



**LOS CRECIENTES COSTES** del telescopio James Webb (*arriba*) han hecho que las propuestas para construir observatorios aún mayores, como el Telescopio Espacial de Alta Definición (*derecha*), se reciban con escepticismo.

## ASTRONOMÍA

### La vida después del Hubble

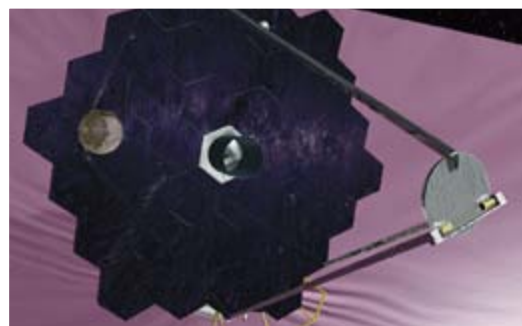
El ocaso del telescopio espacial Hubble ha suscitado la propuesta de un observatorio aún mayor que el James Webb

Si hubiese que premiar al observatorio más productivo de la historia, el galardón recaería sin duda en el telescopio espacial Hubble. Pero sus días están contados; su órbita y sus instrumentos continúan degradándose y su inevitable final hará mella en la toma de datos astrofísicos y cosmológicos [véase «Veinticinco años del Hubble», por Axel M. Quetz y Uwe Reichert; INVESTIGACION Y CIENCIA, abril de 2015]. Dado que la atmósfera terrestre bloquea buena parte de la radiación ultravioleta e infrarroja, las observaciones en estas longitudes de onda deben llevarse a cabo desde el espacio, donde mora el Hubble. Pero ninguno de los futuros observatorios espaciales de la NASA —el telescopio James Webb, de 6,5 metros, y el WFIRST, un

satélite de infrarrojos de 2,4 metros inicialmente concebido para el espionaje— cubrirá todo ese espectro de longitudes de onda. «Cuando el Hubble se vaya, se habrá ido», señala John Mather, premio nóbel y astrofísico del Centro de Vuelos Espaciales Goddard de la NASA. «Y no tenemos nada a mano que haga lo mismo que él.»

Por esa razón, Mather y otros astrónomos han propuesto la construcción de un sucesor enorme, con un espejo de entre 10 y 12 metros de diámetro; es decir, entre cuatro y cinco veces mayor que el del Hubble. Semejantes dimensiones permitirían abordar varias cuestiones de primer orden, como el estudio de galaxias lejanas, el del sistema solar exterior y la búsqueda de vida

en exoplanetas similares a la Tierra. El proyecto ha sido bautizado con el nombre provisional de Telescopio Espacial de Alta Definición, o HDST. Al igual que el Hubble, observaría en el visible, el ultravioleta y el infrarrojo cercano. Haciendo honor a la alta definición de la que presume su nombre, podría resolver estructuras de 300 años luz en galaxias situadas en los confines del universo visible, algo que permitiría entender mejor los procesos de formación estelar y la naturaleza de la materia y la energía oscuras. Además, podría examinar con gran detalle docenas de exoplanetas parecidos al nuestro y buscar en ellos señales de vida extraterrestre. La propuesta fue publicada en un informe de verano de la Asociación de



Universidades para la Investigación Astronómica.

No obstante, algunos investigadores vinculados al proyecto temen que, por amplio que sea el interés que despierte un instrumento así, la propuesta está abocada al fracaso, ya que el coste de tales observatorios suele ser tan astronómico como su utilidad. «La NASA se ha vuelto más conservadora desde que empezamos con el Webb», señala Mather, científico jefe de dicho proyecto. Al principio se calculó que el instrumento se enviaría al espacio en 2011 y que costaría unos 1600 millones de dólares. Hoy, el lanzamiento no se prevé para antes de octubre de 2018 y el presupuesto se ha inflado hasta los casi 9000 millones. «Después de que el proyecto estuviese a punto de morir por culpa de los sobrecostes, ya nadie quiere pensar a lo grande», asegura el investigador.

Ningún astrónomo que haya participado en el informe sobre el HDST se aventurará a dar en público una cifra sobre su posible coste, más allá de que

resultaría bastante abultada. Los críticos del proyecto, escépticos sobre su viabilidad económica, sugieren que un telescopio de banda ancha algo menor, del tamaño del Webb, se ajustaría mejor a los intereses de la comunidad. Otros sostienen que una nueva generación de observatorios terrestres de 30 metros, ahora en construcción, podría llevar a cabo buena parte de las mismas investigaciones con un coste mucho menor.

