



## Algunos animales son más iguales que otros: Especies clave y cascadas tróficas

[CANTAN GRILLOS]

[SUENA UN PLATILLO]

[CAMPANADA]

[SUENA MÚSICA]

**[CARROLL:]** De la selva al desierto, del bosque a la llanura, de las cimas a las costas, la Tierra alberga muchos hábitats. Y cada hábitat contiene una comunidad de plantas y animales. Cada comunidad está constituida por diferentes especies. Y cada especie está presente en diferentes cantidades.

**[CARROLL (narrado):]** Entonces, ¿qué determina cuántas especies viven en un lugar? O ¿qué tamaño puede alcanzar cada población?

**[CARROLL:]** La respuesta a estas preguntas básicas sobre cómo funciona la naturaleza eludió a los biólogos por mucho tiempo. Hasta que, en esta costa rocosa del Pacífico en 1963, el joven profesor de zoología, Robert Paine, despegó a una estrella de mar púrpura de las rocas y la lanzó a la bahía. Y así comenzó uno de los experimentos más importantes en la historia de la ecología.

[SUENA MÚSICA]

**[CARROLL (narrado):]** ¿Qué atrajo a Robert Paine a esta costa accidentada? Y ¿por qué estaba arrojando estrellas de mar? La respuesta nos lleva unos años atrás a un salón de clases de la Universidad de Michigan.

**[PAINE:]** Era un día agradable. El edificio viejo de zoología en Ann Arbor tenía un patio y en ese patio había un árbol que comenzaba a brotar.

**[CARROLL (narrado):]** El profesor Fred Smith hizo una pregunta a sus estudiantes que parecía sencilla.

**[PAINE:]** Dijo: “Quiero que piensen en esto... ¿Por qué ese árbol es verde?” Y alguien dijo...

**[ESTUDIANTE MUJER:]** Clorofila.

**[PAINE:]** Fred dijo, “¿Qué mantiene a las hojas ahí?”

**[CARROLL (narrado):]** Aunque técnicamente la clorofila es lo que da el color verde a los árboles, Fred Smith estaba preguntando algo más profundo. Él estaba pensando en las cadenas alimentarias.

**[PAINE:]** Obviamente tenemos a los productores. Son los proveedores de energía a los organismos que viven de ellos. Encima de eso tenemos a los consumidores y luego, como sabemos, a los herbívoros.

**[CARROLL (narrado):]** La idea popular, en ese momento, era que el número de productores limita el número de herbívoros. A su vez, el número de herbívoros limita el número de depredadores que se alimentan de ellos. Todos los niveles de la cadena alimentaria estaban regulados por la cantidad de comida disponible desde los niveles más bajos de la cadena alimentaria hasta los superiores. Pero este punto de vista no explicaba por qué las poblaciones de herbívoros no aumentaban hasta el punto donde se comen *todas* las hojas del árbol. El

profesor Smith ya había discutido este enigma con dos colegas: Nelson Hairston y Lawrence Slobodkin. Ellos propusieron una nueva idea. El número de herbívoros tenía que estar regulado no solo desde los niveles inferiores hasta los superiores, sino también de los superiores a los inferiores.

**[PAINE:]** Los herbívoros tienen la capacidad de destruir a la comunidad vegetal. Los árboles podrían quedar defoliados, pero, ¿por qué no lo estaban? Y la respuesta era que no había suficientes insectos para hacerlo. Ese era el papel de los depredadores.

**[CARROLL (narrado):]** El mundo es verde porque los depredadores mantienen a los herbívoros bajo control. Este era un concepto radical que llegó a ser conocido como la “Hipótesis del mundo verde”. Hasta ese momento, nadie pensaba que los depredadores jugaran un papel en la regulación de ecosistemas.

**[PAINE:]** Su clase fue el primer espacio donde se puso a prueba la Hipótesis del mundo verde.

**[CARROLL (narrado):]** Y uno de los estudiantes de Smith, Robert Paine, sería quien pondría a prueba esta idea.

*[SUENA MÚSICA]*

Unos años después, como un flamante profesor en la Universidad de Washington, Paine buscó un sistema donde estudiar el papel de los depredadores.

**[PAINE:]** Descubrí el océano Pacífico, y una fantástica diversidad de organismos viviendo a lo largo de sus costas. Allí estaba, delante de mí. Era como llegar al nirvana.

**[CARROLL (narrado):]** Comenzó por identificar a todos los organismos. Y, luego comenzó a registrar quién se come a quién.

**[PAINE:]** Había gasterópodos carnívoros que se alimentaban con bálanos. Había erizos de mar que comían algas. Había muchos patrones.

