



el espacio y el tiempo no desaparecen. Esta región actuaría como un **agujero blanco**, una estructura teórica que, a diferencia de un agujero negro, expulsaría materia y energía en lugar de absorberlas.

La clave del avance radica en la propuesta de usar la energía oscura —la fuerza responsable de la expansión acelerada del universo— como un “**tiempo cuántico**” universal. Según Lucía Menéndez-Pidal (UCM), coautora del estudio, al estar la energía oscura presente en todo el cosmos, podría servir como referencia temporal para reconciliar las discrepancias entre relatividad y mecánica cuántica. Este enfoque permitiría, además, explicar la **transición cuántica** de un agujero negro a un agujero blanco, un fenómeno hasta ahora solo teórico.

Aunque el modelo empleado es simplificado, el trabajo refuerza la idea de que la singularidad podría ser evitada gracias a efectos cuánticos, a la par que vincula la energía oscura con la estructura del espacio-tiempo, abriendo nuevas vías para estudiar su rol en gravedad cuántica.

Los investigadores señalan que futuros estudios deberán explorar la fenomenología de esta transición (¿cómo se manifestaría en el universo?), generalizar el modelo a agujeros negros más realistas e investigar si la energía oscura puede actuar como “reloj cuántico” en otros contextos cosmológicos.

DESAFIANDO EL MODELO CLÁSICO: EL CRECIMIENTO MICROBIANO RARAMENTE ES LOGÍSTICO

Desde el siglo pasado se sabe que los ecosistemas más diversos, con más especies y más interacciones,

son también más resilientes a perturbaciones —como las que impone hoy el cambio climático. Esta resiliencia se debe a que, si una especie desaparece, otras pueden asumir su función ecológica, manteniendo el equilibrio del sistema.

Sin embargo, desde hace más de 50 años persiste una paradoja: **los modelos matemáticos predicen lo contrario**. En ellos, cuanto más diversidad e interacciones tiene un ecosistema, menos estable es. ¿Cómo construir una teoría que sea coherente con lo que observamos en la naturaleza?

En 2024, **un influyente artículo publicado en *Science* propuso una salida elegante a este dilema**: si las especies crecen de forma **sublineal** —es decir, si su tasa de crecimiento se reduce a medida que aumenta su abundancia—, entonces los ecosistemas diversos podrían estabilizarse por sí solos. Esta hipótesis reavivó el debate y fue bien recibida por la comunidad científica.

Pero ¿ocurre realmente este tipo de crecimiento en la naturaleza? **Un nuevo estudio publicado en *Physical Review E* (<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.111.044404>) acaba de poner en cuestión esta idea**, centrándose en un caso especialmente útil: las comunidades microbianas. Aunque microscópicos,

los microbios forman algunos de los ecosistemas más complejos y diversos que existen, y —gracias a la metagenómica— son también los que disponen de más datos para analizarlos cuantitativamente. Por eso, se han convertido en un banco de pruebas ideal para contrastar teorías ecológicas generales.

Investigadores del **Grupo Interdisciplinar de Sistemas Complejos (GISC)** de la Universidad Carlos III de Madrid y la Universidad Pontificia Comillas han demostrado que **las poblaciones microbianas no siguen el modelo de crecimiento logístico clásico**, pero, además, los datos permiten **descartar un crecimiento sublineal**, como requiere el postulado mecanismo estabilizador.

La clave del estudio no fue solo el uso de grandes bases de datos microbianas —con miles de comunidades de bacterias de suelos, océanos o intestinos humanos—, sino la aplicación rigurosa de **estadística bayesiana**. A diferencia de los enfoques clásicos, la estadística bayesiana no busca confirmar una única hipótesis, sino que asigna probabilidades a distintos modelos posibles, dada la evidencia. Esta filosofía encaja bien con la ecología, donde el ruido, la incertidumbre y la complejidad hacen imposible una única explicación.

Los autores sugieren que las desviaciones del crecimiento logístico podrían deberse a factores como el volumen que ocupan las células, la cooperación o competencia entre bacterias, o su acceso desigual a los recursos. Además, proponen que **la estructura espacial de las comunidades podría ser un mecanismo más plausible para explicar la alta diversidad** observada en los ecosistemas naturales.

Ecosistema

- Intestino 1
- Intestino 22
- Lago
- Oral
- Río
- Agua marina
- Lodo
- Tierra/barro
- $y=x$

