

¿Te perdiste una edición previa?

IMPERIALISMOS

FIESTA

FAMILIAS

MAGIA

COMIDA

DESIERTO

PLANTAS

COREA

VIOLENCIA

MENOPAUSIA Y

ANDROPAUSIA

FUTBOL

POPULISMOS

ROBOTS

HONGOS

LA CALLE

EXTRACTIVISMO

ESCUELA

CENTROAMÉRICA

Stephen Hawking lo advirtió hace algunos años: entrar en contacto con vida extraterrestre inteligente podría resultar tan desastroso para los humanos como fue para los indígenas americanos la llegada de Cristóbal Colón.

LILIANA COLANZI

No deja de asombrar lo inverosímil de nuestro universo: del vacío a las complejas formas de existencia como la materia consciente, de procesos que ocurrieron en ínfimas fracciones de segundo al cosmos actual de 13800 millones de años.

VLADIMIR AVILA REESE

La búsqueda de vida extraterrestre sigue siendo rica en especulaciones y pobre en evidencias. Es cierto que hoy en día se conocen muchos sistemas planetarios extrasolares, pero eso no brinda certeza alguna.

ANTONIO LAZCANO ARAUJO

Desde la ciencia ficción se ha especulado que Júpiter podría transformarse en una estrella con solo añadirle un poco de masa, sin embargo, esto resultaría imposible, pues necesitaríamos ochenta Júpiteres para formar una estrella mínima.

LUIS FELIPE RODRÍGUEZ JORGE

Durante los eclipses de Sol en el mundo mexicana, las mujeres embarazadas se colgaban un pedernal para evitar que sus bebés nacieran con labio leporino y se practicaban sacrificios humanos de albinos. Los mayas y los mexicas se referían a los eclipses como el Sol roto y el Sol comido respectivamente.

JULIETA FIERRO

Esta primera aventura espacial tuvo un desenlace funesto porque Ícaro desobedeció a su padre y subió tan alto que el calor del Sol derretió la cera de sus alas, dejando la eterna duda de qué es peor: vivir sin libertad o morir buscándola.

JOSÉ FRANCO

EXTRA-TERRESTRE

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MÉXICO

NÚM. 900, NUEVA ÉPOCA

\$50 ISSN 0185 1330

EXTRA-TERRESTRE

¿Cómo surgió el universo? ¿Es posible la vida en otro planeta? ¿Qué es la antimateria? ¿En qué consiste el proyecto COLMENA? ¿Cómo nacen y mueren las estrellas?

Vladimir Avila Reese • Andrés Cota Hiriart • Elisa Díaz Castelo José Edelstein • Julieta Fierro • José Franco • Gabriela Frías Villegas Jesús Galindo Trejo • Santiago García • William H. Lee • Antonio Lazcano Araujo • Paige Madison Gustavo Medina-Tanco • Ana Montiel • Robin Myers • Javier Olivares • Philippe Ollé-Laprune Brenda Ríos • Luis Felipe Rodríguez Jorge • Adrián Román • Adalber Salas Hernández • Joel Sánchez Sebastián Sánchez • Isabel Zapata

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MÉXICO

ENTREVISTA
CON IRENE SOLÀ

VALERIA
VILLALOBOS-GUÍZAR

EL COSMONAUTA

ÁNGEL ARANGO

ADIÓS A
JULIAN BARNES

CHRISTOPHER
DOMÍNGUEZ MICHAEL

CONTACTO

LILIANA COLANZI

¡Te la enviamos!

suscripciones@revistadelauniversidad.mx



Visita nuestra plataforma digital:

www.revistadelauniversidad.mx



culturaUNAM





EXTRA-TERRESTRE

NÚM. 900, NUEVA ÉPOCA
\$50 ISSN 0185 1330



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MÉXICO



UNAM
La Universidad
de la Nación

RECTOR

Dr. Enrique Graue Wiechers

COORDINADORA DE DIFUSIÓN CULTURAL

Dra. Rosa Beltrán

CONSEJO ASESOR UNIVERSITARIO

Lic. Anel Pérez

Dr. William H. Lee Alardín

Dra. Mary Frances Teresa Rodríguez

Mtra. Socorro Venegas

Dra. Guadalupe Valencia García

CONSEJO EDITORIAL

Miguel Alcubierre

Magali Arriola

Nadia Baram

Roger Bartra

Jorge Comensal

Abraham Cruzvillegas

José Luis Díaz

Julietta Fierro

Luzelena Gutiérrez de Velasco

Hernán Lara Zavala

Regina Lira

Pura López Colomé

Frida López Rodríguez

Malena Mijares

Carlos Mondragón

Emiliano Monge

Paola Morán

Mariana Ozuna

Herminia Pasantes

Vicente Quirarte

Jesús Ramírez-Bermúdez

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Andrea Bajani

Martín Caparrós

Alejandra Costamagna

Philippe Descola

David Dumoulin

Santiago Gamboa

Jorge Herralde

Fernando Iwasaki

Edmundo Paz Soldán

Juliette Ponce

Philippe Roger

Iván Thays

Eloy Urroz

Enrique Vila-Matas

NÚM. 900, NUEVA ÉPOCA
SEPTIEMBRE DE 2023

DIRECTORA

Dra. Guadalupe Nettel

COORDINADORA EDITORIAL

Mariana Ortiz

COORDINADORA DE REVISTA DIGITAL Y MEDIOS

Yael Weiss

JEFE DE REDACCIÓN

Dario Alemán

CUIDADO EDITORIAL

Katia Rivera Corona

EDITOR DE ARTE

Papús von Saenger

DISEÑO Y COMPOSICIÓN TIPOGRÁFICA

Rafael Olvera Albavera

DERECHOS DE AUTOR

Blanca Estela Díaz

INVESTIGACIÓN Y ARCHIVOS

Verónica González Laporte

DISTRIBUCIÓN

América Sánchez

COMUNICACIÓN Y RELACIONES PÚBLICAS

Abril Peña

VINCULACIÓN Y PROYECTOS PARA JÓVENES

Yvonne Dávalos

EDICIÓN WEB Y DISEÑO DIGITAL

Andrés Villalobos

ASISTENCIA EDITORIAL

Elizabeth Zúñiga Sandoval

FOTOGRAFÍA

Javier Narváez

DISEÑO DE LA NUEVA ÉPOCA

Roxana Deneb y Diego Álvarez

SERVIDORES, BASES DE DATOS Y WEB

Fabian Jendle



IMAGEN DE PORTADA: ©CÉSAR CANTÚ. CORTESÍA DEL ARTISTA
Viñetas del número por Kitzia Sámano Valencia

Consulta nuestro Aviso de privacidad en: <https://www.revistadelauniversidad.mx/privacy>

Teléfonos: 5550 5792 y 5550 5794

Suscripciones: 5550 5801 ext. 216

Correo electrónico: editorial@revistadelauniversidad.mx

www.revistadelauniversidad.mx

Río Magdalena 100, La Otra Banda, Álvaro Obregón, 01090, Ciudad de México

La responsabilidad de los artículos publicados en la *Revista de la Universidad de México* recae, de manera exclusiva, en sus autores, y su contenido no refleja necesariamente el criterio de la institución; no se devolverán originales no solicitados ni se entablará correspondencia al respecto.

Certificado de licitud de título y certificado de licitud de contenido en trámite. *Revista de la Universidad de México* es nombre registrado en la Dirección General de Derechos de Autor con el número de reserva 04-2017-122017295600-102.

LA DISPUTA DEL NORTE

SERIE DE ESTRENO

Martes | 19:30 h

Retransmisión
Sábados | 18:00 H



tv.unam

tv.unam.mx



IZZI • CANAL 20 | TELEVISIÓN ABIERTA • CANAL 20.1 | DISH • SKY • MEGACABLE • CANAL 120



Pocas cosas como el universo.

AUGUSTO MONTERROSO

*Somos polvo de estrellas que piensa
acerca de las estrellas. Somos
el medio para que el cosmos se
conozca a sí mismo.*

CARL SAGAN

*Nacerán y volverán a morir y otra vez
nacerán. Y nunca dejarán de nacer,
porque la muerte es mentira.*

EDUARDO GALEANO

ÍNDICE

4 EDITORIAL

Guadalupe Nettel

DOSSIER

6 EL ANHELO DEL COSMOS Y SU CONCIERTO DE FANTASÍAS

José Franco

12 EL UNIVERSO: ENTRE LO INVEROSÍMIL Y LO ASOMBROSO

Vladimir Avila Reese

19 POEMA DE AMOR PARA CARL SAGAN

Robin Myers

22 VIDA EXTRATERRESTRE: MUCHO RUIDO Y POCAS NUECES

Antonio Lazcano Araujo

31 EL COSMONAUTA

Ángel Arango

35 MISIÓN LUNAR COLMENA

Gustavo Medina-Tanco

42 DOS POEMAS SOBRE LAIKA

*Elisa Díaz Castelo y Adalber Salas
Hernández*

47 ECLIPSES EN MÉXICO 2023 Y 2024

Julieta Fierro

52 LA IMPORTANCIA DE LAS GALAXIAS PARA EXPLORAR EL UNIVERSO

Sebastián Sánchez

57 LA GUERRA DE LOS MUNDOS

Javier Olivares y Santiago García

67 LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Luis Felipe Rodríguez Jorge

75 CONTACTO

Liliana Colanzi

81 ANTIMATERIA A CARA O CRUZ

José Edelstein

88 LA MUERTE DE LAS ESTRELLAS, LAS ONDAS GRAVITACIONALES Y LA MÁSCARA DE TUTANKAMÓN

William H. Lee

94 LA ASTRONOMÍA EN LA CULTURA PREHISPÁNICA MESOAMERICANA

Jesús Galindo Trejo

101 DEL HUBBLE AL JAMES WEBB: LA REVOLUCIÓN DE LOS TELESCOPIOS ESPACIALES

Joel Sánchez

ARTE

108 EL UNIVERSO DE ANA MONTIEL

Papús von Saenger

PANÓPTICO

EL OFICIO

118 “TODAS LAS HISTORIAS TIENEN UNA VOZ”

ENTREVISTA CON IRENE SOLÀ
Valeria Villalobos-Guizar

EN CAMINO

123 LOS GUARDIANES DE LA NOCHE: HAITIANOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Adrián Román

ALAMBIQUE

127 LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL HOMO FLORESIENSIS Y EL MITO DE LA EBU GOGO

Paige Madison

ÁGORA

131 LAS REBELIONES DE NUESTRA ÉPOCA

Philippe Ollé-Laprune

PERSONAJES SECUNDARIOS

135 EL ROMANTICISMO MATEMÁTICO DE ÉVARISTE GALOIS

Gabriela Frías Villegas

OTROS MUNDOS

139 AUGE Y CAÍDA DE LAS DOLLS DRINKS

Mariana Ortiz

CRÍTICA

144 LA CAZADORA DE OSOS

KAROLINA RAMQVIST
Isabel Zapata

147 ELIZABETH FINCH

JULIAN BARNES
Christopher Domínguez Michael

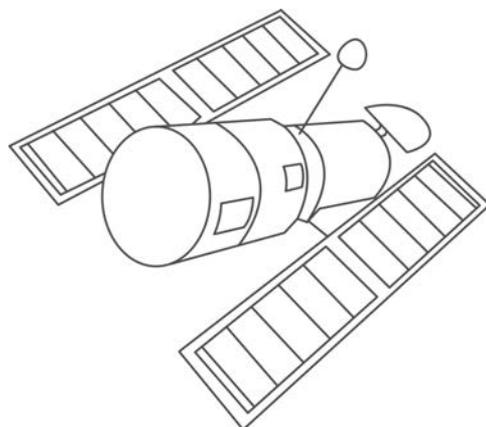
151 DOMINIO

CLAUDINA DOMINGO
Brenda Ríos

155 ESTE VACÍO QUE HIERVE

JORGE COMENSAL
Andrés Cota Hiriart

160 NUESTROS AUTORES





EDITORIAL

Fuera de la ciudad, ya sea en el desierto, en algún bosque o cerca del mar, cuando levantamos la cara y vemos la multitud de estrellas que iluminan la bóveda celeste, surgen las preguntas que ya nos hacíamos en la infancia sobre lo que hay alrededor de nosotros y nuestro papel en el cosmos.

Hace cientos de años, algunas mentes brillantes demostraron que la Tierra no era el centro del universo y que, contrariamente a lo que se pensaba, el Sol —dorado protagonista de los mitos fundacionales de muchas culturas— no gira alrededor de ella. Esta certeza trajo consigo un cambio de paradigma que arremetía contra los textos religiosos de Occidente, cuestionaba el poder de la Iglesia e inauguraba la era moderna. Para decirlo en pocas palabras, la astronomía, por lejana y abstracta que pueda parecernos, es capaz de revolucionar por completo las mentalidades. Si se supiera que un meteorito terminará con nuestro planeta en tres semanas, o que existen pueblos más avanzados en otros puntos de la galaxia, ¿cómo veríamos nuestra existencia?, ¿cambiaría nuestra idea de éxito y de fracaso?, ¿cuáles de nuestras prioridades seguirían vigentes?

Pocas cosas resultan tan poéticas y fascinantes como las relacionadas con los astros, pero las constelaciones, los eclipses, las lluvias de estrellas, las órbitas de los planetas y los hoyos negros resultan imposibles de entender cabalmente si no se tienen los conocimientos necesarios. Para que la mayoría de nosotros pueda acceder o al menos vislumbrar



Fotografía de Gary Scott, Yosemite Valley, 2019. Unsplash ©

lo que sucede fuera de nuestro planeta, se necesita una labor de comunicación de la ciencia. La astronomía es quizás la disciplina en la que confluyen con mayor claridad la filosofía y la investigación científica. El espacio exterior nos permite tanto comprobar las leyes de la física —pues es ahí donde se confirman y se niegan muchas especulaciones teóricas— como escenificar nuestras proyecciones de futuro, ya sean apocalípticas o esperanzadoras, realistas o delirantes.

En este número, los más prestigiosos astrónomos de nuestra universidad, como Julieta Fierro, Luis Felipe Rodríguez Jorge, José Franco, William H. Lee, por mencionar algunos, te hablarán de esa Gran Explosión que originó todo lo que se conoce y lo que solo se intuye, de la proporción entre materia y antimateria, de la astronomía en tiempos de nuestros ancestros, de los avances en la conquista de la Luna, de los eclipses que se producirán este año y el siguiente. También encontrarás aquí un ensayo de la escritora boliviana Liliana Colanzi sobre el avistamiento de ovnis y un extravagante cuento de ciencia ficción del narrador cubano Ángel Arango.

¿Estamos solos en el universo? Es una pregunta que aparece sin cesar entre las líneas de estos artículos. Seguramente tú también te la has formulado. Esperamos que este número te aporte algunas respuestas y a la vez despierte y expanda tu curiosidad.

Guadalupe Nettel



EL ANHELO DEL COSMOS Y SU CONCIERTO DE FANTASÍAS

José Franco

LOS PRIMEROS PASOS

La fascinación por viajar hacia el espacio ha sido nuestra fiel compañera a lo largo de la historia y existe una extensa literatura que da cuenta de nuestras fantasías al respecto. Por supuesto, también existe una cadena de avances científicos y tecnológicos que han permitido hacer realidad algunos de estos deseos. Los más extraordinarios son, sin duda, haber pisado la Luna, tener una Estación Espacial Internacional y contar con excepcionales telescopios en el espacio. Para hacer un resumen adecuado de nuestra relación con el cosmos es necesario separar la ficción de la realidad, así que me limitaré a presentar algunas de las fantasías literarias que aparecieron antes del siglo XX.

Todas las cosmogonías del mundo, desde Mesopotamia hasta las Américas, nos describen seres sobrenaturales que habitaban los cielos y controlaban las fuerzas del universo; divinidades todopoderosas capaces de crear mundos y transformarlos para el florecimiento de la vida y de los humanos. Y aunque las vías aéreas eran de uso exclusivo de dioses y aves, en la mitología griega hay un par de mortales que se colaron al selecto club de las criaturas voladoras. El ingenioso Dédalo y su hijo Ícaro escaparon de su prisión en el laberinto de Creta volando con unas alas hechas de plumas pegadas con cera. Como sabemos, esta primera aventura espacial tuvo un desenlace funesto porque Ícaro desobedeció a su padre y subió tan alto que el calor del Sol derritió la cera de sus alas, dejando la eterna duda de qué es peor: vivir sin libertad o morir buscándola.

Los siguientes aventureros, cuyos viajes fueron reseñados en dos obras de Luciano de Samósata, no tuvieron que enfrentarse a esa disyuntiva. Contemporáneo de Claudio Ptolomeo, Samósata fue un escritor sirio del siglo II d. C., precursor de la ciencia ficción e implacable crítico de las *fake news* que difundían los historiadores de la época. En su libro *Historia Verdadera* (o *Relatos Verídicos*) se burla de ellos a través de las peripecias de un grupo de marinos que viajaban por los confines de los mares cuando su barco, arrastrado por una tormenta, fue a dar hasta la Luna. Ahí conocieron a los selenitas y a su rey, que estaban en guerra contra los habitantes del Sol. Terminado el conflicto, partieron hacia Venus y el Zodiaco, para finalmente regresar a la Tierra. En su otra obra espacial, llamada *Icaromenipo*, el autor nos regala una fantasía cuyo protagonista es el filósofo griego Menipo de Gadara, quien decide volar al Olimpo para dialogar con Zeus. Concedor del error de Ícaro, en vez de plumas y cera usó un ala de águila y otra de buitre, y con ellas realizó una travesía interplanetaria que incluyó la Luna y la morada de los dioses.

LA MULTIPLICIDAD DE LOS MUNDOS

Después de una larga pausa, quizá forzada por las vedas eclesiásticas durante el oscurantismo europeo, las crónicas espaciales reaparecieron en los inicios del Renacimiento. En el libro *Orlando Furioso* (1516), Ludovico Ariosto nos narra un peculiar viaje a la Luna, que, como sabemos, es el lugar a donde van a parar todas las cosas que se pierden en la Tierra. El motivo del viaje es una acción solidaria y caritativa del Duque Astolfo, quien estaba preocupado por los trastornos de Orlando. Este, enloquecido por el amor a Angélica, vivía en un total descontrol y destruía lo que encontraba a su paso.



Jacob Peeter Gowy, *La caída de Ícaro*, 1636-1638.
©Museo del Prado

Astolfo acompañó a Juan Bautista en el carruaje del profeta Elías a la Luna, donde pudo encontrar y traer de regreso a la Tierra la cordura perdida de Orlando. Recuperada la sensatez, se desvanecieron los estragos causados por las toxinas del amor.

Unas décadas después, en 1543, se publicó póstumamente la teoría heliocéntrica de Nicolás Copérnico, que mostraba que la Tierra era similar al resto de los planetas. Tiempo más tarde, Giordano Bruno, quemado en la hoguera por la Inquisición en 1600, sostuvo que el universo era infinito y las estrellas comparables al Sol, con sus propios mundos girando alrededor. Ambos moldearon el pensamiento renacentista y cambiaron la visión que se tenía de nuestro lugar en el cosmos. Así que, una vez Ariosto reabrió el camino, y a pesar de la ominosa sombra de la Inquisición, aparecieron varios libros en los que se mezclaban las ilusiones de viajar a la Luna con la moral, la utopía y los planteamientos de Copérnico y Bruno.



Ethel Rich y Hugh Barclay Rich, *Despegue del Montgolfier*, 1936. ©National Air and Space Museum.

