos jóvenes resulta en una arquitectura vertical compleja. Nuestro Pando obedece a este modelo estable. De hecho, sabemos que en el sitio en donde se encuentra, el álamo ha sido el árbol dominante al menos durante los últimos nueve mil años.³ ¡Ésas son muchas generaciones!

DECADENCIA URBANA

Con estos conocimientos básicos, y dada su enorme dimensión y longevidad, parecería que Pando es el retrato mismo de la salud y la prosperidad. Sin embargo, algo anda mal en los dominios de esta ciudad. Por lo menos durante los últimos cincuenta años, Pando ha fracasado en reclutar nuevos troncos jóvenes. Una ciudad sin regeneración puede convertirse en un pueblo fantasma. Un bosque que sólo tiene árboles viejos es una “galería forestal”; una en la que se forman amplios vacíos entre los árboles maduros y en la que no hay capas intermedias, esto es, vegetación de al-

tura y edad medianas. La interrupción del proceso normal de reclutamiento antes descrito ha alterado la demográfica base de la colonia. En lugar de presentar una distribución equilibrada de distintos grupos etarios, el Pando actual

está compuesto principalmente por ciudadanos de la tercera edad.

La causa de este problema es el ramoneo constante del ciervo mulo (*Odocoileus hemionus*) y del ganado doméstico (*Bovis spp.*). Las cifras demográficas del ciervo mulo han alcanzado niveles insostenibles por varias razones: la cercanía entre los refugios de esta especie y las zonas de recreación y vivienda, la falta de depredadores naturales que limiten su población, los incentivos gubernamentales que buscan exponenciar el número de venados para su caza y la resistencia pública a tolerar un mayor grado de mortalidad entre sus ejemplares.

El consumo herbívoro de los grandes ungulados es un proceso ecológico clave que, cuando es balanceado, sostiene sistemas interconectados de plantas, animales, tierras y aguas. No obstante, cuando hay un desequilibrio, como cuando hay demasiados ramoneadores alimentándose de plantas de disponibilidad limitada, la interrupción ecológica puede conducir a la conversión de la comunidad. En Pando, el reclutamiento fallido de los álamos a lo largo de varias décadas ha resultado precisamente en este problema. Tal conclusión está respaldada por una serie de experimentos de campo realizados en los últimos diez años que culminaron en una nueva medición de toda la colonia de 43 hectáreas.⁴ Este trabajo ha evidenciado un patrón insostenible de herbivoría, pero también apunta hacia un escenario esperanzador, pues el cercado reciente que le impide el paso a los ungulados ha comenzado a mostrar señales promisorias de recuperación del bosque. Sin embargo, aún quedan muchas preguntas por responder.

Ecology and Conservation, vol. 21, 2020.

3 Jan Novák *et al.*, “Soil macrocharcoals reveal millennial-scale stability at the Pando aspen clonal colony, Utah, USA”, *Forest Ecology and Management*, vol. 521, 2022.

4 Paul C. Rogers, “Pando’s pulse: Vital signs signal need for course correction at world-renowned aspen forest”, *Conservation Science and Practice*, vol. 4, núm. 10, 2022.

Desde esta perspectiva, el ser humano es el problema. Las personas regulan la población de ciervos mulo mediante políticas gubernamentales impulsadas por la venta de licencias de caza, así como por la designación de temporadas en las que el ganado puede pasar en tierras públicas; además, hay aspectos culturales vinculados tanto a la cacería de estos venados como a la cría de ganado. En conjunto, hay múltiples capas de resistencia social que se oponen a la regulación de los patrones de herbivoría en Pando (y en el resto de la región); diversas prácticas económicas, institucionales y sociales ampliamente aceptadas conspiran contra ella.

Más allá del círculo vicioso que las decisiones humanas parecen haber puesto en marcha, del ramoneo de los ungulados y del reclutamiento cada vez más escaso en Pando, hay fuerzas opositoras que están comenzando a revertir estas tendencias. El Servicio Forestal de Estados Unidos, encargado del territorio en el que reside Pando, está trabajando en la búsqueda de soluciones para inyectar vida a este paciente que se encuentra en estado crítico, lo que denominó “el triaje de Pando”. En principio, cercar el área para mantener fuera a

los grandes ungulados podría preservar la vida del agonizante Pando, pero la renovación sustentable del sistema requerirá investigaciones y soluciones más profundas y complejas.