Sin embargo, Marc Postman, astrónomo del Instituto Científico del Telescopio Espacial y coautor del informe sobre el HDST, considera poco probable que tales instalaciones sean capaces de abordar las mismas preguntas que un telescopio espacial. Bajo la atmósfera terrestre, incluso los mejores observatorios sufren los efectos de las turbulencias y de la luminiscencia nocturna, una débil luz emitida por las reacciones químicas atmosféricas que corrompe las observaciones delicadas. Además, ni los telescopios terrestres ni el Webb podrán fotografiar e investigar en detalle nume-

rosos exoplanetas, lo que disminuye la probabilidad de encontrar alguno con vida. Para algunas cuestiones, solo un gran telescopio espacial de banda ancha ofrece una oportunidad de dar con la respuesta.

Según los autores del informe, este telescopio de ensueño podría lanzarse al espacio a principios de la década de 2030, pero solo si la NASA y otras agencias espaciales comienzan a planificarlo ya. Aunque parezca un período de incubación excesivo, supondría una notable mejora con respecto al Hubble, cuya historia empezó con un informe visionario que el astrónomo Lyman Spitzer escribió en 1946. En astrofísica, los grandes saltos cualitativos, como los logrados por el Hubble y los que promete su posible sucesor, requieren enormes inversiones no solo de dinero, sino también de tiempo, explica Postman. «Los cambios revolucionarios en el entendimiento del cosmos no llegan con pasos pequeños y graduales», concluye el investigador.

—Lee Billings

## MATERIALES

### Impresión de baterías

Una nueva técnica de extrusión permite producir dos de los tres componentes básicos de una pila en un solo paso

**El futuro de la energía sostenible** pasará por imprimir baterías. Así al menos piensan los ingenieros de PARC, la reputada compañía de investigación y desarrollo con sede en California y propiedad de Xerox. La empresa ha diseñado un nuevo proceso de fabricación que ahorra costes y que, algún día, quizá permita producir todas las partes de una pila del mismo modo en que extraemos el dentífrico de un tubo: exprimiendo.

En general, construir una batería requiere un gran número de pasos. Primero, dos máquinas fabrican por separado los electrodos extendiendo capas pastosas de material energético sobre láminas metálicas. Una vez se han secado y comprimido, se cortan con el tamaño deseado y se introduce entre ellos un separador de plástico para evitar cortocircuitos. Por último, la batería se envasa en un recipiente de material no conductor y el conjunto se rellena con un electrolito líquido que transporte la carga entre los electrodos.

El nuevo método de impresión simplifica el proceso. En abril, en una reunión de la Sociedad de Investigación en Materiales celebrada en San Francisco, Corie Cobb, de PARC, presentó un conjunto de boquillas y materiales que permiten imprimir dos tercios de la batería de una sola vez. La boquilla impresora, de dos cabezas, puede extrudir simultáneamente un cátodo de ion de litio y un separador de polímero. Hasta que Cobb no dé con una combinación de materiales que no se entremezclen durante la impresión, un técnico tendrá que añadir a mano un ánodo de grafito. Pero cuando puedan imprimir-

se los tres componentes a la vez, Cobb y sus colaboradores calculan que el proceso reducirá los costes de fabricación en un 15 por ciento. Con todo, algunos fabricantes ya han mostrado su interés por la versión de dos piezas. Los prototipos obtenidos hasta el momento funcionan tan bien como las pilas fabricadas con las técnicas habituales y los mismos materiales.

Disponer de baterías más económicas será fundamental para lograr vehículos eléctricos más asequibles y para que las compañías eléctricas puedan almacenar los excedentes generados por las fuentes eólicas y solares, las cuales son muy variables y no siempre se ajustan a la demanda de la red. A largo plazo, las baterías tal vez puedan imprimirse con todo tipo de formas apropiadas para nuevos aparatos, en lugar de los cubos y los cilindros con los que los diseñadores han de vérselas hoy.

—Katherine Bourzac





## EVOLUCIÓN

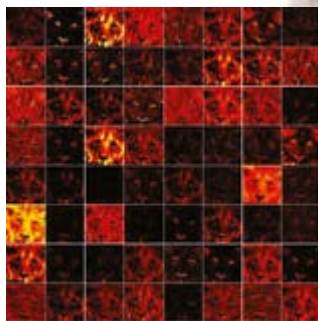
### El origen del oído

Zanjado un debate centenario sobre la evolución del órgano auditivo

Los biólogos evolutivos llevan mucho tiempo preguntándose por qué el tímpano (la membrana que transmite las ondas sonoras al oído interno) de los humanos y de otros mamíferos guarda una notable semejanza con el de los reptiles y las aves. ¿Acaso la membrana y, por extensión, el sentido del oído proceden en esos grupos de un ancestro común? ¿O tal vez el órgano auditivo evolucionó en ellos de forma independiente hasta desempeñar la misma función, en un ejemplo de convergencia evolutiva? Una serie de experimentos recientes realizados en la Universidad de Tokio y en el Laboratorio de Morfología Evolutiva RIKEN de Japón han resuelto la incógnita.