En *El Sueño* (1532) el clérigo español Juan Maldonado relata que se quedó dormido mientras observaba el cometa Halley y soñó que viajaba a la Luna llevado por la difunta María de Rojas. Ahí admiraron la fertilidad del suelo lunar y la perfección de la sociedad que lo habitaba. Al regresar a la Tierra, María le mostró que en África también existe una sociedad feliz y perfecta. En un libro de título y trama similares, aunque publicado con el conocimiento astronómico de la época, Johannes Kepler nos lleva a un viaje esotérico. En *El sueño o Astronomía de la Luna* (1634) este famoso astrónomo alemán cuenta que se quedó dormido mientras leía la historia de la hechicera Libussa. En el sueño leía un libro sobre el joven astrónomo Duracotus, cuya madre convocó a unos espíritus que los llevaron a la Luna. El satélite estaba habitado y dividido en dos: Privolva, la cara oculta, y Subvolva, la

cara que vemos, y desde la que se puede admirar la Tierra.

Poco después, en 1638, y también de manera póstuma, se publicó *El hombre en la Luna* del obispo Francis Godwin, el primer libro de viajes espaciales escrito en inglés. Su protagonista, Domingo Gonsales, un prófugo de la justicia española, en un aparato volador tirado por gansos amaestrados huye a otros países y llega hasta la Luna. El impacto de esta obra fue inmediato y animó al clérigo y secretario de la Royal Society inglesa, John Wilkins, a publicar su libro *El descubrimiento de un mundo en la Luna* en 1640. Inspirado por los textos de Godwin y Kepler, las ideas de Giordano Bruno y los descubrimientos de Galileo, Wilkins plantea que los planetas y sus lunas son mundos que pueden estar habitados, y propone construir carros voladores para colonizar la Luna. La popularidad de estas visiones fue en aumento, y en 1657 y 1662 aparecieron póstumamente los dos tomos de *Viaje a la Luna* de Cyrano de Bergerac. El autor describe sus diseños para volar hacia la Luna con el empuje de la evaporación del rocío o con el uso de cohetes de pólvora, treinta años antes de que Isaac Newton publicara sus leyes de la dinámica, convirtiéndose sin saberlo en el pionero de la propulsión a reacción.

La posible existencia de mundos habitados se extendió gracias a varios escritos. Uno de los más exitosos fue el libro de divulgación *Conversaciones acerca de la pluralidad de los mundos*, publicado en 1686 por Bernard le Bovier de Fontenelle. Un poco antes, en 1666, apareció la primera obra feminista sobre el tema, *El mundo en llamas* de Margaret Cavendish, Duquesa de Newcastle. La trama no menciona viajes al espacio, pero da cuenta de un mundo fantástico conectado de alguna forma con

Los globos aerostáticos hicieron de la ilusión de flotar por los aires una realidad palpable.

el nuestro. La historia relata las aventuras de una joven raptada en un barco por un mercader enamorado y los marinos que este contrató. Una tormenta los empujó hacia los mares helados del norte, donde los raptos murieron de frío. Arrastrada a la deriva por las corrientes, la protagonista arribó a otro mundo, cuyo único acceso es el Polo Norte. Ese sitio estaba poblado por una sociedad de animales que la convirtieron en su emperatriz y jefa militar. Una vez investida, dirigió exitosamente una batalla contra su mundo anterior y restauró la armonía. El libro sirvió como inspiración para la película del mismo nombre dirigida por Carlson Young en 2021, aunque el guión es muy distinto a la trama de Cavendish.

LAS NAVES ESPACIALES

En Lisboa, en 1709, el sacerdote portugués Bartolomeu Lourenço de Gusmão demostró, basándose en el principio de Arquímedes, que un globo puede ascender con aire caliente y obtuvo la patente del invento. Desde entonces, los globos aerostáticos hicieron de la ilusión de flotar por los aires una realidad palpable. No fue sino hasta 1783 cuando el francés Jean-François Pilâtre de Rozier se convirtió en el primer ser humano que viajó en uno. Dos años después, Pilâtre de Rozier intentó cruzar el Canal de la Mancha en compañía de su amigo Pierre Romain, pero se estrellaron y murieron, por lo que son considerados las primeras víctimas de un accidente aéreo. Esto no hizo más que alimentar las fantasías de viajar en naves y artefactos dentro y fuera de la atmósfera terrestre.

Las historias de expediciones espaciales y encuentros con extraterrestres proliferaron en la Europa de los siglos XVIII y XIX, sobre todo en Francia. En 1705, Daniel Defoe, el fa-

moso autor de *Robinson Crusoe* (1719), publicó *El Consolidador*, una fantasía sobre las relaciones con los habitantes de la Luna, los *Lunarians*, quienes han visitado la Tierra durante siglos y compartido sus inventos con las culturas chinas. El Consolidador es una nave espacial con plumas impulsada por un motor, inventada gracias a la colaboración entre China y la Luna. Esta primera mención de una nave espacial fue seguida por la descripción de otra muy diferente. En el cuento de 1728, *Un viaje a la Luna*, de Murtagh McDermot, nuestro satélite estaba habitado y, al igual que en la historia de Samósata, el héroe llegó a la Luna arrastrado por un torbellino. Ahí los selenitas lo ayudaron a construir una nave con una serie de barriles contenidos unos dentro de otros, como en una matrioshka, y posteriormente la enviaron a la Tierra utilizando un cañón. Para resistir la explosión, la base de la nave fue reforzada con hierro. Este es el primer relato donde se usa un cañón para viajar al espacio; el siguiente aparece más de un siglo después, en la famosa saga de Julio Verne, *De la Tierra a la Luna*.

Por su parte, el astrónomo alemán Eberhard Christian Kindermann sugirió en 1744 haber descubierto una luna en Marte y lo publicó en su cuento *Viaje rápido en dirigible al mundo superior*. El supuesto hallazgo nunca fue confirmado, pero el tema reapareció en 1752 en el libro *Micromegas* de Voltaire, donde el protagonista es un joven gigante nacido en un planeta de la estrella Sirio. Micromegas viaja de planeta en planeta usando rayos de luz o cometas como medios de transporte. En su visita a nuestro sistema solar conoce primero los planetas gigantes; en Saturno se hace amigo

de un sabio y juntos visitan los planetas pequeños, donde notan que Marte tiene dos lunas y aseguran que estas aún no han sido descubiertas. Así que Kindermann y Voltaire nos dieron un dato sorprendente que se adelantó más de un siglo al descubrimiento, en 1877, de las dos pequeñas lunas de Marte, Fobos y Deimos, por el astrónomo Asaph Hall.

En 1765 se publicó *Los viajes del caballero Ceton a los siete planetas* de Marie-Anne de Roumier-Robert. La historia cuenta las aventuras interplanetarias de Ceton y su hermana Monime, que guiados por el genio Zachiel visitan y conocen a los habitantes de la Luna, del Sol y varios planetas. Estos últimos tienen atributos que corresponden a clichés: los marcianos son belicosos y los venusinos amorosos, aunque en el caso de los habitantes del Sol hay igualdad entre hombres y mujeres. En 1785 apareció el libro *Las sorprendentes aventuras del Barón de Münchhausen* de Rudolf Erich Raspe, un divertido cuento sobre las extravagantes vivencias de un noble alemán que, además de volar en balas de cañón, desafiar a los dioses y ganar batallas, visitó la Luna y entabló amistad con sus habitantes. El héroe está basado en un personaje real, un militar que fue conocido por las exageraciones con las que contaba su vida. El relato se volvió muy popular en el siglo XX gracias a que Georges Méliès y Terry Gilliam lo llevaron a la gran pantalla.

Camille Flammarion publicó en 1862 su obra *La pluralidad de los mundos habitados* e inmediatamente después aparecieron nuevos viajes hechos por medio de violentos cañonazos (sin considerar que los pobres viajeros terminarían convertidos en puré). El más conocido se encuentra en el antes mencionado *De la Tierra a la Luna*, escrito por Jules Verne y

publicado en 1865. Al igual que el resto de las obras de Verne, este libro y su secuela, *Alrededor de la Luna* (1870), aparecieron en la transición de la primera a la segunda Revolución Industrial y estimularon aún más la imaginación de una sociedad que experimentaba cambios tecnológicos profundos. Esto fue evidente en las obras de otros autores, como en el libro *Los desterrados de la Tierra*, publicado en 1887 por el escritor Paschal Grousset. La novela inicia con la descripción de una empresa que desea hacer minería en la Luna, pero dada su lejanía, decide atraerla convirtiendo la cima de una montaña rica en hierro en un electroimán gigante. Como resultado, la cima es violentamente arrancada en el proceso y atraída hacia la Luna con todo y los héroes, quienes después de un tiempo consiguen regresar a la Tierra. Dos años más tarde, Georges Le Faure y Henry de Graffigny publicaron *Las extraordinarias aventuras de un científico ruso por el sistema solar*. El personaje principal, un astrónomo ruso llamado Mikhail Ossipoff, desarrolla un potente explosivo para usarlo en un cañón gigante con el que se pueda lanzar una nave al espacio. Su enemigo, el académico Fédor Sharp, se lo roba, hace que manden a Ossipoff a Siberia y toma el control del proyecto. Sin embargo, la hija del astrónomo, en compañía de su novio y otro científico, lo rescatan y usan un volcán para detonar el explosivo y lanzar su nave, con la que viajan a la Luna y se vuelven amigos de los selenitas. Ahí usan una nave con propulsión a reacción para ir a Venus, Mercurio y el resto de los planetas.

NUEVAS PERSPECTIVAS, SUEÑOS RENOVADOS

El siglo XX inició con tecnologías que transformaron las relaciones y costumbres de las



Georges Méliès, *Viaje a la luna*, 1902 ©

sociedades; se extendió el uso de la electricidad y el teléfono, se popularizaron el cine y la fotografía, aparecieron los automóviles y el desplazamiento aéreo tuvo un fuerte impulso con el advenimiento de los aviones de hélice. En esta época de gran efervescencia también se establecieron las bases para los vuelos espaciales, e incluso se realizaron los primeros lanzamientos de cohetes. Por supuesto, todo esto provocó más desarrollo, y conforme avanzó el siglo, los avances en ciencias y tecnologías entraron en una espiral de crecimiento asombroso —en particular después de las dos Guerras Mundiales que mostraron las ventajas estratégicas del conocimiento—. Ni qué decir del siglo XXI, en donde se dinamizan las relaciones entre las disciplinas y los adelantos se obtienen aún más rápido.

Los resultados de esta evolución han modificado todos los ámbitos de nuestra vida, despertando nuevos sueños y generando una explosión de literatura fantástica que se ha convertido en una criatura de mil cabezas.

Temas, deseos y estímulos sobran, lo que falta es tiempo para conocerlos, digerirlos y ponerlos en perspectiva.

Tenemos computadoras rapidísimas conectadas en una red global, con programas que aprenden y responden de inmediato cualquier pregunta. Hay robots autónomos entre nosotros y en el espacio. Unos satélites conectan las telecomunicaciones, otros vigilan la Tierra y la actividad solar, y otros más visitan planetas, lunas, asteroides y cometas. Se han descifrado genomas de microorganismos, animales y plantas; la biología sintética usa herramientas moleculares para diseñar órganos e incluso vida. Los observatorios terrestres y espaciales nos han abierto la ventana para ver, como si fueran nuestros vecinos, a los agujeros negros y los inicios del mismísimo universo.

En fin, la lista es larga y la realidad se ha vuelto casi indistinguible de la ciencia ficción. Así que cerramos esta conversación asegurándoles que esto es solo el inicio. **U**



EL UNIVERSO: ENTRE LO INVEROSÍMIL Y LO ASOMBROSO

Vladimir Avila Reese

Si alguna vez se preguntó cuál es el vestigio más antiguo que se puede observar del cosmos, la respuesta está en la Radiación Cósmica de Fondo en Microondas (RCFM), un tipo de radiación electromagnética fría que baña uniformemente el universo y que, según sabemos, proviene de una época muy temprana, cuando aún no había estrellas ni galaxias. Esta radiación corresponde al momento en que se formaron los átomos de hidrógeno. A continuación hablaré sobre su origen y sobre cómo su descubrimiento confirmó la Teoría del Big Bang o Gran Explosión, y explicaré el surgimiento de la estructura de gran escala del universo —incluyendo las galaxias— a partir de las tenues fluctuaciones que se observan en la distribución espacial de esta RCFM. Además, veremos por qué para lograr esta explicación, se predice la existencia de la materia y energía oscuras que, aunque invisibles, constituyen más del 95 por ciento del universo actual. Quizá pueda parecer metafísica o ciencia ficción lo que describiré, pero así es la ciencia: va más allá de nuestra percepción cotidiana y suele parecer inverosímil, aunque se fundamenta en teorías racionales y objetivas, sustentadas en la observación y experimentación. La ciencia hace predicciones que pueden ser demostradas una y otra vez. La cosmología no es la excepción.

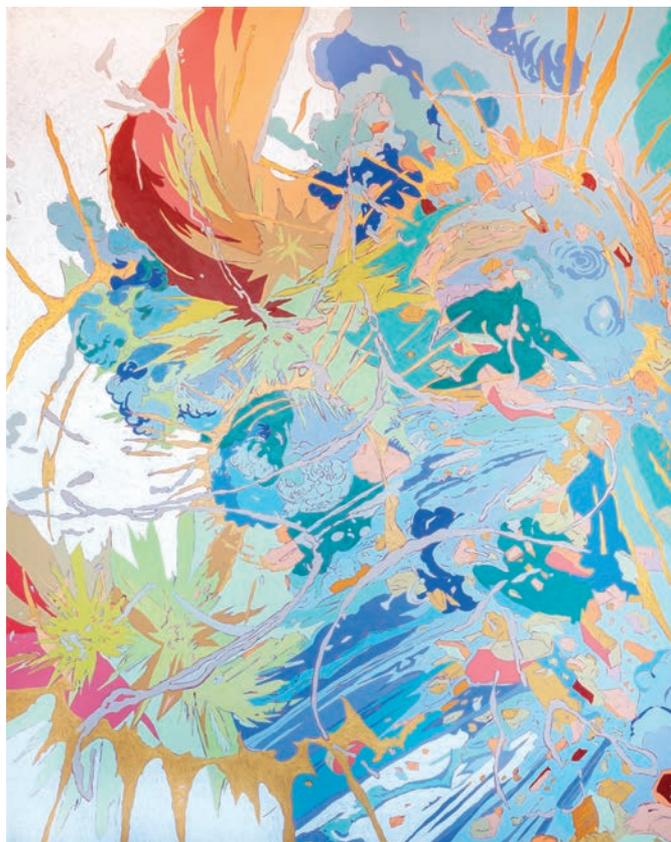
LA HUELLA GENÉTICA DEL UNIVERSO IMPRESA EN LA RCFM

La RCFM proviene del fin de la época del llamado “universo caliente”, unos 380 mil años después del “inicio”; la edad del universo actual es de alrededor de 13800 millones de años, tres veces la del Sol. Por lo tanto, la RCFM

proviene del universo naciente. Si la edad del universo fuese la de una persona de 50 años, la RCFM se habría producido a la hora y 10 minutos de nacida. ¿Pero qué es la RCFM?

Las observaciones muestran que el universo se estuvo expandiendo desde su "inicio". En el pasado, la materia y la radiación electromagnética tenían mayor concentración por unidad de volumen. En épocas muy previas al primer segundo, eran tales la densidad y energía, que ni las partículas más elementales podían existir libres, pues todas interactuaban entre ellas y con la radiación caliente, alcanzando la misma distribución de temperatura: estaban en equilibrio térmico. De hecho, en esas épocas existía la antimateria a la par que la materia. Toda partícula elemental tenía su antipartícula. Cuando un par partícula-antipartícula se encuentra, se aniquila en radiación muy caliente (rayos gamma) que, sin embargo, tiene la energía para volver a crear la pareja partícula-antipartícula. En esas épocas remotas, el universo era una "sopa" caliente (de cientos de miles de millones de grados) compuesta por partículas, antipartículas y radiación que interactuaban unas con otras. Al expandirse, la radiación se enfría y llega un momento en que ya no tiene la energía para crear el par partícula-antipartícula. De haber existido el mismo número de partículas y antipartículas, todas se habrían aniquilado en radiación electromagnética. Habría sido un universo muy aburrido. Pero, por alguna razón, hubo una asimetría increíblemente diminuta: de entre aproximadamente cada mil millones de pares, una partícula no tuvo su antipartícula. De esas partículas de materia (protones, neutrones, electrones, etcétera) está constituido el universo material actual, mientras que la antimateria prácticamente no existe.

Después de las eras de aniquilación, la radiación de fondo tiene todavía energía para interactuar con el plasma de electrones, calentarlo y no dejar que esos electrones sean capturados por los protones o núcleos de helio (2 protones más 2 neutrones) para formar átomos de hidrógeno y helio, los elementos químicos más sencillos y abundantes del cosmos. Cabe mencionar que las fracciones de protones y núcleos de helio quedaron fijas alrededor de los primeros cinco minutos de la edad del universo. Y no es sino hasta los 380 mil años que la temperatura promedio de la radiación cae por debajo de los 3000 grados Kelvin, a la cual, aho-

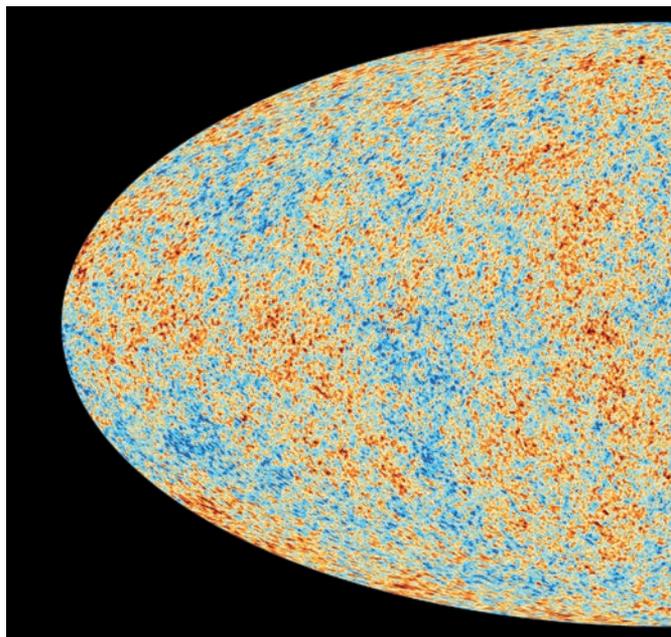


Fernanda Brunet, *Shwaar-Swap!*, 2020.
Cortesía de la Galería Saenger

ra sí, pueden formarse los átomos de hidrógeno (los de helio se formaron un poco antes). La radiación electromagnética de fondo deja de interactuar con la materia; es decir, se *desacopla*, y a partir de ese momento se propaga libremente, enfriándose en proporción a la tasa de expansión. Esta expansión ha sido, desde entonces, de 1100 veces; a la par, la temperatura bajó de esos miles de grados Kelvin a solo 2.73 en el pico de su distribución, lo que equivale a una longitud de onda de unos 0.2 cm en las microondas. Esa es la RCFM: contiene valiosa información del estado del universo temprano y en ella está impreso el código genético de las principales características del universo y de la compleja estructura que llegará a desarrollar.

La RCFM fue predicha en los años cuarenta del siglo pasado por el físico George Gamow como parte lógica del modelo de un universo en expansión, combinando cosmología y física nuclear; macro y micromundo. En 1965, dos radioastrónomos que estudiaban las propiedades de la ionósfera con fines de radiocomunicación —Arno Allan Penzias y Robert Wilson—, descubrieron casualmente la RCFM, misma que proviene de manera uniforme de todo el cielo. En 1978 recibieron el Premio Nobel en Física por este descubrimiento.