RENOVACIÓN

Los desafíos que Pando afronta tienen sus análogos en la sociedad. La competencia —como la que se manifiesta en las guerras comerciales y en las políticas fronterizas— también ocurre al interior de los bosques de álamos. La capacidad de las colonias clonales adyacentes para sobrevivir y prosperar varía según las presiones impuestas por los herbívoros. Se cree que Pando ha desarrollado escasas defensas químicas que lo hagan menos apetecible para los ungulados que se alimentan de sus hojas, quizá por dirigir su energía fisiológica al crecimiento acelerado. La primacía del crecimiento por encima de la defensa ha sido un tema ampliamente discutido en la ecología. Las investigaciones recientes sugieren que los triploides genéticos (es decir, tres copias del código genético), como Pando, favorecen el crecimiento rápido, aunque su defensa química parece presentar una menor variación.⁵ Las principales propiedades defensivas de los álamos constan de una mayor distribución de glucósidos fenólicos y/o taninos condensados en las hojas. El crecimiento vigoroso también se traduce en abundantes brotes y retoños, en los troncos de los álamos jóvenes, que son nutritivos para los ciervos; por lo tanto, esta forma de crecimiento que favoreció a Pando por milenios podría ser también la receta de su declive ante la abundancia de ramoneadores.

La posibilidad de comprender e interrumpir los procesos ecológicos ofrece una vía de acción para la restauración. En 2013 la exclusión de los herbívoros mediante el cercado, junto con manipulaciones experimentales, permitió idear un plan para desentrañar los diversos síntomas de Pando y dar seguimiento a los remedios viables. Lo que descubrimos fue sorprendente: provocar incendios, retirar los arbustos rivales y cortar el 50% de los álamos



Técnicos tomando medidas de los tallos maduros de Pando.



Un “chupón” brotando de las raíces superficiales del álamo.

5 Richard L. Lindroth *et al.*, “Phenotypic Variation in Phytochemical Defense of Trembling Aspen in Western North America: Genetics, Development, and Geography”, *Journal of Chemical Ecology*, vol. 49, núm. 7, 2023, pp. 235-250.

maduros dio como resultado la aparición de abundantes brotes clonales de álamo, pero lo inesperado fue que las áreas dentro de la porción cercada de Pando que no recibieron estos tratamientos también respondieron bien.⁶ ¡La clave estaba en la exclusión de los ungulados! En las áreas fuera del nuevo cercado —que se amplió en 2014, protegiendo casi la mitad del territorio de Pando— prácticamente no germinaron chupones jóvenes. No obstante, más recientemente, hemos comenzado a observar cierta recuperación incluso fuera del cercado.⁷ Esto podría deberse a que la colonia clonal ha ganado mayor vitalidad, lo cual podría estar relacionado con una reproducción más exitosa dentro de los recintos de experimentación (por ejemplo, un aumento en las reservas de carbohidratos) o al incremento de lluvias en los últimos dos años, en contraste con la tendencia anterior de sequías prolongadas.

6 Paul C. Rogers y Jody A. Gale, “Restoration of the iconic Pando aspen clone: emerging evidence of recovery”, *Ecosphere*, vol. 8, núm. 1, 2017.

7 Rogers, *op. cit.*, 2022.



Cuando el bosque está saludable, prospera una abundante diversidad de plantas y animales.



Pando en el Fishlake National Forest, Utah, Estados Unidos, 2005. Wikimedia Commons ©.

VÍNCULOS GLOBALES

Cuando por inadvertencia rompemos conexiones ecológicas, es indispensable orientar los esfuerzos de restauración hacia la reparación de ese daño. Muchas de las iniciativas globales de conservación se han centrado en el monitoreo poblacional, sobre todo de las especies raras que están en declive debido a las actividades humanas. Aunque estas especies, a menudo emblemas tanto del asombro que despierta la naturaleza como de su belleza, son valiosas por sí mismas, atender sus padecimientos implica mucho más que simplemente restituir sus números. Tampoco basta con preservar su hábitat para garantizar su futuro. Los vínculos ecológicos críticos —lo que los ecologistas denominan “restauración basada en procesos”— son hacia lo que deberían estar dirigidas nuestras energías.