**[CARROLL (narrado):]** Sus observaciones revelaron que una especie de estrella de mar púrpura y anaranjada, llamada *Pisaster ochraceus*, estaba en el ápice de la cadena alimentaria.

*[MÚSICA DRAMÁTICA]*

Puede que las estrellas de mar parezcan un depredador poco probable, pero acelera el tiempo un poco y verás que son cazadores mortales.

**[PAINE:]** Si una estrella de mar está comiendo, puedes voltearla para ver qué come. Estaban comiendo mejillones. También comían muchas otras cosas, pero estaban comiendo mejillones...

**[CARROLL (narrado):]** Así que Paine se preguntó, ¿qué pasa cuando eliminas a la estrella de mar de un afloramiento rocoso?

**[PAINE:]** Hay que sorprenderlas, porque una estrella de mar se aferra a la roca. Despegarlas requiere de una gran fuerza en la muñeca y de una palanca. Después, las lanzaba tan lejos como podía; en esos días, podía lanzar una estrella de mar 60 ó 70 pies, hacia aguas más profundas. Siempre había nuevas estrellas de mar entrando al afloramiento, así que durante los meses de verano conducía 350 millas de viaje ida y vuelta, trabajaba en el sitio en marea baja, hacía mis remociones, colectaba datos y luego regresaba a Seattle.

**[CARROLL (narrado):]** El ecosistema comenzó a cambiar rápidamente.

[PAINE:] En un año y medio, sabía que había triunfado.

[CARROLL (narrado):] A pesar de que el depredador principal fue eliminado, sorprendentemente, el número de especies en las rocas disminuyó de 15 a 8.

[PAINE:] Luego de tres años, el número de especies bajó a 7. Pero pasados siete años más, el sistema se simplificó, hasta llegar a quedar, básicamente, una sola especie. Yo había cambiado la naturaleza del sistema.

[CARROLL (narrado):] Mientras el experimento continuaba, la línea de mejillones bajaba por la pared rocosa, monopolizando casi todo el espacio disponible y excluyendo a todas las demás especies. Paine descubrió que un depredador puede regular la composición de una comunidad entera. Acuñó un término para describir el poder que una sola especie puede ejercer sobre un ecosistema.

[PAINE:] Conozco muy poco sobre arquitectura, pero si construyes un arco, debes tener los dos lados ejerciendo presión uno sobre el otro y, por tanto, en el ápice del arco tienes una piedra angular. Si extraes la piedra angular, la estructura colapsa.

[CARROLL (narrado):] Muchos depredadores, como la estrella de mar *Pisaster*, son especies angulares, es decir, especies clave.

[PAINE:] Estas especies clave tienen un gran impacto que va más allá de las especies que depredan.

[CARROLL (narrado):] La mayoría de las especies no ejerce un gran impacto. En otros experimentos, Paine removió varias especies, pero esto tuvo poco o ningún impacto sobre el ecosistema.

[PAINE:] “Todos los animales son iguales, pero algunos son más iguales que otros”. Y eso demuestra que no todas las especies tienen el mismo impacto sobre el ecosistema en el que se encuentran. Se requiere de experimentos para descifrar eso, lo que a veces no es fácil de hacer.

[CARROLL (narrado):] Los experimentos pioneros de Paine y su concepto de especie clave tuvieron repercusiones en el campo de la ecología y revolucionaron las opiniones sobre la regulación ecológica de las comunidades.

[PAINE:] Si eliminas al depredador, el sistema se simplifica. Esto es un concepto ecológico general y global.

[CARROLL (narrado):] A medida que Paine continuaba con sus estudios un poco más lejos de la costa, notó otro patrón llamativo.

[PAINE:] Había muchas pozas de marea. Y algunas de las pozas estaban dominadas por erizos, otras no.

[CARROLL (narrado):] En las pozas con muchos erizos, había menos algas marinas, conocidas como *kelp*. Paine sospechaba que los erizos impedían que las algas crecieran.

[PAINE:] Me dije a mí mismo, ése es mi próximo grupo de experimentos.

[CARROLL (narrado):] Paine removió, a mano, todos los erizos en algunas pozas y dejó otras pozas sin manipular. De nuevo, los resultados fueron dramáticos. En las pozas donde había eliminado a los erizos, las algas comenzaron a crecer casi inmediatamente.

[PAINE:] Los erizos controlan a las algas; por lo tanto, es una violación de la Hipótesis del mundo verde.

**[CARROLL (narrado):]** Los erizos en las pozas de Paine se estaban comiendo *todas* las algas. Entonces, ¿por qué nada estaba regulando a la población de erizos? La respuesta la obtendría durante una reunión fortuita en una isla remota de la cadena de islas Aleutianas en Alaska. Allí, Paine se encontraría con otro científico. En 1971, James Estes era un joven y ambicioso estudiante de posgrado.