En los años noventa, con un satélite diseñado para estudiar las propiedades y distribución espacial de la RCFM —llamado Explorador del Fondo Cósmico, o COBE (por sus siglas en inglés)— se detectaron variaciones espaciales en la temperatura de cienmilésimas a diezmilésimas de grados Kelvin. Estas ínfimas fluctuaciones en el cielo, en la época en que se originó la RCFM, estaban asociadas a diferencias igual de ínfimas en la densidad de la materia con la que estaba acoplada la radiación electromag-

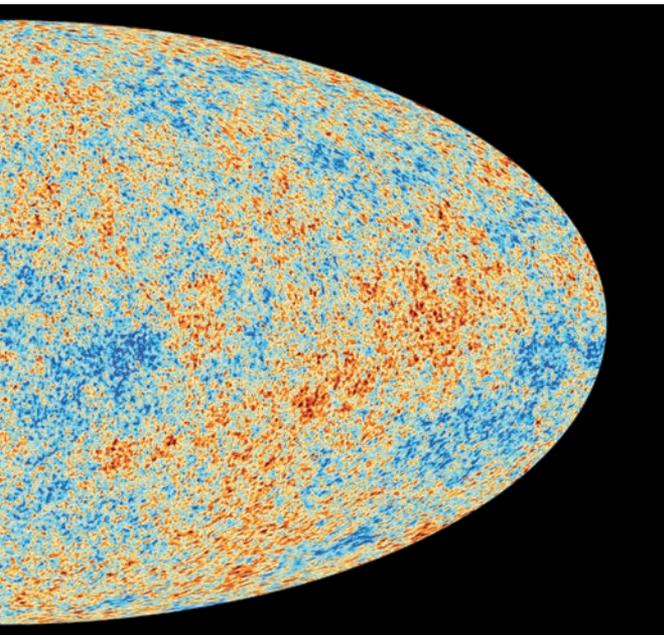


Mapa de temperatura en el cielo de la remota RCFM observada por la misión Planck. Se aprecia que ya hay fluctuaciones, aunque son extremadamente débiles, de entre cienmilésimas y diezmilésimas de grado Kelvin.

nética. En otras palabras, la distribución espacial de la materia en esos tiempos, aunque uniforme, ya presentaba tenues inhomogeneidades. Como veremos luego, de ellas se forman las estructuras cósmicas, en particular las galaxias. Los líderes del satélite COBE recibieron el Premio Nobel en Física en 2006. En 2019, el astrofísico James Peebles recibió también el Premio Nobel por su contribución al entendimiento de las fluctuaciones de la RCFM y a la comprensión de cómo emergió desde ellas la red cósmica de gran escala del universo, incluyendo a las galaxias. Antes de continuar el relato sobre el origen de las inhomogeneidades de la RCFM y de cómo de ellas emergieron las estructuras cósmicas, veamos la esencia de lo que es la teoría del Big Bang.

LA MAL LLAMADA TEORÍA DEL BIG BANG

En 1917, Albert Einstein tuvo el atrevimiento de plantear que el universo —materia que



De aquí emergen luego las galaxias y la compleja estructura de gran escala del universo, 2013. Fotografía colaboración de ESA/Planck ©

era en esos tiempos solo de la religión o la filosofía— es un sistema físico y como tal era susceptible de ser estudiado con el método científico. Einstein estaba armado de una herramienta genial para esta tarea: su teoría de la relatividad general, postulada en 1915, según la cual la gravedad no es una fuerza, sino la manifestación de la curvatura que sufre el espacio-tiempo por la concentración de la materia y energía. Einstein aplicó su revolucionaria teoría al universo como un todo, donde la gravedad es el ingrediente clave para entender su dinámica. Su único postulado plantea que no hay puntos privilegiados en el universo; es decir, que la geometría del espacio y las propiedades de la materia en promedio son las mismas en cualquier dirección. A esto se le conoce como el “principio cosmológico”. El resultado fue inesperado: el modelo de universo no era estacionario, algo que contradecía las observaciones astronómicas de ese tiempo. Por eso Einstein introdujo en sus ecuaciones

de campo un término llamado la “constante cosmológica”, que supuestamente compensa la atracción gravitacional para mantener al universo “inamovible”.

En 1922, el matemático Alexander Friedmann resolvió las ecuaciones de Einstein sin introducir la constante cosmológica y encontró que, de acuerdo a la cantidad de materia que tiene el universo y el tipo de geometría del espacio, este puede estar en expansión o contracción. Pocos años más tarde, en 1924, el astrónomo Edwin Hubble descubrió las galaxias, las usó como puntos de referencia del movimiento global del universo y demostró que todas se alejan unas de otras; esto es, ¡el universo está en expansión! A una conclusión similar llegó el cosmólogo y sacerdote Georges Lemaître, quien hacia 1931 esbozó los principios de un modelo cosmológico. Este plantea que el universo se expande y enfría de forma tal que puede inferirse que en un remoto pasado la materia y la radiación eran muy concentradas y calientes. Como ya mencioné, Gamow y otros aplicaron la física nuclear y de partículas elementales para entender el estado de la materia y la energía en esas condiciones.

A principios de los años cincuenta, el cosmólogo Fred Hoyle —que tenía un modelo muy diferente para el universo— se refirió de manera burlona al modelo de Lemaître y Gamow como el *Big Bang* (Gran Explosión). Y ese mal apodo se le quedó al modelo. En realidad, este modelo postulaba un estado inicial tan uniforme que no podían darse las diferencias de temperatura, densidad y presión que causarían una explosión, mucho menos un punto central del que emanara todo después de esta. El modelo del *Big Bang* alcanzó el nivel de teoría hecha y derecha gracias a las observaciones astronómicas que demostraron contundente-

mente sus tres principales predicciones: 1) que el universo se expande uniformemente; 2) que en los primeros minutos quedó la proporción en masa de 75 por ciento de núcleos de hidrógeno y 25 por ciento de helio; y sobre todo, 3) que al final de la era caliente se formaron los átomos de hidrógeno y helio, de manera que quedó una radiación cósmica de fondo en equilibrio térmico, misma que puede ser detectada en las microondas en cualquier región del cielo: esto es la RCFM.

LA FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS CÓSMICAS Y LA MATERIA OSCURA

La teoría del Big Bang no puede explicar el origen de las inhomogeneidades en densidad re-

lacionadas con las fluctuaciones de la RCFM. En los años ochenta surgió un modelo llamado de "inflación", que busca explicar el universo extremadamente temprano, cuando se unifican tres de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza. Se postula que el estado inicial era el vacío cuántico.¹ Uno pensaría que la nada es ausencia total de algo. Pero en el mundo cuántico, por el principio de incertidumbre de Heisenberg, no existe tal estado, sino uno de mínima energía compuesto por fluctuaciones cuánticas en forma de partículas

¹ Un estado aún más inicial, sería cuando se unifican esas tres fuerzas con la cuarta, la gravedad. Aún no contamos con una teoría aceptada para lo que se llama la gravedad cuántica.



Fernanda Brunet, *Slash!*, 2022. Cortesía de la Galería Saenger

Uno pensaría que la nada es ausencia total de algo. Pero en el mundo cuántico, por el principio de incertidumbre de Heisenberg, no existe tal estado.

virtuales que, así como aparecen, desaparecen. El vacío es ese estado de mínima energía, un bullir de partículas virtuales que tiene una propiedad muy peculiar: es repulsivo. Este estado es inestable y se desintegra a la inimaginable fracción de $1/10^{35}$ de segundo, originando una transición de fase a nuevos campos fundamentales, así como a partículas reales. En el tiempo infinitesimal en que esto ocurre, el vacío ejerce una tremenda repulsión inflando desenfrenadamente el espacio 100 cuatrillones de veces. Ya establecidos los campos y partículas reales, inicia la historia del universo caliente clásico mencionada arriba. Una vez transformado el vacío en materia y radiación, la expansión del universo se va desacelerando. Las fluctuaciones cuánticas del vacío se convierten en clásicas y luego dan origen a las inhomogeneidades en densidad de la materia, aquellas que podemos observar en la RCFM y son las semillas de las estructuras cósmicas. ¡Nuestro origen son las fluctuaciones cuánticas!

Pero aún hay un problema: durante la era caliente, las inhomogeneidades de escalas de galaxias hechas de materia ordinaria (la que forma los átomos de la tabla periódica) se borran debido a procesos físicos asociados a su acoplamiento con la radiación caliente. Pero si existiese materia exótica que no interactuara con la radiación electromagnética, dichos procesos no afectarían a las inhomogeneidades y éstas podrían hacerse más y más densas por la acción de la gravedad hasta colapsar en estructuras autogravitantes que se separarían de la expansión del universo. Los astrónomos —desde el trabajo seminal de Fritz Zwicky en los años treinta— estudiando el movimiento del gas y las estrellas en las galaxias, y de las galaxias mismas en agrupaciones (cúmulos), encuentran evidencia de

mucha más gravedad que la que produce la masa visible. Suponiendo que se rige por la teoría general de la relatividad o la dinámica newtoniana, esta gravedad excedente tiene que ser producida por un tipo de materia invisible o transparente; es decir, que no interactúa a nivel electromagnético. Se trata de la llamada “materia oscura”.² La radiación caliente no afecta a las inhomogeneidades hechas de esta materia.

Muchos estudios muestran que la composición actual del universo es de aproximadamente 5 por ciento de materia ordinaria, mientras que la materia oscura constituye alrededor del 25 por ciento: ¡cinco veces más abundante! De esta manera, la formación de estructuras, en particular las galaxias, se da gracias a que las inhomogeneidades de materia oscura sobreviven y luego colapsan en estructuras autogravitantes capaces de atraer al gas de hidrógeno y helio para formar galaxias en su interior. Y es en ellas que se forman y evolucionan las estrellas, los planetas, la vida... ¡Qué maravilla!

LA ENERGÍA OSCURA Y LOS MISTERIOS POR RESOLVER

La materia y la radiación son gravitacionalmente atractivas, por lo que frenan la expansión del universo desde el final de la inflación. Pero al terminar la década de los noventa se descubrió que la expansión en realidad se está

² Para explicar los “excesos” de gravedad en diferentes observaciones hay propuestas alternativas a la materia oscura que evocan modificaciones *ad hoc* a la ley universal de la gravedad; es decir, modifican la dinámica newtoniana.

acelerando desde hace unos 5 o 6 mil millones de años. Los líderes de los grupos que llegaron a esta conclusión recibieron el Premio Nobel de Física en 2011. La aceleración implica que empezó a dominar una componente repulsiva, antigravitatoria. ¡Y de esa componente está hecho aproximadamente el 70 por ciento del universo actual! Esto es, precisamente, la llamada energía oscura. Todo indica que tiene propiedades similares a la constante cosmológica de Einstein de 1917, a la que él mismo se refirió como el peor error de su vida, y que su encarnación física podría ser el vacío cuántico. ¿Pero por qué quedó un remanente de ese vacío? ¿O de qué se trata? Para saberlo se requieren mediciones muy precisas de cómo ha sido la historia de la expansión del universo, objeto de algunos proyectos obser-

vacionales en curso muy sofisticados. Además, la expansión acelerada implica que todo se separará, y no quedarán sino regiones desconectadas causalmente unas de otras donde domine de nuevo el vacío cuántico. Y en ellas, ¿podrían darse nuevas transiciones de fase que originen otros universos? Tal vez.

Vivimos momentos muy emocionantes en la cosmología. Asombrosamente, más del 95 por ciento del universo actual está en forma de materia y energía oscuras, dos componentes que, cuando logremos entenderlos, revolucionarán varios de los fundamentos de la ciencia actual. Por lo pronto, estudiando las propiedades de las galaxias y comparándolas a modelos de formación con distintos tipos de materia oscura, entendida como partículas exóticas, muchos hemos buscado (yo y mis colegas en la UNAM, entre otros muchos grupos en el mundo) acotar las propiedades de la misteriosa materia oscura, combinando así macro y micro mundo. Sobre la energía oscura se conoce aún menos, pero pronto tendremos restricciones importantes a sus propiedades. No deja de asombrar lo inverosímil de nuestro universo: del vacío a las complejas formas de existencia como la materia consciente, de procesos que ocurrieron en ínfimas fracciones de segundo al cosmos actual de 13800 millones de años. Finalmente, el 29 de junio, al momento de escribir este artículo, se reportó el descubrimiento de un fondo de ondas gravitacionales, corrugaciones del espacio-tiempo que provienen de eventos muy violentos. Parte de ese fondo podría provenir de la época de la inflación, y sería entonces un vestigio del mismísimo inicio de nuestro universo. Ya lo veremos. **U**



Fernanda Brunet, *Swwish!!*, 2020.
Cortesía de la Galería Saenger

POEMA

POEMA DE AMOR PARA CARL SAGAN

Robin Myers

Traducción de Isabel Zapata

El Pioneer 10, la primera nave espacial en salir del sistema solar, llevaba consigo una placa de seis por ocho pulgadas de aluminio anodizado en oro grabada con un mensaje —información sobre el origen de la nave y la vida humana— por si era interceptada por alguna forma avanzada de vida extraterrestre. La placa incluye el dibujo de la silueta de un hombre y una mujer desnudos. Carl Sagan codiseñó el mensaje y su entonces esposa, Linda Salzman, hizo el dibujo.

Un hombre y una mujer flotan, sin tocarse, en el espacio.
Espacio es una palabra que usamos para vacío,
es decir, un lugar donde no estamos nosotros.
Grabados en su placa metálica, flotan, el hombre y la mujer,
sus manos separadas, hacia cualquier clase de nada
que los absorba, cualquier clase de criatura que algún día
pueda extender un apéndice, membrana, hueco
o algún otro receptor misterioso que pudiera tener
para recibirlos, o no, en un intento de aprender, o no,
qué es una mujer, qué es un hombre,
la forma de sus pantorrillas, cómo se acomodan sus dedos
en un gesto de bienvenida o de reposo.
El hombre y la mujer, flotando en el espacio,
no se tocan, para que la criatura inimaginable
no los confunda con un solo organismo
amorfo, semisimétrico,
unido en el eje que entendemos como manos.
El hombre y la mujer que no se tocan
son cada uno una silueta sólida, de rostro plácido, lisos
por diseño, sus cuerpos desprovistos de color, órganos, accesorios
que revelarían su particularidad a Río de Janeiro, por ejemplo,
al cinturón bíblico, la selva del Congo, el desierto del Sahara
o cualquier otro lugar.
El pene del hombre está presente y flácido.

La vagina de la mujer pulcramente triangular, sin fisura,
para apaciguar a los censores. No hay,
quiero ser clara, absolutamente ningún punto de contacto.
¡Ay, Carl Sagan, la presión!
El terrible peso de la responsabilidad
forjado en el metal, precipitándose ahora castamente
a través de la infinita virginidad del espacio.
Qué tarea, esta inmutable lección de dos dimensiones
sobre la anatomía de todos: pasteurizados
en líneas, decoro y proporciones aproximadas;
sin carne ni funciones ni fricciones de ninguna clase,
sin lunares ni cicatrices ni amputaciones marcadas por líneas de ensamble
ni barbas, por supuesto nada de vulvas
y sin involucrarse, en el sentido
en que mi pie está involucrado con el calcetín, el zapato, la alfombra,
la doctora involucrada con el termómetro
que coloca debajo del brazo del anciano
y con el hombre al que le pertenecen el brazo y la axila.
Sobre nosotros, un hombre y una mujer,
sin tocarse, ahora para siempre
intocables en nuestra memoria,
flotan en el espacio,
como dioses, finalmente, como siempre quisimos,
o al menos en la única manera
que podemos ser dioses.
Está bien, Carl Sagan,
está bien, es cierto.
Con el bosquejo de cualquier forma humana
como retrato definitivo de lo que somos y hacemos,
simplemente no habría manera de evitar la mutación:
una niña en bicicleta se vuelve mítica,
una bestiecilla con alas de dos ruedas
y contornos que cambian de forma con el viento.

¿Qué pensarían de nosotros, esos otros inconcebibles
–ajenos a nosotros en la textura de su piel, si tienen piel,
en sus intimidades con el tiempo, si cuentan el tiempo,
en la cuestión de su antojo por la sal,
si tienen antojos, si ellos son de hecho ellos–?
Consideremos, entonces, la casa de fieras:
Hombre y mujer tomados de la mano para luego soltarse.
Hombre cepillando el pelo de hija.
Mujer pasando la lengua por clavícula de mujer.
Hombre ahorcando a hombre.
Mujer y hombre y hombre y mujer y mujer y mujer
y hombre y mujer y hombre y mujer acurrucados sin querer
unos con otros en el metro.
Mujer desgarrando un hueso de puerco con los dientes.
Hombre meciendo una pistola.
Muchacha tocándose hasta quedarse dormida en choza con techo de lámina corrugada.
Niño besando niño en la sombra de lago y esperando
sesenta años para hablar del tema.
Hombre acercándose a mujer en colchón que memoriza su forma
y sin embargo los olvida mientras ellos luchan
para encontrarse en el centro fundido de lo que sienten
y desaparecer en el espacio que los separa.
Hace poco, un hombre y yo nos sentamos junto a una cascada
con las piernas en la corriente y nuestros hombros tocándose.
Sé que sentí el cuerpo salvaje y vasto del río
y el cuerpo breve y cálido del hombre y sé
que mi cuerpo estaba involucrado con los dos, y ¿quién puede negar
que hayamos formado, juntos,
aunque sea por un momento,
un nuevo animal?

Robin Myers, *Amalgama/Conflations*, Isabel Zapata (tr.), Antilope, CDMX, 2016, pp. 47-53.
Se reproduce con el permiso de la autora.



VIDA EXTRATERRESTRE: MUCHO RUIDO Y POCAS NUECES

Antonio Lazcano Araujo

Es larga la lista de personajes que desde la antigüedad clásica han especulado sobre la existencia de vida en otras partes del universo. El repertorio es ciertamente impresionante, y va desde los pocos fragmentos que han sobrevivido de los textos de Anaximandro hasta los libros de Lucrecio, pasando por René Descartes, Christiaan Huygens y Cyrano de Bergerac y alguno que otro teólogo medieval. Otro de ellos, Giordano Bruno, ha sido reverenciado por muchos como un mártir de la astrobiología, cuando en realidad su muerte en la hoguera fue el resultado de una compleja mezcla de los conflictos teológicos y políticos de la Reforma. Sin embargo, sería un error ver a estos autores como los precursores de lo que hoy se define como la búsqueda científica de vida extraterrestre, porque en su enorme mayoría eran pensadores que carecían de pruebas empíricas, pero que imaginaron otros planetas habitados como parte de la idea de un universo uniforme, donde su modelo de la realidad exigía la existencia de organismos en otras partes del cosmos.

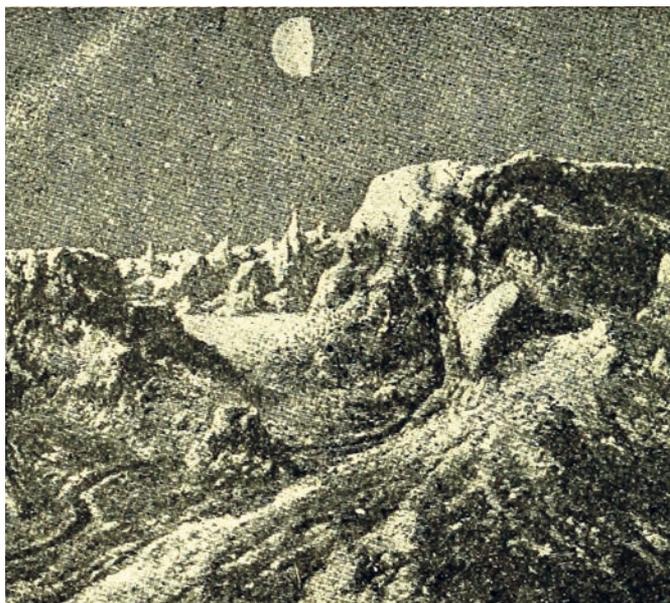
De hecho, se pueden reconocer al menos tres épocas principales en el estudio de la vida extraterrestre. La primera corresponde a las discusiones filosóficas sobre la idea de la pluralidad de los mundos, y sus inicios se remontan en Occidente a los escritos de los pensadores que van desde la antigüedad clásica hasta mediados del siglo XIX. A esta primera etapa le sigue el nacimiento de la planetología observacional moderna, que incluye las ideas y especulaciones de algunos biólogos y naturalistas como Ernst Haeckel y Alfred Russel Wallace, y continúa hasta

el comienzo de la exploración espacial. El lanzamiento en 1957 del Sputnik soviético marca el inicio de una tercera época que continúa hasta nuestros días —aunque, por supuesto, la cuestión de la existencia de vida extraterrestre sigue abierta—.