Cuando se inhibió por medios genéticos el crecimiento del maxilar inferior en embriones de ratón y de pollo, los primeros no desarrollaron tímpano ni canal auditivo; en cambio, en las aves se formaron dos maxilares superiores de los que brotaron sendos tímpanos y canales auditivos. Los resultados, publicados en *Nature Communications*, confirman que el oído medio se forma a partir del maxilar inferior en los mamíferos y del superior en las aves, hecho que sustenta la hipótesis de que esa anatomía similar evolucionó de modo independiente en los mamíferos y en los reptiles y las aves. Los fósiles de huesecillos del oído avalan tal conclusión, pero el tímpano no fosiliza y no puede ser estudiado directamente.

—Sarah Lewin



**EL PROGRAMA LINC** escanea los rasgos faciales en busca de patrones que permitan emparejar una imagen con un individuo.



## CONSERVACIÓN

### Facebook para fieras

Los estudiosos de los leones podrán conocer el paradero de estos felinos gracias a una nueva técnica de reconocimiento facial

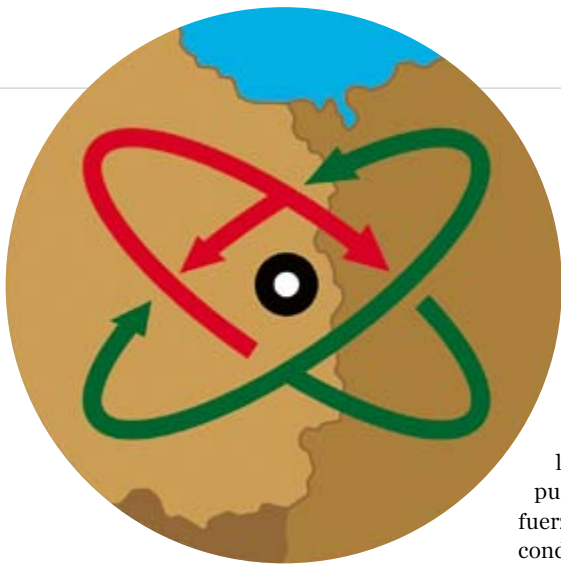
Ni el mismísimo rey de la jungla puede escapar de los fotógrafos en estos tiempos. El pasado junio, la organización keniana Lion Guardians inició la Red de Colaboradores para la Identificación de Leones (LINC, por sus siglas en inglés). Esta base de datos de perfiles de leones se está elaborando con el primer programa informático de reconocimiento facial diseñado a propósito para analizar las facciones de este gran felino e identificar cada individuo. Con LINC, la organización conservacionista y otros estudiosos de la fauna dispondrán de un medio más sencillo para saber la ubicación de cada león. Los desplazamientos de la especie a lo largo y ancho de África son poco conocidos y su seguimiento tropieza con todo tipo de trabas: los transmisores GPS resultan caros, la autonomía de sus pilas es de uno a tres años y solo pueden colocarse sedando al animal. Por si fuera poco, el pelaje del león adulto carece de rasgos reconocibles (a diferencia del que poseen el leopardo, el guepardo o el tigre, cuyas motas y franjas simplifican la identificación).

En los próximos meses, cerca de un millar de leones serán incorporados a LINC; cuantas más fotografías se introduzcan, más preciso resultará el programa a la hora de identificar un individuo. Mediante el seguimiento atento de las migraciones de los felinos, los conservacionistas podrán saber con mayor precisión dónde hallan pareja, agua o presas, así como detectar los sutiles cambios de la dinámica poblacional causados por la expansión humana.

No es preciso acercarse mucho al animal para obtener fotografías útiles. Basta con hacer el disparo desde una treintena de metros, asegura Stephanie Dolrenry, cofundadora de Lion Guardians. Tanto los leones más intrépidos como los más esquivos suelen girarse para mirar a sus perseguidores antes de huir.

—Millie Kerr

RICARDO DIAS, GETTY IMAGES (oreja); GK YVICKY HART, GETTY IMAGES (cabeza de león); CORTESÍA DE JUSTIN DOWNS, IEF R&D (cuadrícula con leones)



FÍSICA

## Fundamentos matemáticos de la guerra

La teoría cinética de los gases permite explicar la dinámica de ciertas maniobras bélicas

En 1939, Alemania atacó Polonia mediante una táctica militar que acabaría conociéndose como «guerra relámpago», o *Blitzkrieg*. La mortífera ofensiva consistía en descargar una oleada de ataques con gran potencia de fuego para sembrar la confusión en las líneas enemigas y penetrar en ellas de modo inesperado. Casi ochenta años después, un grupo de físicos rusos ha descubierto que tales agresiones se dejan describir mediante un modelo científico: la teoría cinética de los gases.