**[ESTES:]** Cuando Bob y yo nos conocimos, yo estaba comenzando a pensar lo que iba a hacer.

**[PAINE:]** Nos encontramos en un bar después de ir al cine. Yo estaba interesado en los erizos de mar y Jim, me parece que estaba haciendo un estudio sobre la fisiología de nutrias marinas.

**[ESTES:]** Le estaba explicando lo que pensaba hacer para entender la forma en que un ecosistema, como el de la isla de Amchitka, podía albergar tal abundancia de depredadores. Y hacerlo entendiendo la producción y eficiencia del flujo de energía y materiales hacia los niveles superiores de la cadena alimentaria. Y la reacción de Bob, explícita o implícita, fue “eso no es muy interesante”. Y “¿has pensado alguna vez en lo que estos animales le están haciendo al sistema?”

**[CARROLL (narrado):]** Paine se dio cuenta de que, si Estes se enfocaba en estudiar el efecto que las nutrias tienen desde arriba hacia abajo, en vez de abajo hacia arriba, podría descubrir el papel que las nutrias juegan en la organización de la naturaleza.

**[ESTES:]** Y yo pensé, ¿por qué no? Salgamos y echemos un vistazo.

**[CARROLL (narrado):]** Paine estaba sugiriendo una técnica similar a la de su experimento donde lanzaba estrellas de mar: eliminar a las nutrias del ecosistema y examinar el impacto sobre otras especies.

**[ESTES:]** Yo no creo que en ese momento Bob tuviera idea de cómo hacer eso. Pero yo sí, porque sabía bastante sobre la historia de las nutrias. Las nutrias eran abundantes a lo largo del Pacífico Norte. Y luego, el comercio marítimo de pieles del Pacífico comenzó en 1741, y por los siguientes 150 años, las nutrias fueron cazadas hasta estar cerca a la extinción. En 1911 o 1912 se prohibió la caza y algunas de esas colonias sobrevivieron y sirvieron como semilla para la recuperación de la especie.

**[CARROLL (narrado):]** Pero la recuperación de las nutrias marinas fue irregular.

**[ESTES:]** Se recuperaron completamente del comercio de pieles en varias islas a lo largo del archipiélago aleutiano, del cual Amchitka forma parte. Había otros sistemas de islas en donde aún no se habían recuperado.

**[CARROLL (narrado):]** El experimento era sencillo: comparar ecosistemas con nutrias contra aquellos sin nutrias. Comenzó con su isla base, Amchitka.

**[ESTES:]** Estaba muy familiarizado con Amchitka. Sabía que los erizos eran comunes, pero muy pequeños.

**[CARROLL (narrado):]** El próximo paso era organizar una buceada en la isla cercana, Shemya, una localidad sin nutrias.

**[ESTES:]** El momento de aprendizaje más dramático de mi vida ocurrió en menos de un segundo. Y fue al sumergir la cabeza en las aguas de la isla de Shemya. Todo estaba verde de erizos y con nada de algas marinas. Y en un instante, todo empezó a tener sentido. La pérdida de nutrias del sistema había provocado una completa reorganización, pasó de ser un sistema en donde las algas eran sumamente abundantes antes de la pérdida de nutrias, a uno en donde los erizos de mar abundan debido a la ausencia de nutrias y se han comido todas las algas.

**[CARROLL (narrado):]** Era una demostración sorprendente de la Hipótesis del mundo verde. Las nutrias marinas, los depredadores, estaban controlando a los erizos que se alimentaban de las algas. Se eliminan las nutrias marinas y los bosques de algas marinas desaparecen. Paine llamó a estos efectos en cascada sobre las especies en niveles inferiores “cascadas tróficas”.

**[PAINE:]** Una cascada trófica es cuando tienes a un depredador en el ápice de la cadena alimentaria controlando la distribución de recursos, y estos provocan una cascada de efectos indirectos. Una gran cantidad de efectos indirectos. Tienes menos nutrias marinas, más erizos de mar, menos algas.

**[ESTES:]** Anticipo que todas las especies costeras probablemente se ven impactadas, de una u otra forma, por la presencia o ausencia de algas marinas. Los peces en los bosques de algas dependen de ellas. Hay pájaros que se alimentan en los bosques de algas, hay invertebrados que se alimentan en los bosques de algas. Virtualmente, todo lo que vive en esa zona costera depende de ese sistema de alguna forma.

**[CARROLL (narrado):]** Así que las nutrias marinas son otra especie clave. Regulan la estructura de esta comunidad costera marina.