El entusiasmo de muchos sectores de las sociedades decimonónicas por las disciplinas científicas se vio reflejado en la popularidad que alcanzaron las obras de Jules Verne, H. G. Wells y, muy especialmente, Camille Flammarion. Los libros de este último circularon profusamente y crearon una tradición literaria cuya influencia —ya lo han demostrado algunos críticos, como el historiador George Basalla en su libro *Civilized life in the Universe: scientists on intelligent extraterrestrials* (2006)— preparó el camino a autores como Edgar Rice Burroughs y el astrónomo aficionado Percival Lowell.¹ Estas ideas se expandieron no solo en el imaginario científico, sino también popular, y contribuyeron a fijar mitos, así como expectativas sobre un universo pletórico con formas de vida y civilizaciones extraterrestres.

Son muy pocos los que han analizado las respuestas que los naturalistas y los evolucionistas decimonónicos tuvieron ante estas especulaciones. A partir de su perspectiva monista, Haeckel propuso lo que puede ser considerado el primer esquema de la evolución cósmica. Esta idea, ahora popular, comenzó con la hipótesis nebular de Kant para explicar

¹ Edgar Rice Burroughs fue un escritor estadounidense de fantasía y ciencia ficción. Es conocido por haber creado al personaje de Tarzán y por los libros que conforman su Serie Marciana. Por su parte, Percival Lowell fue un astrónomo estadounidense que durante toda su vida defendió la existencia de canales de origen artificial en Marte. Algunas de sus obras más importantes son *Mars and Its Canals* (1906) y *Mars as the Abode of Life* (1908) [N. de los E.].



Camille Flammarion, *Astronomía para aficionados*, 1904 ©

el origen del sistema solar y de la formación de la Tierra. El enfriamiento del planeta, escribió Haeckel, permitió la formación de mares y lagos primitivos, lo que llevó al surgimiento espontáneo de protoplasma viviente. Combinando sus ideas sobre el origen repentino de la vida con la aceptación de la pluralidad de los mundos, Haeckel aprobó gustoso la posibilidad de vida extraterrestre, siempre y cuando se dispusiera de agua líquida. En su libro *The Riddle of the Universe* (1899), afirmó: “la analogía que encontramos en la vida de todas las células... justifica la conclusión de que el curso posterior de la evolución orgánica en estos otros planetas ha sido análogo al de nuestra propia Tierra, siempre, por supuesto, dados los mismos límites de temperatura que permitan el agua en forma líquida. En los cuerpos líquidos de las estrellas, donde las estrellas solo pueden existir en forma de vapor, y en los soles fríos y extintos, donde solo puede existir en forma de hielo, tal vida orgánica como la que conocemos es imposible”. Haeckel aceptó felizmente la posibilidad de procesos evo-

lutivos que podrían conducir en otras partes del universo a “algunas formas de animales superiores a los vertebrados [...] que nos trascienden mucho a los hombres terrestres en inteligencia”. Sin embargo, tuvo poca paciencia con las especulaciones de Flammarion, a quien describió como un escritor “caracterizado por una imaginación exuberante y un estilo brillante, que van mano a mano con una deplorable falta de juicio crítico y conocimiento biológico”.

Los escritos de Percival Lowell sobre una supuesta civilización marciana que había construido una red de canales para llevar agua de

los polos del planeta a ciudades que desfallecían de sed tampoco lograron impresionar a Alfred Russel Wallace, el científico que descubrió la selección natural independientemente de Darwin:

Aunque debo reconocer la habilidad técnica de Mr. Lowell y sus muchos años de trabajo, que nos permitieron asomarnos por primera vez a las estructuras geológicas más complejas y notables que hemos visto en otros cuerpos celestes —escribió Wallace en su libro *Is Mars Habitable?* (1907)— me siento obligado a deslindarme de sus afirmaciones en lo que se refiere a su sor-



Étienne Léopold Trouvelot, *El planeta Júpiter, observado el 1 de noviembre de 1880, a las 9:30 p.m.*
Lámina IX de los Dibujos astronómicos de Trouvelot, 1881 ©

prendente teoría sobre la construcción artificial de esas estructuras que él cree que es la única forma adecuada para explicarlos.

La cortesía de Wallace no le impidió decir, luego de analizar con minuciosidad las afirmaciones de Lowell, “que la vida animal, especialmente en sus formas superiores, no puede existir en el planeta Marte, por lo tanto, no solo está deshabitado por seres inteligentes como ha postulado Mr. Lowell, sino que de hecho es absolutamente inhabitable”.

Las ideas de Haeckel tuvieron una influencia enorme sobre los científicos rusos, y se dejaron ver muy claramente en la obra de A. I. Oparin, un joven bioquímico que conocía muy bien las implicaciones de los postulados darwinistas. Ello le llevó a sugerir en 1924 que los primeros organismos habían sido bacterias heterótrofas —es decir, incapaces de sintetizar sus propios alimentos— surgidas a partir de sistemas de moléculas orgánicas formadas en la Tierra primitiva. En 1936 publicó una versión ampliada de su primer libro, que junto con el desarrollo de la planetología y de la química se habría de convertir en el referente esencial para entender la aparición de la vida en nuestro planeta e intentar explicar su posible presencia en otras partes del universo.

Basándose en las ideas de Oparin, en 1953 Stanley L. Miller, un estudiante del químico Harold C. Urey, de la Universidad de Chicago, llevó a cabo la primera simulación experimental de la Tierra primitiva. Diseñó un aparato muy simple en el que colocó una atmósfera de amoníaco, metano, hidrógeno y vapor de agua, y al someterla durante una semana a la acción de descargas eléctricas descubrió que se ha-

bían formado aminoácidos, hidroxiácidos, urea y otros compuestos de importancia bioquímica. El impacto científico y público de Miller-Urey difícilmente puede exagerarse. Pocas semanas después de la publicación del experimento de Miller, la Sociedad de Biología Experimental de Cambridge convocó una reunión especial para discutir el origen de la vida, a la que siguió una reunión en 1955 en el Politécnico de Brooklyn, en Nueva York, y un año después, otra más organizada por la New York Academy of Sciences.

El simposio más importante tuvo lugar en 1957 en Moscú. Presidido por el propio Oparin, marcó la posibilidad de diálogos científicos con la entonces URSS tras la muerte de Stalin. La probabilidad de vida extraterrestre no se discutió en la reunión de Moscú, pero el intercambio entre Oparin y Olga B. Lepeshinskaya —amiga del pseudocientífico y funcionario público Trofim Lysenko y muy cercana a Stalin— puede leerse como una indicación de las cuestiones ideológicas que a veces subyacen a las discusiones sobre el origen de vida en el universo. Haciendo gala de un simplismo dogmático y de una lectura doctrinal del materialismo dialéctico, Lepeshinskaya afirmó en el congreso que aunque aceptaba la propuesta de Oparin de que el origen de la vida no se podía explicar con la aparición repentina de una molécula viviente:

No podemos, sin embargo, estar de acuerdo con la otra proposición de A. I. Oparin de que formas de vida similares a las originales no pueden existir en condiciones naturales en el momento actual... Este valioso intercambio de ideas nos acerca a la conclusión de que el material de la vida es la proteína que puede desarrollarse y determinar el desarrollo. Y luego volvemos a recor-

Gracias a estas inquietudes académicas, la NASA dejó de definir las ciencias de la vida como un mero programa de "hombre en el espacio".

dar con agradecimiento las palabras de Federico Engels: 'La vida es el modo de existencia de los cuerpos albuminosos'.

Fiel a su costumbre, Oparin no respondió de inmediato a la jaculatoria de Lepeshinskaya. Unos años más tarde publicó, junto con su amigo, el astrónomo Vasili G. Fesenkov, un pequeño libro en donde afirmaban que, en efecto, formas de vida similares a las entidades primordiales pueden existir en la actualidad, pero no en la Tierra, donde el surgimiento de la biósfera provocó cambios biogeoquímicos como la presencia de oxígeno libre, lo que impediría la formación y acumulación de moléculas orgánicas.

Sin que los asistentes a la reunión de Moscú de 1957 lo sospecharan, la URSS estaba a punto de lanzar unas semanas más tarde el satélite Sputnik. En el contexto de la Guerra Fría, este acontecimiento puede verse como una hazaña tecnológica cuyos impactos políticos y científicos siguen resonando hasta nuestros días. En julio de 1958, el gobierno de Estados Unidos creó una serie de comités y consejos asesores, incluyendo el llamado Space Science Board, presidido por Lloyd V. Berkner, un geofísico extraordinario que años atrás había reconocido el papel de las cianobacterias en la acumulación de oxígeno libre en la atmósfera terrestre. Berkner había sido el principal promotor del Año Geofísico Internacional, se había interesado por la geoquímica y era también el contacto del Space Science Board con el Departamento de Estado. No debemos sorprendernos por ello. Como escribió Audra J. Wolfe

hace unos veinte años, durante el periodo de la posguerra los científicos estadounidenses,

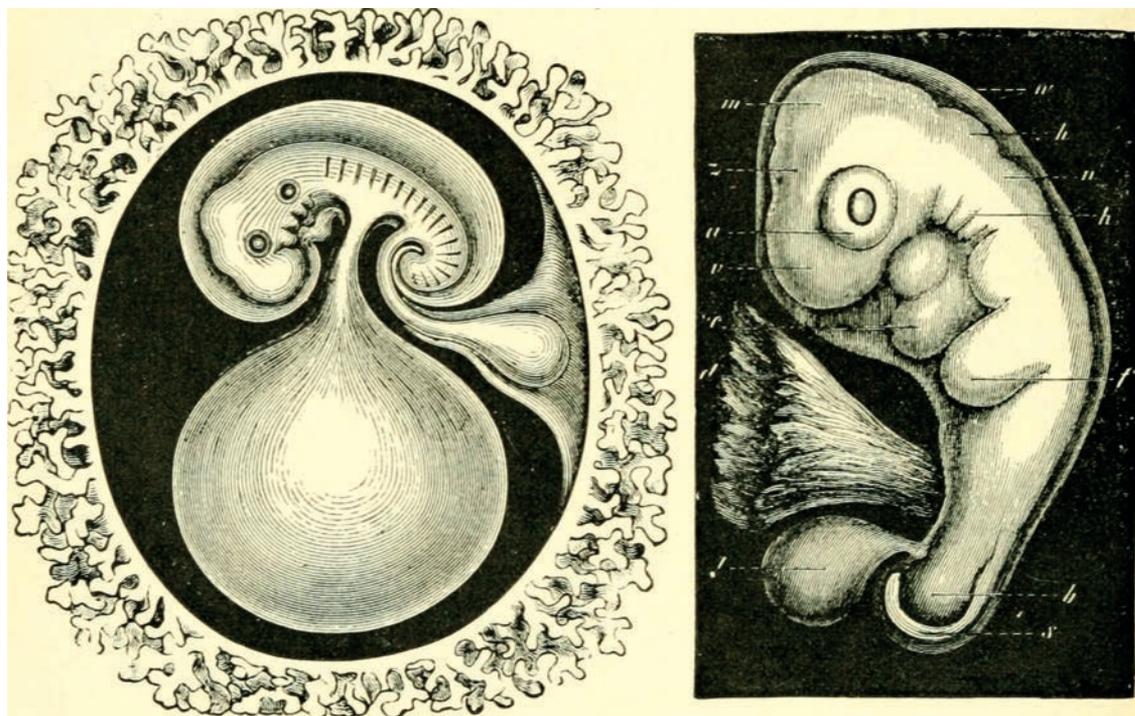
trabajando con los National Institutes of Health, la National Science Foundation y, por supuesto, con la Comisión de Energía Atómica, cooperaron con instituciones que, con o sin su conocimiento, apoyaban proyectos e investigaciones secretas. Más concretamente, todos estos programas, con su énfasis en el crecimiento económico y los logros nacionales, sirvieron al interés nacional [...] las contradicciones que caracterizaron la exobiología estadounidense temprana son típicas de un periodo en el que las fronteras entre los intereses civiles y militares se desdibujaron más allá de lo reconocible.

Como afirmó el científico James E. Strick en 2004, tras el lanzamiento del Sputnik —como resultado de una compleja mezcla de intereses sociales, políticos, militares y científicos—, "el 29 de julio de 1958 el presidente Eisenhower firmó la Ley Nacional de Aeronáutica y del Espacio, convirtiendo a la NASA en la Agencia espacial de los EEUU. [...] La NASA [se puede ver entonces como] el epitome de las instituciones científicas de la Guerra Fría". Según Wolfe, gracias a la visión del biólogo molecular Joshua Lederberg y otros más, el estudio científico de la vida extraterrestre —a la que bautizaron como "exobiología"— se convirtió en un objetivo central de la política espacial. Lederberg se percató rápidamente del extraordinario potencial científico del programa espacial y se preguntó si podría confirmarnos la naturaleza de la información bioquímica más íntima, que es lo que más nos interesa. "¿Qué podrá decirnos sobre la composición de los aminoácidos de la biósfera terrestre?", escribió el genetista estadounidense.

Gracias a estas inquietudes académicas, la NASA dejó de definir las ciencias de la vida como un mero programa de "hombre en el espacio" y la biología espacial como un tema de medicina para comprometerse con la exobiología, que se consideraba como el estudio del origen, la evolución y la distribución de la vida en el universo. Era un buen momento: el creciente interés en la planetología y en la historia geoquímica de la Tierra estimuló la aparición de un grupo vagamente definido de académicos que incluyó a los paleobiólogos Elso S. Barghoorn y Preston E. Cloud, así como a jóvenes investigadores de una amplia variedad de campos. Su juventud, audacia intelectual y empuje científico se complementaron con las nuevas políticas de financiación que se estaban implementando en las universidades

de EEUU. Es en este contexto que la NASA se convirtió en el gran promotor del estudio del origen de la vida en la Tierra y en otros lugares, y en un actor esencial en la articulación de la red de científicos, laboratorios y estudiantes que vemos hoy.

La búsqueda de vida extraterrestre sigue siendo rica en especulaciones y pobre en evidencias. Es cierto que hoy en día se conocen muchos sistemas planetarios extrasolares, pero eso no brinda certeza alguna. Como bien dicen los biólogos y genetistas H. James Cleaves y John H. Chalmers, que —hipotéticamente— los entornos planetarios capaces de albergar vida sean muy comunes, no implica necesariamente que también lo sea la vida en el univer-



Ernst Haeckel, *La evolución del hombre, una exposición de los principales puntos de ontogenia y filogenia humana*, 1897 ©



Étienne Léopold Trouvelot, *Grupo de manchas solares y veladas, observadas el 17 de junio de 1875 a las 7:30 a.m.* Lámina I de los Dibujos astronómicos de Trouvelot, 1881 ©

so. Los principales argumentos a favor de la existencia de otras formas de vida se apoyan en la diversidad y abundancia de compuestos orgánicos extraterrestres —presentes en el medio interestelar, cometas, asteroides y meteoritos—, las evidencias paleontológicas de la rapidez con la que la vida surgió en el planeta, la inmensa cantidad de estrellas similares al Sol y los sistemas planetarios extrasolares que se han descubierto. No obstante, ninguno de estos argumentos es concluyente en sí mismo.

Todo ello apoya la conclusión de que tanto la formación de los planetas como el origen de la vida son resultados naturales de los procesos evolutivos, pero eso no demuestra que sean productos inevitables de la evolución. La defensa de la supuesta abundancia de civilizaciones extraterrestres es aun más frágil. Como

sostienen varios autores, esta conclusión está viciada por una serie de prejuicios sociales y expectativas insostenibles. Se basa, según dice Basalla, en una extensión injustificada del llamado principio de la mediocridad y está contaminada por una perspectiva antropomorfista de la evolución cósmica, que incluye una perspectiva utópica y escapista de cara a los problemas ambientales y de salud —incluida la inmortalidad, como afirmaba mi amigo, el astrofísico Frank Drake—.

Para consternación de quienes creen en la existencia de civilizaciones extraterrestres avanzadas, muchos científicos están ahora más interesados en la búsqueda de actividad biológica microbiana en otros planetas, pues es muy probable que el desarrollo de técnicas astrofísicas permita disponer de información sobre la presencia de gases de origen biológi-

co en atmósferas de planetas extrasolares. El extraordinario interés que despertó el análisis del meteorito marciano ALH84001 hizo que el presidente Clinton declarara que Estados Unidos “pondría todo su poder intelectual en pos de la búsqueda de más pruebas de vida en Marte”. Los debates sobre el origen último de las estructuras y compuestos orgánicos en el meteorito marciano ALH84001 demostraron que no solo carecemos de una definición de vida, sino que no siempre podemos identificar con precisión las evidencias de actividad biológica.

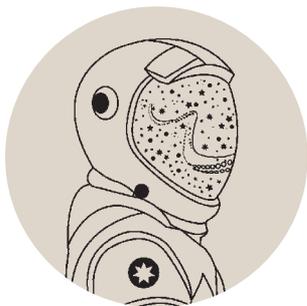
Como consecuencia del interés creado por el análisis del meteorito ALH84001, en 1997 la NASA anunció la creación de su propio Instituto de Astrobiología (ya desaparecido), lo que significó el nacimiento de esta rama científica. Lo que pretendía ser una mera reorganización de las políticas financieras de la NASA fue rápidamente recibido como un nuevo y grandioso campo unificador de investigación. Al igual que la astrobiología, la exobiología surgió inicialmente como una medida burocrática plasmada en un programa de financiamiento comprometido con el estudio del origen y la evolución temprana de la vida, y rara vez se consideró que pudiera inaugurar una nueva era en el estudio del universo. Existen grandes diferencias entre la exobiología y la astrobiología. Quizás una de las más significativas esté dada por los cambios en el entorno científico y las políticas de financiación, radicalmente distintas de lo que eran hace cincuenta años. En la práctica, la exobiología tenía un alcance más limitado que la astrobiología y mantenía una distancia muy saludable de los escenarios de ciencia ficción y los matices religiosos. Desafortunadamente la redefinición de las relaciones públicas de

la astrobiología ha traído consigo, junto con un abatimiento de los estándares académicos, una confusión entre la experiencia académica y la celebridad, lo que ha llevado a episodios desafortunados que incluyen afirmaciones sobre la supuesta existencia de ADN con arsénico en lugar de fósforo o la presencia de cianobacterias fósiles en meteoritos.

La existencia de vida extraterrestre es una cuestión científica y filosófica legítima. Sin embargo, como afirmó el evolucionista estadounidense George Gaylord Simpson, “la exobiología sigue siendo una ciencia sin ningún dato que la confirme, por lo tanto, no es ciencia”. Lo mismo parece aplicar para la astrobiología. Es difícil evaluar el papel de la contingencia histórica en los orígenes de la vida en la Tierra, y no podemos descartar la posibilidad de que incluso una ligera modificación del entorno primitivo pudo haber impedido la aparición de la vida en nuestro planeta. Por ello, no nos debe sorprender que algunos de los evolucionistas contemporáneos más distinguidos como George Gaylord Simpson, Ernst Mayr, Lynn Margulis y Theodosius Dobzhansky fueran también algunos de los críticos más duros de los esquemas teleológicos defendidos por quienes creen en la abundancia de vida inteligente en el universo. Su actitud crítica y su escepticismo son una lección que debemos tener presente. Por desesperanzadora que pueda ser esta conclusión, la vida en la Tierra puede ser un fenómeno raro o, tal vez, único en el universo. **U**

Este texto está basado en buena medida en el artículo del mismo autor “Is the Universe teeming with life?”, *Memorie della Società Astronomica Italiana*, 2019, vol. 90, pp. 575-580.