Los paralelismos resultan claros tras un poco de pensamiento creativo. Tanto a los ejércitos como a los gases se les puede asignar una densidad, ya sea de soldados por kilómetro cuadrado o de átomos por metro cúbico. Sus unidades básicas tienen también secciones eficaces medibles, las cuales definen su cobertura espacial: para los soldados, el alcance medio de las armas; para las moléculas del gas, el radio orbital típico de los electrones. Y, cuando las secciones eficaces se solapan, en ambos casos se produce una confrontación. Además, en el caso de una guerra relámpago, cabe considerar que el esparcimiento de los defensores guarda semejanzas con la disposición de las moléculas de un gas, muy separadas unas de otras.

Armados con esas analogías, Vladimir Aristov y Oleg Ilyin, de la Academia Rusa de las Ciencias, recopilaron datos históricos de las fuerzas alemanas y polacas durante la Segunda Guerra

Mundial (el número de soldados, tanques, aviones y artillería, así como la velocidad inicial de la invasión de los vehículos motorizados) y simularon su comportamiento a partir de un modelo basado en la teoría cinética de los gases. Según esta, las moléculas de un gas se mueven con rapidez de manera aleatoria y colisionan entre sí a menudo, aunque puede imponerse un cierto orden si se fuerza a que el gas fluya a través de un conducto o una boquilla. En el modelo de Aristov e Ilyin, el ejército alemán quedaba descrito por una corriente concentrada de moléculas que se introducía con rapidez en un conjunto de partículas dispersas. Estas últimas representaban el ejército polaco.

Según los cálculos del modelo, que tuvo en cuenta la disminución en la velocidad causada por las colisiones, los alemanes tendrían que haber avanzado al ritmo de 50 kilómetros al día: justo como ocurrió durante los siete días y los 350 kilómetros de su incursión hasta Varsovia. Los investigadores también analizaron las guerras relámpago que tuvieron lugar en Francia en 1940 y en Stalingrado en 1941. En ambos casos, las predicciones del modelo coincidieron con los registros históricos sobre el avance de los frentes. Sin embargo, la analogía se desmoronaba cuando el ataque sorpresa inicial concluía y las tropas agredidas comenzaban a defenderse con mayor eficacia. Los resultados del trabajo aparecieron publicados el pasado mes de abril en la revista *Physical Review E*.

Los intentos de explicar fenómenos sociohistóricos por medio de la física abundan desde hace décadas. Los acontecimientos como la expansión de la peste bubónica en el siglo XIV suelen modelizarse mediante procesos de difusión lenta, empleados para describir, por ejemplo, la deriva aleatoria de una gota de tinta en un vaso de agua. La teoría cinética se aplica mejor a procesos más veloces, como una invasión rápida. Ilyin sostiene que su modelo podría usarse para predecir el avance de los frentes en una guerra futura, siempre y cuando los ejércitos se atuviesen a las tácticas bélicas tradicionales. Algo improbable hoy, dada la disponibilidad de armas nucleares y de vehículos aéreos no tripulados.

—Tim Palucka

## AGENDA

### CONFERENCIAS

14 de julio

#### Teoría especial de la relatividad

Julio Güémez Ledesma, Universidad de Cantabria  
Ciclo «Breve historia de la física»  
Ateneo de Santander  
Santander  
[www.unican.es/campus-cultural/Agenda](http://www.unican.es/campus-cultural/Agenda)

24 de julio

#### La sublime utilidad de la ciencia inútil

Pedro Miguel Echenique, Universidad del País Vasco  
Conferencia divulgativa en el marco del Congreso Internacional sobre Colisiones Fotónicas, Electrónicas y Atómicas  
Palacio de Congresos El Greco  
Toledo  
[www.icpeac2015.com](http://www.icpeac2015.com)

### EXPOSICIONES

#### 2015: La odisea de la luz

Ciudad de las Ciencias y de la Industria  
París  
[www.odysseedelalumiere.fr](http://www.odysseedelalumiere.fr)



#### Arrecifes de coral. Las ciudades secretas del mar.

Museo de Historia Natural  
Londres  
[www.nhm.ac.uk](http://www.nhm.ac.uk)

### OTROS

Del 6 al 10 de julio – Curso

#### Células madre: De la investigación a la clínica

Universidad de Barcelona  
[www.ub.edu/juliols](http://www.ub.edu/juliols)

Del 6 al 8 de julio – Curso

#### Cambio climático y la economía global

Fundación Ramón Areces  
Madrid  
[www.fundacionareces.es](http://www.fundacionareces.es)

Del 29 de junio al 24 de julio – Campus para escolares

#### II Campus Cienci@ULL

Universidad de La Laguna  
Tenerife  
<http://ciencia.fg.ull.es>