Por supuesto, esas redes fundamentales se forman a distintas escalas y pueden involucrar más que sólo elementos físicos. Ya discutimos la dependencia de Pando a la reproducción continua y a un grado moderado —más no crónico— de herbivoría. En este sentido, Pando ofrece lecciones para la biodiversidad de los sistemas de álamos de todo el mundo. Estas comunidades albergan un gran número de plantas herbáceas, líquenes, aves y mamíferos de todos los tamaños, muchos más de los que habitan en los bosques de coníferas colindantes. Los álamos se dan en Norteamérica desde la región central de México hasta la zona boreal de Canadá y desde el Pacífico hasta el Atlántico. Muchas especies hermanas se extienden a través de Eurasia, e incluso llegan hasta África del Norte.⁸ Mientras que las prácticas convencionales de conservación están orientadas hacia las poblaciones raras, los álamos tienen una presencia relativamente común (y a menudo sobreexplotada) que es crítica para un gran número de especies dependientes de ellos. En todo el mundo, a medida que los seres humanos han provocado la reducción de los superdepredadores, las poblaciones de ungulados silvestres se han disparado. Los efectos combinados de la reducción de álamos causada por la conversión forestal y la supresión de incendios (que limita el reclu-

8 Rogers *et al.*, *op. cit.*, 2020.

ASPEN AROUSED

Playful in dawn
Placid high noon
Pining sundown

Flittering, not fleeting
Flutter limbs foliating
Fluxing beams dappling

Time-turning tree
Traces the breeze with
Tremulous leaves

Roots under wonder of
Radiant shimmer and
Rapturous splendor

Dancing bows sensuous
Drifting in tremulous
Dreaming with Populus

ÁLAMO ALBOROTADO

Juguetón en la aurora
Plácido mediodía
Pesar del ocaso

Fulguroso, no fugaz
Flagrante ramal foliado
Flama aural que fluctúa

Tiempo devenido en árbol
Trazo sonoro de hojas
Trémulas por el viento

Raíces bajo el asombro de un
Resplandor centelleante
Retozando en pleno esplendor

Danzas de sensuales vínculos
Deriva de pasos trémulos
Delirante deseo de Populus

tamiento de álamos) están teniendo un fuerte impacto en la sustentabilidad de la especie. Muchas plantas y animales florecen o fracasan como resultado de las condiciones de los álamos. Al proyectar tales tendencias a un escenario global, Pando tiene mucho que enseñarnos respecto a la resiliencia y la biodiversidad en general... si es que estamos dispuestos a escuchar con atención.

UN HOGAR FORESTAL

Al volver a casa, a Pando, nos encontramos con una paradoja: la inmensidad de este organismo es sorprendentemente pequeña, incluso local, en comparación con la vasta distribución de álamos en el mundo. Se ha especulado, ávidamente, sobre las razones por las que Pando se encuentra ubicado en este lugar preciso de Utah. Quizá se deba a la estabilidad del sitio, a su ángulo de inclinación relativamente modesto, a su elevación de 2700 metros, a su atmósfera seca o a una amalgama de factores ambientales. Hasta este momento, no sabemos por qué Pando eligió esta cuenca montañosa como su hogar. Y, aunque en la actualidad no conocemos otro álamo clonal de este

tamaño, es completamente factible que tal espécimen exista y sólo no haya sido identificado aún.

Atravesamos muchos umbrales en las excursiones de la vida, de forma no muy distinta a la del jinete medieval que traspasa la puerta fortificada y se enfrenta al cúmulo de humanidad. Pasar de la pradera bucólica al ajetreo de la metrópolis requiere preparación y adaptabilidad. El viajero desprevenido puede sentirse abrumado y paralizarse. Nuestro querido Pando también puede tener ese efecto, sin importar si el paseante es cauteloso o distraído.

Ahora ya llevamos con nosotros los nuevos saberes, como una espada enfundada, y podemos aventurarnos fuera del trémulo gigante de Utah. Dejamos atrás el espesor del bosque, esta ciudad de árboles, pasando por columnas blancas de álamo, observando un mundo de conexiones en el exterior. Estos tentáculos ecológicos definen movimientos complejos, *procesos* vitales que nos hacen un gran servicio cuando nos detenemos a ver qué está ahí y qué falta.

Una brisa se eleva, las hojas del bosque vibran y Pando sonrío. 