EL COSMONAUTA

Ángel Arango

Git flageló a Nuí.

Ella dio saltos de alegría sobre el polvo azul.

—Acércate —dijo Git.

Nuí avanzó con sus pinzas y se las enseñó a Git. Un tentáculo de Git rodó echando humo hacia Nuí.

—¡Córtalo! ¡Córtalo! —suplicó Git. Nuí lo mordió en tres partes: ¡choc! ¡choc! ¡choc! Se comió una. Git se comió otra.

La tercera escapó corriendo sobre el polvo azul y dio un hijo. Nuí agarró al otro hijo de Git por un tentáculo y le cortó la mitad.

—Más, más... —pidió él.

Pero Nuí estaba detrás del pedazo que había cortado; se le fue entre el polvo.

Nuí se dio golpecitos en el carapacho con las pinzas y lanzó un chorro amarillo encima de Git.

Mut era un testigo mudo de los juegos de Git y Nuí.

La nave había sido desviada de su ruta por la interferencia de una corriente de partículas meteóricas y el hombre se vio obligado a aproximarla al planeta para evitar un choque fatal. Luego la fuerza de gravedad la atrajo y fue descendiendo en zigzag, utilizando el motor de freno como compensación.

—Así podré revisar los instrumentos y esperar a que termine el flujo meteórico... —se dijo el cosmonauta.

◀ Fotografía de Sigmund, 2021. Unsplash ©

Primero la nave era un punto negro en el cielo. Acercóse a la superficie como una partícula estelar, creciendo hasta tomar su forma definitiva sobre el polvo azul, que se apartó inmediatamente dejando lugar al oxígeno que respiraba la nave para protegerse, y que pronto vino a formar una mancha roja debajo de ella.

Git, Nuí, Mut y los demás nunca habían visto un meteorito tan extraño: más brillante que los otros, menos caliente, más simétrico. Git se extendió sobre la nave. Su ojo blanco temblaba y las múltiples esferas cerebrales de sus tentáculos se humedecieron. El sudor de los pequeños cerebros a lo largo de sus tentáculos corría por el cristal de las ventanillas.

—¡Muérdeme! —suplicó a Nuí, y ella, ¡choc!, le cortó otro trozo de tentáculo, que dio un hijo más.

nas frente a sus ojos, descendió por la escalera y se adelantó hacia la multitud. Los otros quedaron sorprendidos ante aquel ser que salía de un meteorito y caminaba sobre dos tentáculos, moviendo otros dos en el aire.

Mut preguntó:

—¿De dónde vendrá? Nunca habíamos visto a nadie en un meteorito.

—Extraño, extraño —comentó Nuí, e hizo ¡choc! ¡choc! en el aire con sus pinzas.

La osadía del hombre creció al verse como un rey, delante de todos aquellos personajes que permanecían inmóviles, analizándolo a través de sus múltiples tentáculos llenos de esferas cerebrales; miles de ojos pensantes sobre el hombre, escrutándolo, penetrándolo, tomando su imagen y movimientos, apoderándose de sus formas.

Git, Nuí, Mut y los demás nunca habían visto un meteorito tan extraño: más brillante que los otros, menos caliente, más simétrico.

Como ocurría cada vez que caían meteoritos, su instinto de reproducción era exaltado y el proceso de cortar tentáculos se multiplicaba.

Nuí mordía los tentáculos de Git con las pinzas y los pequeños pedazos se iban rodando y crecían con rapidez. Mut se extendió longitudinalmente sobre el estimulante polvo azul; alargándose, avanzó sobre la nave y formó varios anillos en rededor. Luego se subdividió y cada anillo fue a su vez tendiéndose a lo largo sobre el polvo azul y subdividiéndose.

Movido por la necesidad de establecer contacto y por la confianza en sí mismo, el cosmonauta apareció en la puerta de la nave, contemplando a los curiosos pobladores del polvo azul. Solo en su traje ancho, la cabeza dentro del casco de cristal que emitía chispas por las ante-

Entró en el polvo azul. Los demás vieron cómo se movía cómodamente sobre sus pies, mirándolo todo y lanzando constantes chispas entre ceja y ceja.

—Háblale —sugirió Mut—. Dile cualquier cosa...

—¿Quién eres? —preguntó Git.

El cosmonauta no recibió nada. Su casco de cristal continuaba despidiendo chispas entre ceja y ceja. Pero tuvo una cierta intuición de que querían entablar un diálogo. Lo mejor que pudo hacer fue lanzar más chispas, esta vez azules.

Git, Nuí, Mut, y los demás entendieron que eran un símbolo de paz.

—Sus palabras son azules como nuestro polvo —dijo Mut—. Quiere decirnos algo...



Three Men Standing on Rocky Shore During Daytime, 2021. Fotografía de Mike Kiev, 2021. Unsplash ©

—¿Por qué será tan pequeño? —preguntó Nuí.

Git señaló:

—Tiene dos cerebros gemelos que le brillan. Los abre y los cierra; miren bien. Y por encima de los cerebros nos habla con palabras de luz azul.

—Sí —dijo Nuí—. ¿Qué edad tendrá?

—Debe de ser muy joven —especuló Mut—. Sus tentáculos son cortos...

Nuí se dirigió al hombre.

—Acércate —le dijo—, acércate.

El cosmonauta no oía absolutamente nada.

Nuí entonces se le aproximó.

—¿Estás solo? ¿No hay más contigo?

Los demás miraron hacia la puerta exterior de la nave, que había quedado abierta. Pero nadie se asomaba. Uno de los tentáculos-hijos se fue corriendo y trepó por la escalerilla.

El hombre, que lo había visto, siguió intentando entablar conversación.

“Son juguetones y pacíficos —se dijo—. Los pequeños parecen cachorros”.

Y, efectivamente, los pequeños eran los que más se acercaban para verlo.

“He causado conmoción”, volvió a pensar el hombre.

Mut preguntó:

—¿Cómo serán sus hijos?

Y se subdividió para que el visitante entendiera lo que se hablaba.

Nuí, observándolo de cerca, vio que se parecía a Git, aunque sus tentáculos carecían de cerebros.

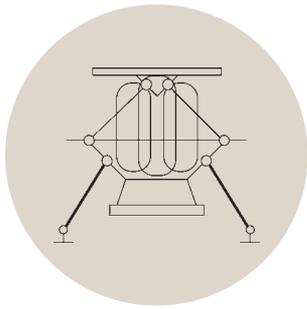
—Es tan joven que aún no tiene —se dijo.

Entonces Nuí se dejó llevar por la curiosidad, más que por las ganas de procrear, y le cortó los brazos al hombre con sus pinzas: ¡choc! ¡choc!

Mientras se desangraba, el cosmonauta sintió que le faltaba el aire y lo último que pudo oír fue otra vez ¡choc! ¡choc! ¡choc! ¡choc! **U**

Este cuento pertenece a Ángel Arango, *¿Adónde van los cefalopos?*, Ediciones Revolución, La Habana, 1964, pp. 61-67





MISIÓN LUNAR COLMENA

Gustavo Medina-Tanco

En el segundo semestre de 2023, México enviará su primera misión espacial a la superficie de la Luna. Se trata de la primera misión mexicana —e iberoamericana— en tener como objetivo nuestro satélite. La importancia de este proyecto, encabezado por la UNAM y su Laboratorio de Instrumentación Espacial, LINX, va mucho más allá de su valor simbólico, pues será la primera etapa de una estrategia innovadora de desarrollo científico y tecnológico a largo plazo en el sector espacial. Para entender su impacto, antes debemos comprender cómo ha ido cambiando nuestra relación con el espacio exterior.

Desde el inicio de la agricultura y hasta mediados del siglo XX, el espacio exterior era visto como una herramienta auxiliar en la ciencia, los cultivos y otras actividades de la civilización humana. No había presencia de tecnología más allá de nuestra biósfera, y por ello a ese periodo se le conoce como Espacio 1.0. Espacio 2.0 designa la etapa de las primeras actividades de nuestra especie en el espacio exterior y tiene como hito fundamental la carrera espacial en el contexto de la Guerra Fría. Fue una época de competencia tecnológica estratégica, dominada por dos grandes bloques geopolíticos y sus agencias espaciales. El Espacio 3.0 es un momento de apertura a otros grandes actores internacionales en el marco de un ideal de cooperación tecnológica y cultural. Su ícono es la Estación Espacial Internacional. Espacio 2.0 y 3.0 son lo que en gene-

◀ Guillermo Ferla, 2019. Unsplash ©

Las últimas dos décadas han visto la creación de decenas de agencias espaciales en países emergentes.

ral nos viene a la mente cuando pensamos en acceso al espacio: agencias con presupuestos multimillonarios —como NASA, ROSCOSMOS, ESA, CNES, ASI, JAXA o CSA— que trabajan a la par de grandes empresas de los sectores civiles y de defensa como Boeing, Airbus, Lockheed Martin, Thales Alenia Space, Northrop Grumman o Leonardo. El Espacio 3.0 nos suena ajeno y prácticamente inaccesible. Por el contrario, el Espacio 4.0 representa una revolución cualitativa y cuantitativa en el sector espacial. Gracias a la miniaturización de la electrónica, a los avances en nanomateriales, inteligencia artificial y manufactura aditiva; así como al abaratamiento de los costos de lanzamiento, resultado de las nuevas tecnologías para reutilización de los cohetes, el umbral de acceso al sector espacial ha disminuido sustancialmente. Este nuevo límite ha provocado una multiplicación de nuevos actores, aplicaciones y servicios innovadores. Las últimas dos décadas han visto la creación de decenas de agencias espaciales en países emergentes, la generación de millares de *startups* disruptivas y pequeñas empresas espaciales, así como el ingreso efectivo de la academia a ese sector. Esta última no solo forma recursos humanos, sino lidera ahora proyectos de innovación y genera semillas de nuevos servicios y negocios.

Actualmente, el Espacio 4.0, o “nuevo espacio”, está centrado en órbitas bajas de entre 300 y 1500 kilómetros de altura, donde se implementarán constelaciones de satélites para nuevos tipos de servicios de internet global —brindado por Starlink de SpaceX o Project Kuiper de Amazon—, y de observación de la Tierra en tiempo real —ofrecido por Satello-

gic o Prometheo—. Pero no solo eso. También se han pensado nuevos tipos de servicios como gasolineras espaciales para recarga de combustible a satélites o polos industriales orbitales que alberguen y provean asistencia a fábricas espaciales de medicamentos, nanomateriales, semiconductores u otros productos manufacturados en condiciones de microgravedad. La energía requerida será producida en grandes cantidades y de forma constante por constelaciones de paneles solares orbitales y será distribuida vía microondas tanto a consumidores en la Tierra como a los orbitales. Asimismo, las agencias espaciales de China y Europa, Solaris y ESA, respectivamente, han realizado estudios de viabilidad para el despliegue de sistemas similares. Por su parte, el instituto de Caltech realizó con éxito en 2023 el proyecto MAPLE, el primer prototipo de generación de energía solar en órbita y su transmisión a Tierra, como un demostrador tecnológico. En las próximas décadas, esta pudiera ser una solución a los problemas energéticos de la humanidad.

Otro de los proyectos concebidos plantea generar una infraestructura digital en órbita que permita interconectar y controlar dispositivos terrestres, marítimos y aéreos. También se trabaja en la creación de centros de cómputo de alto desempeño y nubes de datos para procesar información en la órbita terrestre baja. Así se podrán consumir y disipar eficiente y ecológicamente las grandes cantidades de energía requeridas por los servicios de *blockchain* e inteligencia artificial en los que se basará la economía mundial del futuro. Esto permitirá también garantizar su seguridad frente a catástrofes naturales en la superficie terrestre. Esta infraestructura digital se extenderá a la Luna, y eventualmente hacia el

sistema solar interior y sus asteroides, a través de LunaNet, una nueva internet adecuada para administrar las distancias involucradas y los retardos de comunicación debido a la velocidad finita de la luz. De hecho, en la próxima década el Espacio 4.0 tiene contemplado extenderse para lograr una presencia permanente del ser humano y su tecnología en la Luna mediante del programa Artemis, en el que participan 28 países, principalmente del bloque occidental, liderados por Estados Unidos. Por su parte, China y Rusia han desarrollado programas similares.

La Luna tiene características únicas que la vuelven singular para la investigación científica básica y aplicada en áreas como física, astrofísica, química, planetología, origen y evolución del sistema solar, biología, medicina, entre otras. Se trata de un entorno con vas-

tas extensiones deshabitadas, cráteres aislados, bajo ruido sísmico, un vacío mejor que el de cualquier laboratorio terrestre, grandes volúmenes de medio ambiente a temperaturas criogénicas, ausencia de atmósfera o ionósfera, una cara dirigida permanentemente hacia la Tierra y otra al hemisferio opuesto, apartada de los ruidos de radio humanos, pero no tan distante como para ser inaccesible para los láseres emitidos desde la Tierra.

La inexistencia de una ionósfera, por ejemplo, permite la instalación de observatorios de radio a frecuencias inferiores a 30 MHz de gran interés para el estudio de las épocas oscuras del universo: entre la emisión del fondo de microondas, la formación de la primera generación de estrellas y la reionización del medio intergaláctico. El lado lejano de la Luna, silencioso en radiofrecuencias, permite la construc-



Estampilla conmemorativa del primer paso de Neil Armstrong en la Luna, 1969

ción de observatorios centrados en la línea de 21 centímetros de hidrógeno neutro, que se espera que contenga información fundamental sobre la historia térmica del medio intergaláctico temprano, las propiedades radiactivas de los primeros fenómenos astrofísicos complejos entre $z \sim 150$ y $z \sim 6$,¹ lo que complementaría las observaciones del telescopio espacial James Webb.

Por otro lado, los ruidos sísmicos y newtonianos constituyen una importante fuente de fondo en los detectores de ondas gravitacio-

nales terrestres. Sobre la Luna, la ausencia de mareas oceánicas, vientos y fuentes de ruido humano permite reducir el ruido de fondo por un factor de mil comparado con la Tierra. Las profundidades oscuras de los cráteres en el Polo Sur lunar pueden proveer así un ambiente con temperaturas criogénicas de 30 Kelvin y un vacío mil veces mejor que el del observatorio de ondas gravitacionales LIGO. Con sus más de 40 kilómetros de diámetro, estos cráteres son el entorno ideal para construir un detector de ondas gravitacionales entre 0.1 y 10 Hz que complemente el hueco de información dejado por el observatorio LIGO y el proyecto LISA.

Estos son solo dos ejemplos de los muchos detectores de gran ciencia que pueden ser establecidos en la superficie lunar. Sin embar-

¹ La variable z se usa para representar la forma en la que se distribuye la energía de las ondas electromagnéticas. Cuando z tiene valores positivos significa que existe un "corrimiento al rojo", es decir, que las ondas percibidas están más cerca del tipo de ondas de mayor amplitud. Cuando su valor es negativo, ocurre lo contrario: un "corrimiento al azul" [N. de los E.].



Soviéticos estén orgullosos, abrieron el camino a las estrellas, póster de propaganda soviética. World History Archive ©

En esta nueva época el ser humano no irá a la Luna de visita, sino para quedarse y realizar diversas actividades, muchas de ellas con fines comerciales.

go, la Luna no solo es importante para la investigación científica. Nuestro satélite posee recursos minerales sumamente valiosos como agua, tierras raras, aluminio, berilio, litio, zirconio, titanio, niobio, tantalio, torio, uranio, helio-3, entre otros. Dado que el transporte de materiales entre la Tierra y la Luna es muy costoso, la presencia de estos recursos minerales es un habilitador fundamental para el establecimiento de la civilización humana y el desarrollo de labores científicas, tecnológicas y comerciales en la Luna.

En esta nueva época el ser humano no irá a la Luna de visita, sino para quedarse y realizar diversas actividades, muchas de ellas con fines comerciales: minería, construcción de infraestructura física y digital, fábricas de materiales y componentes, fabricación de robots, reactores nucleares y naves espaciales, producción de combustibles para naves espaciales, alimentos, energía solar y nuclear, construcción de hábitáculos humanos, operación y mantenimiento de redes de comunicación, entre otros.

A pesar de contar con décadas de atraso en el sector espacial, nuestro país es uno de los signatarios de los Acuerdos de Artemis. Sin embargo, si no contamos con tecnologías propias de relevancia para aplicación lunar, difícilmente seremos un actor efectivo en ese proceso. COLMENA es entonces la estrategia del LINX para cubrir esta carencia.

El ambiente espacial es demasiado inhóspito para el ser humano. La gran mayoría de las tareas cotidianas en la Luna tendrán que ser realizadas por robots autónomos o controlados de forma remota. Estas máquinas serán altamente complejas y podrán incluir sensores sofisticados e inteligencia artificial, lo que incrementaría su tamaño, su costo y limita-

rían su disponibilidad. Su complejidad, en términos de ingeniería, se traduce en fragilidad; una pequeña falla en una de esas máquinas puede propagarse de manera catastrófica y llevar al fracaso a una misión completa. Estos obstáculos nos obligan a pensar en una vía alternativa, o quizá complementaria: el desarrollo de enjambres de robots relativamente simples que al trabajar en forma cooperativa puedan realizar tareas muy complicadas.

Los enjambres de grandes números de individuos idénticos que se distribuyen el trabajo en forma equitativa son una estrategia conocida que adoptan muchos insectos sociales en nuestro planeta. Ofrecen una serie de ventajas prácticas desde el punto de vista de la ingeniería: cuentan con capacidad de autoorganización y propiedades emergentes de un sistema complejo, es decir, el conjunto tiene propiedades que las partes aisladas por sí solas no. Estos robots tienen un bajo costo unitario, se pueden producir a escala, son robustos, pueden adaptarse a situaciones inesperadas y adecuarse al trabajo en baja gravedad (una cualidad que es importante para operar en la superficie de asteroides, por ejemplo). Además, un enjambre de decenas de millares de individuos puede perder una fracción importante de sus miembros y ver su eficiencia degradada, pero no anulada, lo que lo vuelve resiliente. Adicionalmente, si el trabajo lo realizara un robot muy sofisticado, actualizar el sistema tras la aparición de una nueva tecnología implicaría cambiarlo por completo. Sin embargo, al utilizar enjambres, el sistema se actualiza por partes, de modo que las diferen-

tes generaciones de robots pueden coexistir y cooperar en un sistema único.

La estrategia innovadora de LINX consiste en desarrollar esta tecnología en México desde ahora y hasta la década de 2030. COLMENA es la primera de una serie de al menos tres misiones enviadas a la superficie lunar, y tiene como objetivo la obtención de una herramienta madura que pueda ser utilizada para aplicaciones prácticas de exploración científica, prospección o extracción minera.