**[ESTES:]** Los resultados son inequívocos. Las nutrias marinas afectan al sistema desde el nivel superior de la cadena. Como sabemos, el mensaje es claro, y ha sido muy importante en la manera en que los ecólogos observan al mundo.

**[CARROLL (narrado):]** Estes regresaba a Alaska regularmente para estudiar las nutrias. Unos 20 años después, notó que algo extraño estaba pasando.

**[ESTES:]** Estábamos capturando nutrias y nos estaba costando muchísimo atrapar suficientes, y era peculiar porque nunca he tenido problemas con eso.

**[CARROLL (narrado):]** Las poblaciones de nutrias parecían estar disminuyendo. Trató de pensar en todas las explicaciones posibles.

**[ESTES:]** Y esencialmente alineamos todas las hipótesis que pudieran explicar la disminución poblacional.

**[CARROLL (narrado):]** Descartó inanición, descartó enfermedades. Y luego emergió una tercera hipótesis.

**[ESTES:]** Tim Tinker, un técnico, me llamó un día en el invierno y me dijo, “Sabes, estoy empezando a preguntarme si podrían ser las orcas.” Le dije, “Estás loco. Es que, esto sencillamente no puede pasar. Ellas no comen nutrias marinas.” Y él dijo, “Sí que las comen. Las he visto comerse algunas.”

**[CARROLL (narrado):]** Pero, ¿cómo podría ponerlo a prueba? Una vez más, la naturaleza brindó un sitio ideal.

**[ESTES:]** Fuimos a un sitio llamado Clam Lagoon, que nos dio un lugar al que las orcas no tenían acceso. No tuvimos problema en capturar 30 animales en dos o tres días. Y el hecho de que esa pequeña población no disminuyera, mientras que todas las poblaciones a las que las orcas podían acceder sí disminuyeron, me ayudó a convencerme de que era una hipótesis viable.

**[CARROLL (narrado):]** ¿Por qué estaban las orcas comiendo nutrias ahora? Las orcas generalmente comen otras ballenas, no nutrias.

**[ESTES:]** Había muchas ballenas después de la Segunda Guerra Mundial. Después de la Segunda Guerra Mundial, los japoneses y los rusos comenzaron a reducir el número de esas ballenas, y para el final de la década de 1960,

habían disminuido en un 90%. Al sacar del sistema de todas estas grandes ballenas, eso afectó a las orcas y las obligó a expandir su dieta y a consumir otras especies. Lo que ocurrió fue que a esta cascada trófica de tres niveles, las orcas añadieron un cuarto nivel trófico, que hizo que el sistema se comportara como la teoría predice.

**[CARROLL (narrado):]** Con las orcas comiendo nutrias, las poblaciones de erizos aumentaron y las algas desaparecieron.

**[ESTES:]** Para mí, la parte más asombrosa de eso era la noción de que algo como la caza de ballenas, que comenzó a mediados del siglo 20 allá en la zona oceánica del Pacífico Norte, pudo tener efectos sobre los erizos y las algas en el ecosistema costero. Era alucinante concebir algo así... era casi como de ciencia ficción.

**[CARROLL (narrado):]** Para Robert Paine, esto fue una confirmación satisfactoria.

**[PAINE:]** Esto daba un ejemplo de cómo el concepto de cascada trófica funciona en la naturaleza, y es el trabajo de Jim en las islas Aleutianas lo que lo comprobó.

**[CARROLL:]** Mientras los ecólogos exploraban otros hábitats con nuevos ojos, descubrieron otras especies clave y cascadas tróficas en muchos lugares.

**[CARROLL (narrado):]** Y, al igual que con las nutrias, la eliminación de depredadores, como lobos, tiburones y leones, ha tenido un efecto profundo en el número y variedad de otras especies, y en los ecosistemas en su totalidad. Este conocimiento fundamental ha cambiado la forma en que vemos el mundo. Y les ha dado a los ecólogos y conservacionistas una nueva colección de herramientas.

**[ESTES:]** Nos ha alejado de una visión fundamental de la naturaleza que era ascendente. Más que cualquier otro ecólogo, él fue el que cambió nuestro pensamiento hacia la importancia de la regulación descendente.

**[PAINE:]** Bueno, gracias.

**[ESTES:]** No, es la verdad.

**[CARROLL (narrado):]** Pero desde el punto de vista de Paine, los humanos aún tenemos mucho por aprender.

**[PAINE:]** Ignorar el hecho de que hay efectos descendentes es invitar a los errores. Ignorar el papel de los superdepredadores es un gran riesgo.

*[LOBOS AULLANDO] [SUENA MÚSICA]*