Un robot pequeño, a escala de centímetros, es diferente en muchos aspectos fundamentales a uno grande con escala de metros. Por lo tanto, un robot de COLMENA no es una versión miniaturizada de un modelo grande. Su pequeña escala no le permite adoptar las técnicas usuales de mitigación de los efectos de la radiación o térmicos a los que está expuesto y plantea una interacción diferente con la superficie lunar, en particular con el regolito lunar y el plasma polvoroso que levita hasta

este ambiente de granos cargados y polarizados electrostáticamente afecta las comunicaciones y produce daños mecánicos, cortocircuitos en la electrónica y *blanketing* de paneles solares. Los objetos masivos ejercen suficiente presión sobre el regolito como para que las partículas, que son muy irregulares, se bloqueen entre ellas y formen una superficie resistente. Por lo tanto, un vehículo pesado puede rodar o un astronauta caminar sin hundirse en ese terreno. Los granos más grandes, con tamaños de un micrón, no consiguen levitar y se quedan en la superficie, pero se repelen mutuamente con otros granos semejantes. Es probable que un vehículo pequeño y más liviano, como un robot de COLMENA, se enfrente a una especie de fluido sobre el cual debe navegar en vez de rodar. Estos problemas son incertidumbres muy difíciles de validar en un laboratorio terrestre. Una de las misiones es producir información sobre el comportamiento del medio de interacción con un objeto pe-

Un robot pequeño, a escala de centímetros, es diferente en muchos aspectos fundamentales a uno grande con escala de metros.

alturas de 30 centímetros en el lado diurno. El regolito, un polvo muy fino, con dimensiones medias de unas pocas decenas de micrones, pero con granos que pueden medir tan solo algunos nanómetros, forma una capa de entre 20 y 100 metros de espesor sobre la Luna. Debido a la ausencia de atmósfera, la radiación UV del Sol llega a la superficie sin atenuarse y carga electrostáticamente al regolito. Esto provoca que los granos con dimensiones inferiores a un micrón sean repelidos por la superficie y leviten formando una capa de dos o tres decenas de centímetros. Si no es mitigado,

pequeño, algo que será muy relevante para el diseño de las misiones siguientes. Ya que muchas propiedades de esta capa límite se desconocen, COLMENA realizará mediciones sobre los tamaños medios de los granos en levitación, su densidad, constante dieléctrica efectiva, atenuación electromagnética, temperaturas, y otras características.

COLMENA será un enjambre de cinco robots que analizarán los problemas de sobrevivencia de objetos pequeños en todas las fases de la misión, desde el lanzamiento y la trayectoria cislunar hasta el alunizaje y la operación en

la superficie lunar. Cada robot tiene un diámetro de poco más de 10 centímetros, una altura de 4 centímetros y una masa de 56 gramos. Toda su electrónica incluye sistemas de potencia solar, sistema de emergencia de potencia, computadora de bordo, sistemas de telecomunicaciones, sensores de campo magnético, corrientes, tensión, proximidad y temperaturas, acelerómetros, giroscopio magnetómetro 3D y motores para locomoción. Además, están implementados en un único circuito impreso y embebidos en la estructura mecánica manufacturada aditivamente. Los robots deberán ser transportados hasta la Luna en un contenedor, y desplegados sobre la superficie lunar lo suficientemente lejos de la nave madre para no quedar en su sombra o sobre terreno muy perturbado por los cohetes durante el alunizaje. La misión incluye también un sistema TTDM, formado por una cazoleta cilíndrica cerrada y térmicamente protegida, donde los robots irán acomodados como galletas en un paquete. Este contenedor está montado sobre una catapulta que los eyectará sobre la superficie después de un alunizaje exitoso. El TTDM quedará en la nave madre y hará de estación de telecomunicaciones entre el centro de control en Tierra y los robots. También cuenta con una computadora a bordo que procesa los datos de los robots, así como sensores y sistemas de radio de diversas frecuencias con los que interactúa para la realización de las mediciones. Una vez en la Luna, la misión tendrá una duración de aproximadamente diez días terrestres, desde media mañana lunar hasta el atardecer lunar, tiempo suficiente para cumplir con los objetivos científicos y de ingeniería programados.

COLMENA fue concebido, diseñado y construido en el LINX por un equipo multidiscipli-



Pequeños invitados en el palacio de la Luna, póster chino de principio de los setenta, después de enviar los satélites DFH-1 y SJ-1 al espacio, 1969

nar de más de 250 alumnos de carreras tan variadas como ingeniería, física, matemáticas, astronomía, geología, psicología, arte, diseño y derecho.

La misión está integrada al módulo de alunizaje, probada y lista desde febrero de 2023. Será lanzada por el cohete Vulcan-Centauro de la empresa United Launch Alliance, ULA, desde Cabo Cañaveral en Florida, Estados Unidos, y transportada hasta la Luna por el módulo Peregrine de la empresa Astrobotic. Será operada desde el Centro de Operación y Control de LINX en el Instituto de Ciencias Nucleares en la UNAM. Actualmente, el LINX trabaja en la segunda misión de la serie, Moon Worm (o COLMENA 2). **U**

POEMA

DOS POEMAS SOBRE LAIKA

LAIKA O DEL REGRESO

Elisa Díaz Castelo

aquí en la tierra
empezaste

en una ciudad con todo
idéntica a las otras

algunas noches
las calles de Moscú

son más oscuras
que el espacio exterior

las farolas son soles
parpadeantes y rotos por el frío

oculta bajo una hora
de cartón y placenta

a ciegas como todos
empezaste

en el laboratorio
pesaron tu hambre

y te dieron un nombre
laika: la que ladra

así empezaste
te bautizó tu voz

tuviste suerte
luego tuviste

que quedarte quieta
días y semanas

en una cápsula diminuta
pequeña Laika

la docilidad mata
aprendiste

a pertenecer a tu ataúd
así empezaste

así empezamos
todos

en camino al espacio
tu vida y milagros

(almohadillas moteadas
cincuenta músculos

tan sólo en las orejas
todos los dientes que tenías

y los que te faltaban
tu linaje de esquinas

y mañanas al sol)
aquí en la tierra

quedaron resumidas
a la clave morse de tus signos

vitales a la línea
y punto de tu pulso

y a la frecuencia
de tu respiración

acelerada
viviste siete días

en el espacio sola
qué viste

llena de hambre
ladrándole a la tierra

se terminaba tu aire
y tú seguiste

dócil como el olvido
te alejaste

aunque querías vivir
los hombres no planearon

tu regreso
los hombres no notaron

la selección antrópica
de tus cruces oscuros

al fin y al cabo
sabían que no hay regreso

te quedaste sin aire
te quedaste sin voz

te bautizó tu muerte
ahí empezaste

vaya logro el nuestro:
a la mitad de la nada

el cadáver de un perro
nos orbita

LAIKA O DE LA PARTIDA

Adalber Salas Hernández

Desde la claraboya, el espacio es una piedra
abierta, generosa en soles.
Y la galaxia una vía pálida
que se persigue la cola. Pero
en este punto de la órbita no se deja ver
el perro de Orión, la estrella que parpadea
como si jadeara. Laika mira y
el calor en su cabina se hace insoportable,
como un lazo al cuello, un garrote
invisible. Laika, la representante más digna
de nuestra especie, nuestra última profeta,
arrebataada por una carroza ardiente,
arrojada al cielo para que hable
con la voz que planea sobre los montes
y le devuelva las tablas de la ley
—no, gracias, ya no las necesitamos.
Se sobrecalienta el Sputnik II y Laika
ladra en círculos, sin iluminaciones
de hojalata, sin epifanías voraces;
ladra en nombre de todo su siglo
y del siguiente. Y dios, que no existe
pero siempre presta atención,
la escucha. Allá arriba, la música
de las esferas suena como un
toque de queda, la alarma terca
del despertador del juicio final.
Laika la oye por encima de sus ladridos
cada vez más débiles, mientras
entra disparada al reino de los cielos,
pasando por el ojo de una aguja
sin pupila.





ECLIPSES EN MÉXICO 2023 Y 2024

Julieta Fierro

Uno de los espectáculos más extraordinarios de la naturaleza son los eclipses totales de Sol. Vale la pena admirar cómo la Luna cubre al Sol en pleno día. Va pasando poco a poco delante de él y mucho más rápido de lo que uno se imagina, de repente, se hace de noche, la totalidad del horizonte se pone del color del atardecer, se ven las estrellas y logramos observar la corona solar, una de las capas externas de nuestra estrella, generalmente invisible.

En cambio, durante los eclipses anulares, la Luna no cubre al Sol en su totalidad, aunque los centros de sus discos sí coinciden. En este tipo de eclipses el disco oscuro de nuestro satélite aparece rodeado de un anillo brillante.

El eclipse solar del 14 de octubre de 2023 en el sureste de México será anular, es decir que la Luna no cubrirá totalmente al Sol, aunque pasará delante de él. Se verá como parcial en toda la República Mexicana y la anularidad se observará desde Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Dependiendo del sitio, comenzará alrededor de las 9:45, la anularidad será visible de 11:26 a 11:27 y una hora más tarde, terminará.

El eclipse del 8 de abril de 2024 será un eclipse total. Se observará en el norte de nuestro país y se verá como parcial en casi todo nuestro te-

◀ *Eclipse*, Zoltan Tasi, 2020. Unsplash ©



Joan Miró, *Mujer frente a un eclipse, despeinada por el viento*, 1967. © Hirshhorn Museum and Sculpture Garden

rritorio, salvo en los extremos noroeste y sureste del país. Las predicciones meteorológicas muestran cielos probablemente despejados y los sitios recomendados para observar la totalidad, es decir el ocultamiento completo del Sol, son: Mazatlán en Sinaloa, Nazas en Durango y Piedras Negras en Coahuila. El evento ocurrirá desde las 12 hasta las 14:40 horas, aproximadamente. La totalidad durará unos cuatro minutos. El ancho de la sombra del Sol será de 122 km; o sea que se podrá observar el eclipse total a 60 kilómetros a la redonda.

BREVE CRONOGRAMA DE UN ECLIPSE DE SOL

La palabra "eclipse" proviene del griego *ékleipsis*, que significa desaparición. En astronomía nos referimos a un eclipse cuando un astro pasa delante del otro y lo oculta a ojos de quien lo observa desde la Tierra o desde un punto determinado del espacio.

Los eclipses de Sol se producen cuando la Luna se interpone entre nuestra estrella y el sitio de la Tierra donde se encuentra el observador. Como ocurren durante el día, cuando la Luna no se ve, es como si de pronto el Sol comenzara a desaparecer. Los eclipses totales duran varias horas a partir del momento en que el disco lunar empieza a cubrir nuestra estrella. La totalidad, es decir, cuando el centro del disco lunar coincide casi con el del Sol, dura solo unos cuantos minutos.

Existe una casualidad extraordinaria: el tamaño aparente de la Luna es casi igual al del Sol. Nuestra estrella tiene un diámetro unas 400 veces mayor que nuestro satélite, pero está 400 veces más lejos. Por lo tanto, cuando el centro de la Luna coincide con el del Sol, lo cubre totalmente y se produce un eclipse. Las distancias entre la Tierra, la Luna y el Sol cambian ligeramente. Así que en ocasiones la Luna no logra cubrir totalmente el disco solar, aunque los centros aparentes de ambos astros sí coincidan. Es entonces cuando observamos a la Luna rodeada de un anillo incandescente.

Durante las fases de parcialidad, cuando la Luna no cubre totalmente al Sol, no parece suceder gran cosa: nuestro ojo se adapta a la disminución de la radiación solar y vemos el paisaje como de costumbre. Sin embargo, durante la totalidad, cuando la Luna tapa por completo al Sol, se hace de noche y se ven las estrellas. Si uno coloca una sábana o superficie blanca sobre el piso observará poco antes de la totalidad las "sombras volantes" del viento, franjas de luz y sombra que se desplazan sobre la tela.

Justo en ese momento se observa el *anillo de diamante*, que es cuando la luz solar pasa por algunos cráteres lunares y los ilumina; después aparece la cromósfera, la capa rojiza del

Sol y luego, finalmente, se ve la gloriosa corona, una de las más externas, pero que no podemos observar porque la opaca la fotosfera (la parte del Sol que vemos a simple vista).

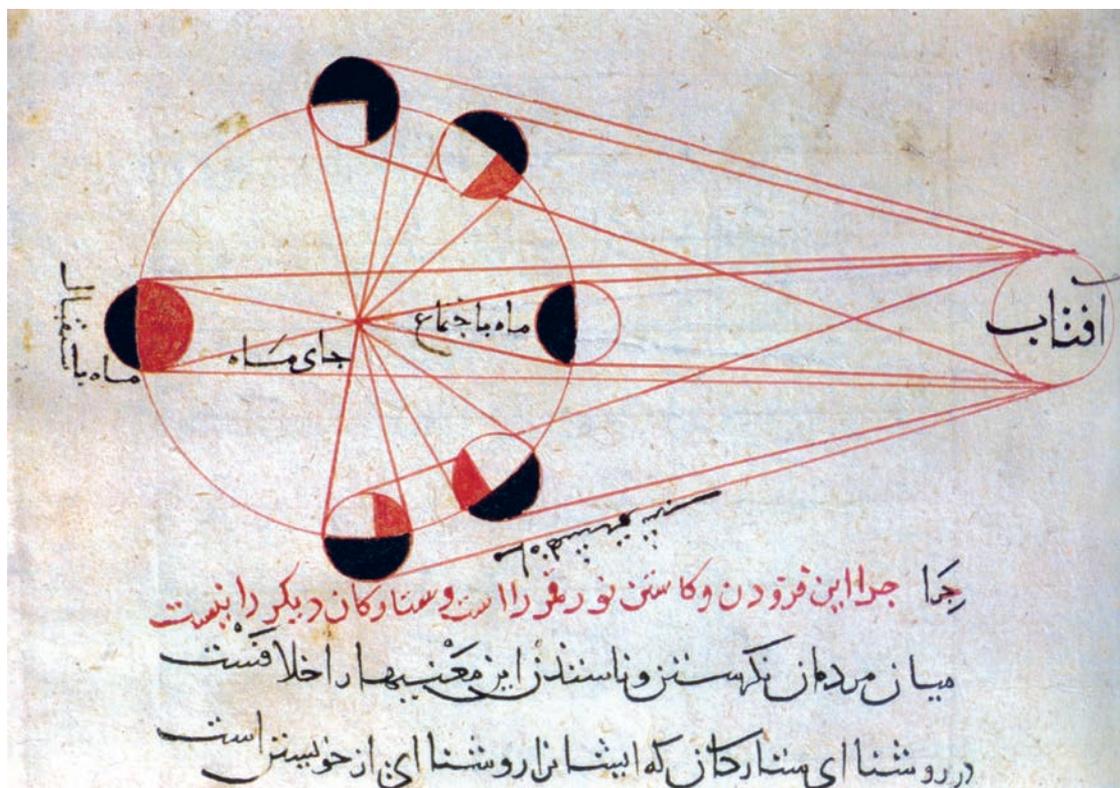
LA CIENCIA ANTIGUA Y LA MODERNA ANTE LOS ECLIPSES

Para predecir los eclipses, grandes culturas como la maya observaron detenidamente las trayectorias aparentes de la Luna y del Sol en el cielo. En el códice de Dresde hay tablas que, por medio de cálculos, establecen cuándo ocurrieron los eclipses del pasado y predicen los del futuro. Además, los mayas aprendieron a vaticinar los tránsitos de Venus, es decir los días en que este planeta pasaría delante del

disco solar. Crearon un calendario basado en observaciones astronómicas que se empleó en toda Mesoamérica.

Durante los eclipses de Sol en el mundo mexicano, las mujeres embarazadas se colgaban un pedernal para evitar que sus bebés nacieran con labio leporino y se practicaban sacrificios humanos de albinos. Los mayas y los mexicas se referían a los eclipses como el Sol roto y el Sol comido respectivamente. En otras culturas precolombinas atribuían algunas de las desgracias a la ocurrencia de eclipses.

La ciencia moderna debe a los eclipses las primeras observaciones de las capas externas del Sol, que tienen menor brillo y que por lo regu-



Fases de la Luna del manuscrito Kitab al-Tafhim, Al Bruni, 1029 a.C. © Science History Images

Los telescopios modernos terrestres logran observar las capas externas del Sol y de otros astros empleando coronógrafos.

lar son opacadas por la fotosfera. Más allá de ella, está la cromósfera. Este nombre tiene que ver con su color rojo intenso. Cuando se analizó en 1868, se descubrió el helio, que lleva el nombre del dios griego del Sol: Helios. Aún no se había descubierto este elemento en la Tierra. También se puede observar la corona solar, que está a 2000000 °C a diferencia de las fotosfera que está a 5500 °C.

Algunas partículas del Sol recorren grandes distancias, llevadas por el viento solar. Nuestro sistema solar termina, precisamente, cuando este viento con partículas eléctricamente cargadas interactúa con los vientos de las estrellas vecinas.

Durante los eclipses se han descubierto explosiones solares, también se ha analizado la manera en que está estructurada la ionósfera terrestre. Al colocar receptores de radio en sitios escogidos, se pudo medir cómo variaba esta capa de nuestra atmósfera, caracterizada por la presencia de partículas eléctricamente cargadas por la radiación solar.

Los telescopios modernos terrestres logran observar las capas externas del Sol y de otros astros empleando coronógrafos: pantallas opacas que se colocan delante de las secciones más brillantes del astro observado, lo que permite ver las regiones más tenues que los rodean.

Además, la curvatura del espacio-tiempo que predijo Einstein se comprobó cuando Eddington observó las estrellas cercanas al Sol durante un eclipse. Einstein vaticinó que los rayos de luz se desviarían de sus trayectorias rectas al pasar por la vecindad de cuerpos con masas considerables. A inicios del siglo XX, Eddington viajó a África para observar

un eclipse solar y fotografió las estrellas que estarían detrás del Sol para ver si sus posiciones cambiaban de lugar y así ocurrió. Fue un gran momento para la aceptación pública de la teoría de la relatividad.

Ahora hay satélites que pueden observar con mayor detalle las distintas capas solares y radiotelescopios que logran percibir los cambios de posición de las estrellas durante el día, cuando el disco solar pasa cerca de ellas. Los estudios recientes analizan los eclipses que ocurren entre los planetas del sistema solar y sus numerosos satélites. Se estudia también a los planetas extrasolares cuando pasan delante de sus propias estrellas, ocultando parte de la radiación. Gracias a esto se pueden analizar sus tamaños, atmósferas y anillos. Si las atmósferas presentan gran variedad de compuestos orgánicos, podría ser indicación de vida extraterrestre en esos mundos.

RECOMENDACIONES PARA OBSERVAR LOS ECLIPSES

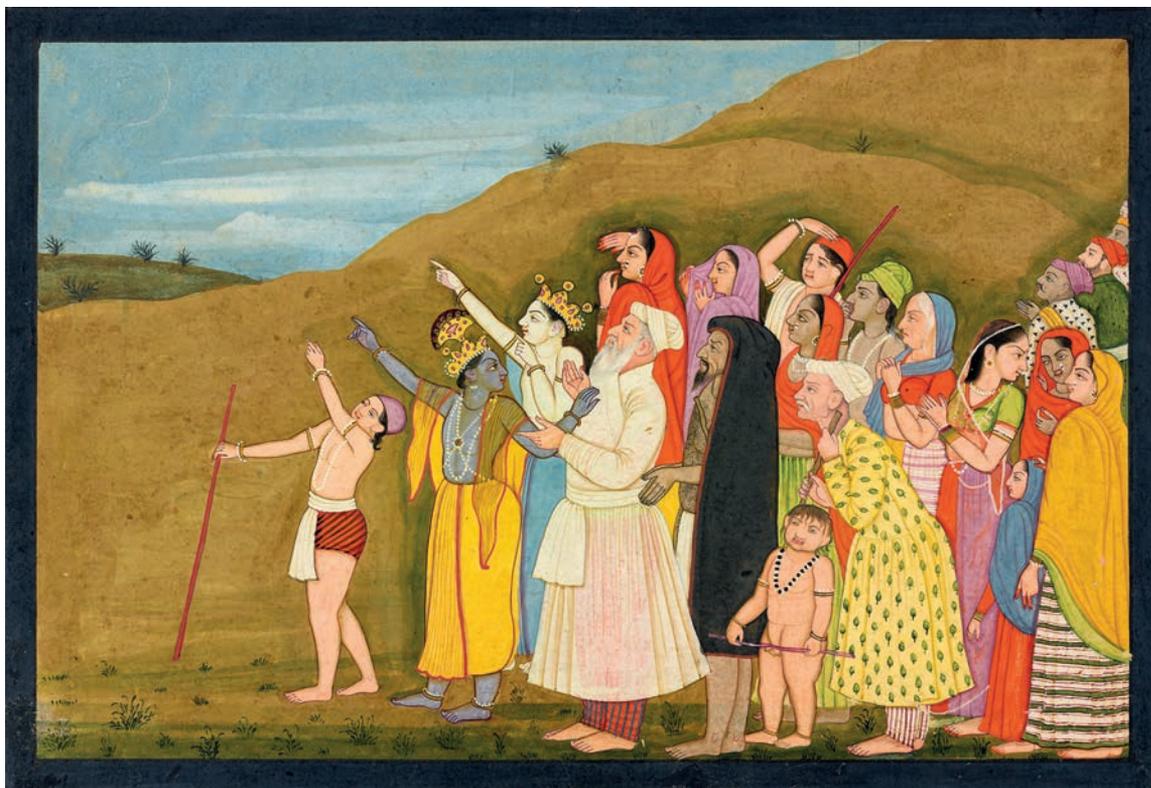
La intensidad de la radiación del Sol es tan elevada que no es recomendable voltear a verla directamente. Puede inflamar e incluso quemar la retina. Para observar un eclipse de Sol cuando no está en su totalidad se requieren filtros especiales, también funcionan los lentes de soldador del número 12 o superior. Primero se deben cubrir los ojos y después buscar el eclipse. Ni los lentes de sol tradicionales (aunque sean polarizados), ni el reflejo en el agua son seguros para ver el disco solar, su radiación es demasiado alta y dañina. Solo durante la totalidad, cuando la Luna cubre en su integridad el disco solar y se ven las estrellas, se debe voltear a ver el eclipse.

En México suele estar despejado de noviembre a abril, pero el clima no es sencillo de pre-

decir. Tenemos registros de expediciones importantes para observar eclipses que se vieron frustradas por días nublados e incluso por lluvia. Sucedió por ejemplo en San Luis Potosí en 1984. Fue una desilusión para los observadores y el gobernador, quien se esmeró en recibir a científicos y turistas. Por fortuna el Parque Tangamanga que inauguró para la ocasión sigue decorando la ciudad capital. Otro ejemplo famoso fueron las dos misiones que organizó Eddington en 1919 para comprobar la teoría de la relatividad de Einstein. La que fue en Brasil no tuvo éxito por las lluvias torrenciales, mientras que la de África se pudo llevar a cabo con éxito porque dejó de llover poco antes del eclipse y se pudo fotografiar. Por ello es

necesario revisar las condiciones meteorológicas con algunos días de antelación para localizar el sitio idóneo de avistamiento.

Unirse a algún grupo de aficionados a la astronomía es una buena idea para observar el eclipse. Los miembros de estas sociedades suelen conocer sitios seguros y con buena visibilidad, cuentan con telescopios equipados con filtros especiales para observar al Sol durante las fases parciales y totales del eclipse; además las pueden proyectar sobre una pantalla. Varias de las sociedades de aficionados tienen talleres de uso y construcción de telescopios, así como reuniones donde imparten charlas para todo público o talleres para niños. **U**



Anónimo, *Krishna y su familia admiran un eclipse solar*. ca. 1770. © National Museum of Asian Art



LA IMPORTANCIA DE LAS GALAXIAS PARA EXPLORAR EL UNIVERSO

Sebastián Sánchez

EL ORIGEN DEL CONCEPTO

El estudio de las galaxias (del griego *galaktos*, que significa "leche") como entidades independientes y externas a la Vía Láctea —a la que pertenece el Sol— tiene apenas cien años. A pesar de que se descubrieron como objetos hace más de un siglo¹ fue en la década de 1920 cuando, gracias a las exploraciones de Edwin Hubble, finalmente se entendió que se trataba de elementos similares a nuestra propia galaxia, externos a la misma y situados a enormes distancias con respecto a su tamaño. Hoy sabemos que existen miles de millones de ellas y que son las constituyentes esenciales de nuestro universo.

COMPONENTES DE LAS GALAXIAS

Al igual que la Vía Láctea, el resto de las galaxias están constituidas esencialmente por estrellas, producto de las reacciones termonucleares que transforman el gas primordial (principalmente hidrógeno y helio, como mostró el mexicano Manuel Peimbert en los años setenta del siglo pasado) en la cascada de elementos físicos que pueblan la tabla periódica. El gas es uno de los componentes principales de las galaxias y se extiende más allá de las regiones donde se encuentran las estrellas. Este gas

¹ En el siglo XVIII, los astrónomos C. Messier y W. Herschel ya habían observado y catalogado este tipo de objetos, y a finales del siglo XIX J. Scheiner había explorado la distribución de luz en diferentes rangos de colores de la galaxia de Andrómeda.

puede tomar diversas formas: alcanza temperaturas que van desde millones a decenas de grados, y densidades de menos de una partícula por milímetro cúbico a otras tan altas como decenas de miles de partículas por centímetro cúbico. Es en este gas frío y denso que se forman las estrellas.

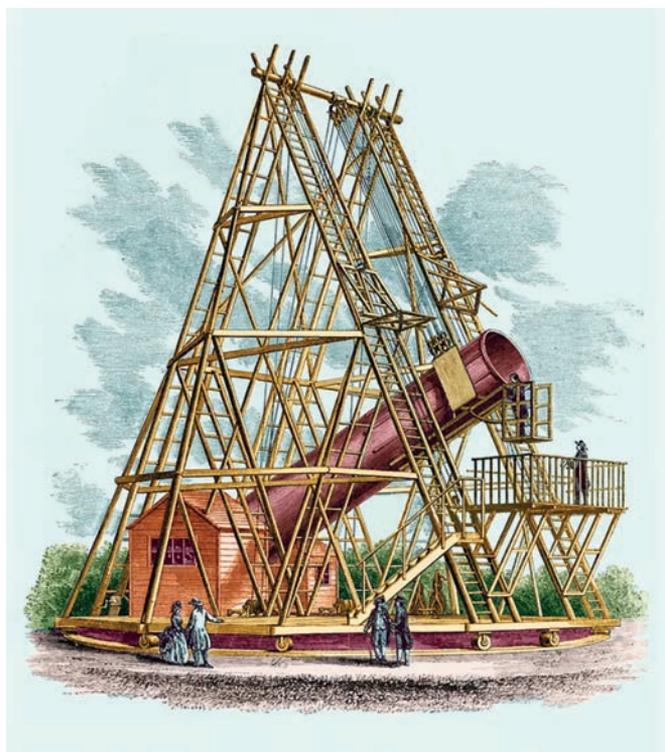
Cuando se acaba el hidrógeno, las estrellas masivas explotan en forma de supernova o pierden sus capas exteriores de forma más lenta (gigantes rojas), hasta apagarse. Los elementos que se formaron en su interior entonces se liberan y polucionan el gas en su entorno, que cambia su composición química con cada ciclo de generación y apagado de estrellas. Los elementos pesados pueden agregarse hasta formar granos de polvo que, aunque representan menos del 1 por ciento de la masa total de una galaxia afectan las observaciones que hacemos de ellas: el polvo dispersa y absorbe la luz, atenuándola y cambiando sus colores.

Gracias al estudio de las órbitas que describen las estrellas, el gas y el polvo (componentes que forman un sistema dinámico autogravitante) se descubrió un componente adicional en las galaxias: la materia oscura, descubierta por la astrónoma V. Rubin. No es observable de forma directa, pues al no ser sensible a las fuerzas electromagnéticas, no emite ni absorbe luz; sin embargo, es necesaria para explicar el movimiento observado. La materia oscura se extiende hasta alcanzar tamaños mucho mayores que el resto de los componentes y forma lo que se conoce como "halo", y representa aproximadamente el 90 por ciento de toda la materia en las galaxias (apenas del 20 al 50 por ciento en la región ocupada por las estrellas, el gas y el polvo). Estos halos, formados instantes después de la Gran Explosión a

partir de pequeñas fluctuaciones de densidad, trazan la estructura misma del universo y constituyen uno de los objetos de estudio primarios de la cosmología. Hoy sabemos que las protogalaxias se forman en estos halos como parte de la caída y concentración de gas, así como de los procesos de transferencia del momento angular (velocidad de rotación). Por lo tanto, preceden a las galaxias que los habitan.

TIPOS DE GALAXIAS

El ciclo de formación y muerte de las estrellas, la adquisición y salida de gas, y la forma en la que estos componentes están ligados en órbi-



Documentos científicos de William Herschel publicados por The Royal Society y The Royal Astronomy Society, Londres 1912. © The University of Chicago Library

Debido a que la luz se desplaza a una velocidad fija, la observación de galaxias lejanas nos informa cómo eran estos objetos anteriormente.

tas más o menos ordenadas, definen cómo se observan las galaxias. Desde los estudios seminales de Hubble hasta los resultados más recientes basados en grandes catastró de galaxias, se ha descrito la existencia de dos grandes grupos de ellas: el primero, las *galaxias espirales*, a las que pertenece la Vía Láctea, se caracterizan por tener una mayor proporción de gas frío, ser formadoras de estrellas, y por contar con poblaciones estelares jóvenes. Como estas son notablemente azules y muy luminosas, en ellas domina la luz visible; las galaxias espirales presentan también este tipo de colores. En estos objetos aparecen patrones ordenados de órbitas, distribuidos de forma más o menos uniforme en un mismo plano y conformadas por un disco, en el cual se aprecian las estructuras espirales que les dan nombre. También hay evidencias de polvo, que oscurece y modifica el color de ciertas regiones formando líneas definidas en sus espectros. Se encuentran en zonas poco densas dentro del universo.

El segundo grupo lo conforman las *galaxias elípticas*, que contienen una menor cantidad de gas frío y polvo, no forman estrellas actualmente, y muestran poblaciones estelares envejecidas. La ausencia de estrellas jóvenes masivas y luminosas les confiere un color más rojizo. Además, las órbitas en estas galaxias no siguen un patrón definido, por lo que no se localizan en un plano concreto. Como resultado, las galaxias de este tipo tienen una estructura elipsoidal triaxial. La ausencia de brazos (regiones donde se forman estrellas) hace que la distribución de luz de estos objetos sea suave, sin estructuras claramente definidas. A diferen-



El centro luminoso es el corazón de la galaxia M61, que alberga un agujero negro masivo de más de 5 millones de veces la masa del Sol.

cia de las espirales, son más frecuentes en zonas con mayor densidad de galaxias.

A las galaxias espirales se les conoce también como "galaxias tardías", y a las elípticas como "tempranas", ya que los primeros estudios supusieron (erróneamente) que las primeras se formaron más tarde que las segundas. Esta separación entre galaxias es una simplificación, pues en el centro de las espirales se encuentra una estructura llamada "bulbo", la cual puede comprender una fracción muy alta de la totalidad de la masa (y de la luz) de estos objetos o simplemente no existir. El descubri-



Galaxia espiral M61, 2021. Fotografía del ESA/Hubble y NASA, ESO, J. Lee y el equipo de PHANGS-HST ©

miento del bulbo y de la forma de los brazos espirales dio lugar a una segregación entre las galaxias espirales: las *espirales tempranas* (aquellas que presentan un bulbo prominente) y las *espirales tardías* (las que apenas presentan bulbo o carecen de él). En las zonas centrales de una fracción de las galaxias espirales (un 30 por ciento) se puede observar una estructura con forma de cilindro, compuesta por estrellas viejas cuyo patrón de órbitas gira a una velocidad angular constante. Esta estructura se conoce como “barra”, y es un gran perturbador de órbitas, lo que da lugar a trans-

ferencias de gas radicales, tanto de dentro hacia fuera como de fuera hacia dentro.

Debido a que la luz se desplaza a una velocidad fija, la observación de galaxias lejanas nos informa cómo eran estos objetos anteriormente. Las más próximas a nosotros, las que mejor conocemos y que conforman el llamado universo cercano (menos de 300 millones de años luz), cubren cerca del 2 por ciento final del tiempo total transcurrido desde que se formó el universo. En esta población de galaxias encontramos una mayor proporción de espirales (aproximadamente el 70 por ciento) que de elípticas (cerca del 30 por ciento, con más masa estelar y menor fracción de gas que las primeras). Sin embargo, estos números cambian a medida que vamos atrás en el tiempo. La fracción de espirales era más numerosa en el pasado, en general todas las galaxias contenían más proporción de gas y también formaban estrellas a mayor velocidad.

Las galaxias del pasado tenían menos masa estelar (apenas la habían formado), poblaciones más jóvenes y una metalicidad menor (los metales aún no se habían generado).² Además, las galaxias no evolucionan de forma aislada. Ya sea por el efecto de gravedad diferencial —cuando una galaxia se acerca a otra— o por la caída y fusión de una galaxia en otra, lo cierto es que interactúan entre sí. El promedio de las distancias entre ellas es actualmente mucho más grande que sus tamaños, de manera que las relaciones y fusiones son poco probables. Hay que recordar que las galaxias se agrupan, por lo que no todas están a la misma distancia unas de otras. Cada uno

² Los astrónomos designamos “metales” a todos los elementos más pesados que el helio, y “metalicidad” a la fracción de los mismos respecto del total de elementos químicos.

de estos procesos las afectan: las interacciones entre galaxias implican un intercambio de gas entre ellas y un cambio en la composición química; alteran el patrón de las órbitas, haciendo que el gas pueda caer al centro y que aumente o disminuya la formación de estrellas; generan patrones más caóticos, promoviendo la creación y el crecimiento de bulbos y galaxias elípticas. Si las galaxias se fusionan, la nueva entidad presentará una mezcla de estrellas y gas resultante de la evolución de cada galaxia por separado. Las galaxias elípticas sufrieron más fusiones, formaron estrellas en etapas más tempranas y consumieron el gas disponible (o lo calentaron). Por el con-

trario, las espirales han sufrido menos fusiones recientes y no han acabado con el gas o reciben aportes de gas externo, por lo que están formando estrellas de manera constante.

EVOLUCIÓN DE LAS GALAXIAS

Las galaxias más cercanas son consecuencia de todos los procesos evolutivos que han tenido lugar desde la formación del universo: desde la caída, colapso y formación estelar inicial de gas en un halo primitivo, hasta el árbol de fusiones entre halos, la incorporación de estrellas y gas proveniente de las galaxias con las que colisionan y la caída de gas primigenio del entorno. Estos procesos dejan huellas en cada galaxia, incluida la Vía Láctea, que permiten realizar exploraciones de auténtica arqueología o paleontología astrofísica. En la última década, el Instituto de Astronomía de la UNAM ha participado de forma activa en algunos de los proyectos más importantes enfocados en este tipo de exploraciones. Ha realizado estudios sobre las propiedades físicas espacialmente resueltas de las galaxias del universo cercano (por ejemplo, CALIFA)³ y, de forma reciente, la exploración de propiedades similares en nuestra galaxia (como el Slow Digital Sky Survey o SDSS).⁴ Los resultados de estas investigaciones se han publicado en un centenar de artículos científicos, lo que ha dado lugar a una decena de tesis de doctorado y maestría que han tenido una buena acogida por parte de la comunidad internacional, así como una gran repercusión debido a que han ampliando el conocimiento sobre las galaxias más cercanas a nosotros. **U**



Fotografía de ©César Cantú. Cortesía del artista

³ Disponible en <https://califa.caha.es/>

⁴ Disponible en <https://www.sdss.org/>

SANTIAGO GARCÍA

LA
GUERRA DE
LOS MUNDOS

JAVIER OLIVARES





LA CÁPSULA PERMANECIÓ ENTERRADA DURANTE DÍAS, ENFRIÁNDOSE LENTAMENTE.



COMO TANTOS OTROS VECINOS DE LA ZONA, YO TAMBIÉN ME ACERQUÉ A OBSERVARLA CON MÁS CURIOSIDAD QUE MIEDO.

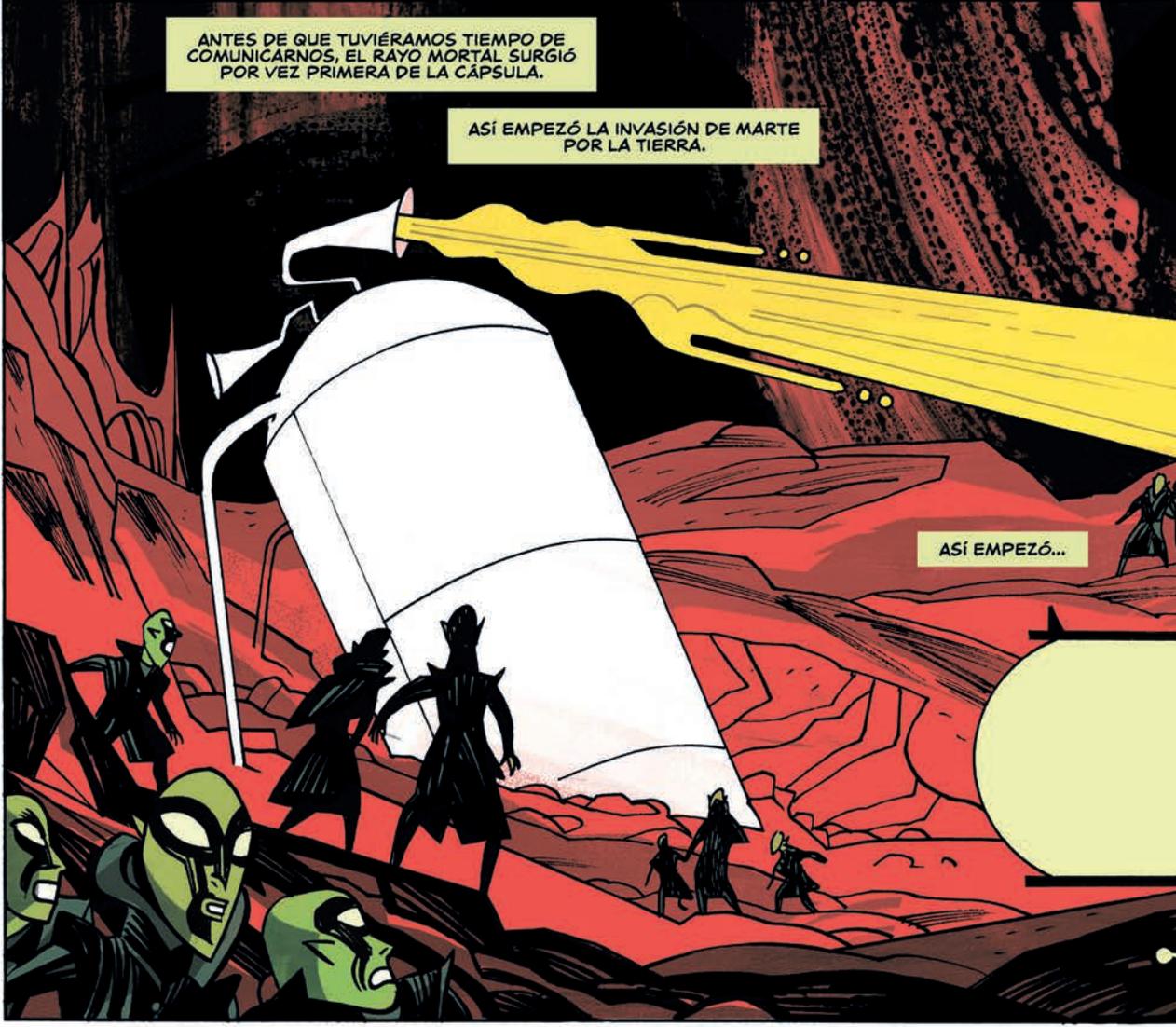


LOS CIENTÍFICOS NOS HABÍAN ADVERTIDO DE LA POSIBILIDAD DE QUE DE AQUEL CILINDRO EMERGERA VIDA INTELIGENTE Y ALIENÍGENA.

EL AMBIENTE ERA CASI FESTIVO.

ANTES DE QUE TUVIERAMOS TIEMPO DE COMUNICARNOS, EL RAYO MORTAL SURGIÓ POR VEZ PRIMERA DE LA CÁPSULA.

ASÍ EMPEZÓ LA INVASIÓN DE MARTE POR LA TIERRA.



ASÍ EMPEZÓ...



CUANDO SE HUBO ENFRIADO, LA CÁPSULA SE ABRÍÓ Y APARECIÓ UNA FIGURA. TODO EL MUNDO ESPERABA QUE SURGIERA UN HOMBRE.



POSIBLEMENTE UN POCO DISTINTO DE NOSOTROS, PERO BÁSICAMENTE UN HOMBRE.

ES LO QUE YO ESPERABA.



Y ASÍ FUE.

ERA UN HOMBRE TERRÍCOLA.



LA GUERRA DE LOS MUNDOS

POR SANTIAGO GARCÍA Y JAVIER OLIVARES
INSPIRADO EN "LA GUERRA DE LOS MUNDOS" DE H.G.WELLS

CAPÍTULO 1 · LA ÚLTIMA NOCHE DE MARTE



¡CUIDADO!



¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

ESTÁN DISPARANDO CONTRA LA GENTE.



NO SE PREOCUPE, EL EJERCITO SE ENCARGARÁ DE ELLOS.

¡ABRAN PASO!



VI CÓMO LLEGABA UN REGIMIENTO DE HÚSARES A CABALLO, ORGULLOSOS, ORGULLOSOS, CENTELLEANTES.



ME DETUVE UN MOMENTO, TODAVÍA FASCINADO POR SU GALLARDÍA, Y VOLVÍ LA MIRADA ATRÁS...

¡ALA CARGA!



...POR ÚLTIMA VEZ.

NO ME QUEDÉ A ESPERAR MÁS.

SUPE QUE SI NO SALÍA DE ALLÍ EN AQUEL INSTANTE, NO SALDRÍA NUNCA.



MIENTRAS CORRÍA, OÍ EL CREPITAR DE LAS LLAMAS A MI ESPALDA Y EL SILBIDO SECO DE LOS RAYOS, Y ASPIRÉ EL HUMO NEGRO QUE LLENABA LA NOCHE DE UN OLOR A CARNE QUEMADA.



¡ALEJENSE!

¡NO SE PREOCUPE, SOLO VAMOS A VERLO DE LEJOS!



¡TENDREMOS MUCHO CUIDADO!



¡LOCOS!
¡LOCOS!

SOLO PENSABA EN MI FAMILIA, EN RECOGER A MI MUJER Y MIS HIJOS Y LLEVARLOS A UN LUGAR LEJANO, A SALVO.



Y ENTONCES VI CÓMO EL FIRMAMENTO SE LLENABA DE OTRAS ESTRELLAS FUGACES.

COMPRENDÍ QUE ERAN OTRAS CÁPSULAS.

OTROS TERRÍCOLAS.

UNA LLUVIA DE MUERTE.



Y ENTENDÍ QUE NO HABÍA NINGÚN LUGAR A SALVO EN MARTE.

ERA EL FIN.



CUANDO LLEGUE A MI BARRIO, LOS RUIDOS DE LA REFRIEGA ERAN UN RUMOR MUY LEJANO.



¡VAYANSE!
¡HUYAN CON LO PUESTO!
¡NO PIERDAN NI UN MINUTO!
PERO NO PUEDE SER.
MAÑANA ES EL MERCADILLO.
NO PUEDE SER TAN GRAVE.



¡Locos!
POR LA MAÑANA LAS AUTORIDADES SE HABRAN HECHO CARGO DE TODO.



¿DÓNDE ESTÁN LOS NIÑOS?
¡TENEMOS QUE IRNOS YA!
¡HAZME CASO!
¿QUÉ PASA?
¡PERO...!



LA NIÑA ESTA JUGANDO EN EL JARDÍN.
¿Y EL NIÑO?
SE HA IDO CON EL VECINITO.



¡RECOCGE LO QUE PUEDES Y PREPARAOS!
NOS VAMOS EN CUANTO VUELVA.



OÍA LOS RUIDOS CADA VEZ MÁS PRÓXIMOS.
ME DI CUENTA DE QUE AQUELLO NO ERA UN SIMPLE CONFLICTO.



NOS HABÍAMOS CREÍDO LA ESPECIE DOMINANTE DE MÁRTE, Y AHORA HABÍAN VENIDO A QUITARNOS NUESTRO PLANETA DE LAS MANOS COMO NOSOTROS QUITÁBAMOS EL CORDERO A SU MADRE PARA SACRIFICARLO.



LA GENTE BAILABA. ESTABAN DE FIESTA. ERA VIERNES POR LA NOCHE.

YO EMPECÉ A LLORAR.

VOLVÍ ARRASTRANDO A MI HIJO. TODOS ME MIRABAN COMO SI EL LOCO FUERA YO.

¿ESTABA EXAGERANDO? ¿HABÍA PERDIDO LA RAZÓN POR CULPA DEL MIEDO?

ENTONCES, LO VI POR VEZ PRIMERA.

EL HOMBRE HABÍA SALIDO DEL CRÁTER, Y AVANZABA EN SUS MÁQUINAS ASESINAS.

DENTRO DE POCO, TODA LA REGIÓN ESTARÍA CUBIERTA DE AQUELLOS HORRIBLES INGENIOS DE DESTRUCCIÓN.

¿ESTÁ TODO LISTO?

¿PERO CUÁNTO TIEMPO NOS VAMOS?

¿Y A DÓNDE?

¡NO SABÍA SI COGER LAS MANTAS!

¡ESO DA IGUAL!

¡VAMOS!

BUUM

¡AAAAH!

¿QUÉ ES ESO?

¡PAPA!
¡MAMA!



¿ESTÁIS BIEN?



CREO QUE SÍ.

BUAAA

¿QUÉ HA PASADO?



DE MOMENTO NO PODEMOS MOVERNOS.



NO PODEMOS HABLAR.



PARECÍA QUE EL TRÍPODE HABÍA DEJADO DE INCINERAR PERSONAS.

AHORA A ALGUNAS LAS RECOGÍA EN UNA CESTA COMO SI FUERAN FRESAS.



VAMOS A TENER QUE QUEDARNOS AQUÍ UN TIEMPO.

AHORA NO PODEMOS SALIR.

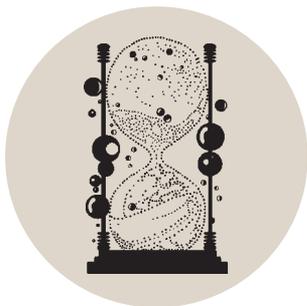
¿CUÁNTO?

¿POR QUÉ?



¡SILENCIO!





LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Luis Felipe Rodríguez Jorge

*Si yo te bajara el Sol,
¡Quemadota que te dabas!
Chava Flores*

EN EL PRINCIPIO

El universo se originó hace 13800 millones de años con la llamada “Gran Explosión”. En ese momento no solo aparecieron la materia y el espacio, sino que comenzó a transcurrir el tiempo. Fue, para decirlo poéticamente, un día sin ayer. El universo era entonces sumamente caliente y estaba en expansión, proceso que continúa hasta nuestros días. ¿Cómo fue posible que se formaran estrellas, planetas y seres humanos en un entorno que se hacía más tenue y diluido a consecuencia de su expansión?

El motivo de esta aparente contradicción es que el universo tenía regiones un poco más densas que el promedio, que se fueron contrayendo a contrapelo de la expansión, y de las que se formaron las primeras estrellas. La fuerza atractiva de la gravedad fue lo suficientemente grande en estas regiones para vencer a la expansión y permitir que el gas se contrajera hasta formar estos cuerpos con densidades mucho más grandes que la densidad promedio del universo. En la actualidad, una estrella como el Sol tiene una densidad promedio similar a la del agua

En el cúmulo globular NGC 6652 las estrellas se fusionan en un núcleo brillante en el centro y se extienden gradualmente hacia los bordes, dando paso a un fondo oscuro y vacío. Cúmulo globular NGC 6652, 2023.

◀ Fotografía del ESA/Hubble & NASA, A. Sarajedini, G. Piotto ©

(un gramo por centímetro cúbico), mientras que la del universo es aproximadamente la del Sol ¡dividida entre un uno seguido de 31 ceros! Es decir, el universo ha evolucionado de un gas más o menos homogéneo a una entidad muy estructurada, con la mayor parte de su masa concentrada en objetos relativamente pequeños, en especial las estrellas.¹

¹ Los seres humanos tenemos una densidad promedio similar a la del agua y a la del Sol; por lo tanto, somos muchísimo más densos que el promedio del universo.

LAS PRIMERAS ESTRELLAS

Al momento de la Gran Explosión, el universo era muy homogéneo, sin las estructuras que lo caracterizarían después. Pero pasados tan solo 100 millones de años, el efecto atractivo de la gravedad había formado ya las primeras que no se han detectado aún porque nos quedan sumamente lejos. Recordemos que la luz —y de hecho, cualquier forma de radiación electromagnética (las ondas de radio, por ejemplo)— viaja a 300 mil kilómetros por segundo aproximadamente, de modo que cuan-



Observatorio ALMA (Atacama Large Millimeter Array), San Pedro de Atacama, 2009.
Fotografía de ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/L. Calçada (ESO) ©

do observamos objetos remotos con un telescopio, los estamos viendo como eran en el pasado; es decir, no solo estamos viajando en el espacio, sino también en el tiempo. Las primeras estrellas son muy remotas y, por lo mismo, difíciles de estudiar. De hecho, uno de los objetivos principales del telescopio espacial James Webb es detectarlas y estudiarlas, pero hasta la fecha no se ha logrado.

Teóricamente, las primeras estrellas fueron diferentes a las que se forman en la actualidad. Esto tiene que ver con la composición del uni-

verso, que ha cambiado con el tiempo. En los minutos posteriores a la Gran Explosión su composición química era de, básicamente, átomos de hidrógeno y helio en una proporción de ocho a uno. Las primeras estrellas se formaron gracias a esta pareja de sencillos átomos, los dos primeros de la tabla periódica de los elementos. Con una composición química tan limitada, las estrellas iniciales no se enfriaban lo suficiente para permitir que su contracción continuara; sin embargo, lo consiguieron gracias a la acumulación de masa, mucha más de la que reúnen las estrellas que se forman en la actualidad. Mientras que aquellas tenían hasta mil veces la masa del Sol, las actuales solo tienen hasta cien veces la masa del Sol.²

LAS ESTRELLAS Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL UNIVERSO

Si el universo tenía en un principio una composición química de hidrógeno y helio, ¿de dónde salieron otros elementos químicos como el carbono, el oxígeno o el nitrógeno, sin los cuales no existiría la vida?, ¿cómo surgieron el silicio y el aluminio, indispensables para formar planetas rocosos como la Tierra? La respuesta es que las estrellas los crean en su interior, pues su centro es tan denso y caliente que ahí puede llevarse a cabo la fusión nuclear, que consiste en la unión de los núcleos de dos o más átomos para producir nuevos elementos químicos. El proceso más importante es la transformación de hidrógeno en helio: cuatro átomos de hidrógeno se juntan en varios pasos para formar un átomo de helio que, sin embargo, pesa un poco menos (0.7 por ciento) que los cuatro átomos de hidrógeno iniciales.

² La masa solar es la unidad con la que denotamos la masa de otras estrellas.



Esta diferencia de masa aparece en forma de fotones de alta energía. Contrario a los átomos, que tienen masa, los fotones son paquetes de energía pura. La cantidad de energía producida por la masa que se “pierde” por la fusión de hidrógeno en helio se explica con la famosa ecuación de Einstein, $E=mc^2$, donde E es la energía que se libera, m es la masa “perdida” y c es la velocidad de la luz. Los fotones de alta energía producidos son los que mantienen el interior de las estrellas a temperaturas de millones de grados Kelvin.³ Luego, esta energía viaja lentamente hasta la superficie y la calienta a miles de grados Kelvin, temperaturas mucho menores a las del centro estelar.

Poco a poco, el centro de una estrella queda constituido de helio puro. Entonces, para seguir extrayendo energía de la materia, este elemento comienza a fusionarse en átomos más pesados. En el caso de una estrella de masa mediana como el Sol, el proceso de fu-

Una vez que la parte central queda constituida de hierro, se detiene el proceso de fusión que generaba energía. Sin esa presión interna o soporte, el gas de las capas externas cae hacia dentro, rebota y es eyectado al espacio a velocidades de miles de kilómetros por segundo. A esta explosión se le conoce como “supernova”. El gas expulsado ya no tiene una composición de hidrógeno y helio únicamente, sino que está enriquecido con los demás elementos formados en la estrella. Podemos decir entonces que el hidrógeno y el helio provienen mayoritariamente de la Gran Explosión y que los siguientes elementos de la tabla periódica (hasta el hierro) se producen por fusión dentro de las estrellas masivas. Para formar elementos aún más pesados es necesario proporcionar energía al gas. Esto sucede en la explosión de supernovas o mediante otros fenómenos cataclísmicos como el choque de dos estrellas de neutrones y la subsecuente formación de un agujero negro.

En estrellas con mayor masa, la fusión continúa formando progresivamente átomos de oxígeno, neón, magnesio y silicio.

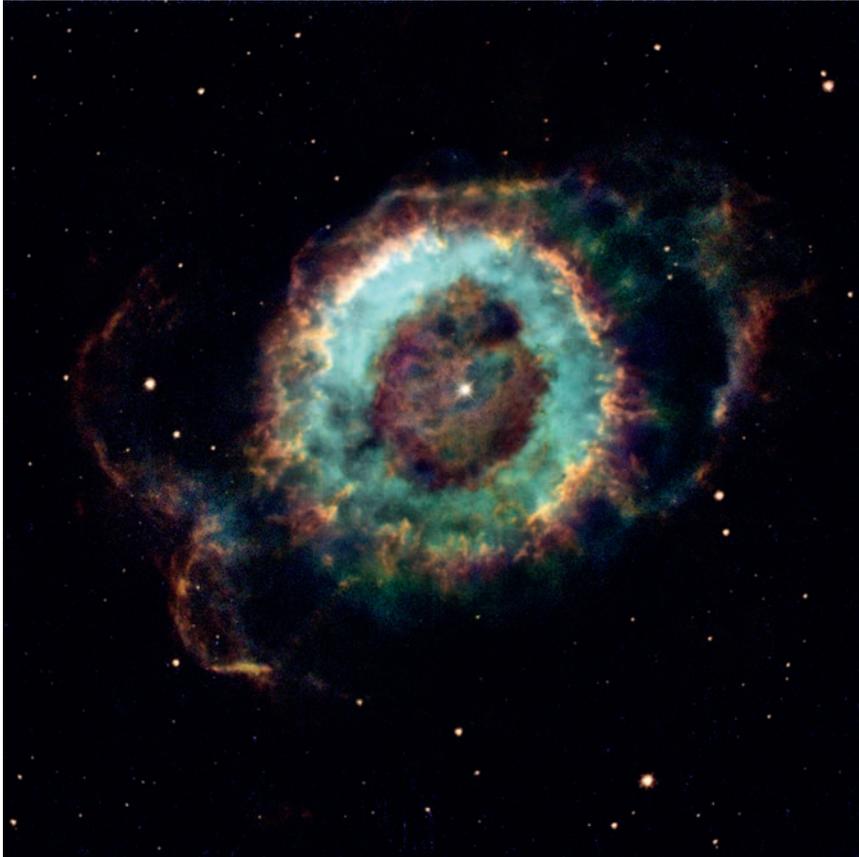
sión no va más allá del carbono, que se forma mediante la fusión de tres átomos de helio. Pero en estrellas con mayor masa, la fusión continúa formando progresivamente átomos de oxígeno, neón, magnesio y silicio. Con este proceso secuencial de fusiones, el interior de las estrellas de alta masa remite a una cebolla, con capas sucesivas en las que predomina un elemento químico.

En una explosión de supernova —el destino final de las estrellas que pesan por lo menos ocho veces más que el Sol— se expulsa gas enriquecido al espacio. La parte central de la estrella se contrae y su dimensión pasa de millones de kilómetros a solo unos cuantos, lo que resulta en un objeto compacto como una estrella de neutrones o un agujero negro.

SOMOS POLVO DE ESTRELLAS

Que los elementos clave para la vida —como el carbono, el calcio y el fósforo— se hayan formado en el interior de estos cuerpos celestes

³ Los grados Kelvin son una manera científica de medir la temperatura. Son equivalentes a grados Celsius más el número constante 273.15.



NGC 6369, descubierta por el astrónomo Sir William Herschel en el siglo XVIII, es conocida como la Nebulosa del Pequeño Fantasma. A más de 2 mil años luz de distancia, ofrece una idea del destino de nuestro Sol. Restos de la estrella NGC 6369, 2018. Fotografía de la NASA y el equipo del Hubble Heritage (STScI/AURA) ©

confirma que "somos polvo de estrellas". Harlow Shapley, un destacado astrónomo de principios del siglo XX, lo resumía de la siguiente manera:

Estamos hechos de la misma materia que las estrellas, por lo que, cuando se estudia la astronomía, estamos investigando de algún modo nuestra ascendencia remota y nuestro lugar en el universo.

LOS DISTINTOS TIPOS DE ESTRELLAS

Existen diferentes tipos de estrellas y el parámetro principal para diferenciarlas es su masa. En la actualidad estas se forman de una mezcla de gas proveniente de la Gran Explo-

sión con gas enriquecido por generaciones anteriores de ellas. Se enfrían de manera mucho más eficiente que las primeras que hubo en el universo, de ahí que las de mayor tamaño conocidas hoy día se encuentren en el orden de las cien masas solares. La luminosidad de las estrellas masivas limita su crecimiento: los copiosos fotones que emiten detienen la caída de más materia una vez que la estrella alcanza alrededor de cien veces la masa del Sol.

Una esfera de gas, por pequeña que sea, puede ser considerada una estrella si su cuerpo tiene suficiente masa para que en el centro se produzca la fusión de hidrógeno en helio. Estudios teóricos y observacionales han establecido que este límite es de 0.08 masas solares.

Por debajo de esta magnitud, los cuerpos que se forman son conocidos como “enanas café”, que aunque emiten luz porque están calientes, no producen la fusión en su interior. No obstante, sí pueden —por un tiempo breve— fusionar deuterio (una forma isotópica del hidrógeno) en helio. Las enanas café tienen masas de entre 0.08 y 0.013 veces la del Sol; por debajo de esta última el cuerpo es clasificado como planeta y no logra ningún tipo de fusión en su interior. Por ejemplo, Júpiter tiene una masa de 0.001 veces la masa del Sol, por lo que le falta muchísimo para ser una enana marrón, ya no digamos una estrella. Desde la ciencia ficción se ha especulado que Júpiter podría transformarse en una estrella con solo añadirle un poco de masa, sin embargo, esto resultaría imposible, pues necesitaríamos ochenta Júpiteres para formar una estrella mínima.

LOS PARÁMETROS

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las características de distintos tipos de estrellas cuando están en la llamada “secuencia principal”. Se trata de la etapa más larga de su vida,

pues la fusión de hidrógeno en helio es el proceso que produce más energía.

En la primera columna de la tabla tenemos la masa, entre 100 y 0.08 veces la del Sol. La segunda columna contiene el nombre de algunas estrellas, mientras que las demás muestran distintas magnitudes y características. De acuerdo con la tabla, a mayor masa, mayor radio, más temperatura superficial y más luminosidad tiene la estrella. Sin embargo, a mayor masa, menor es su periodo de vida en la secuencia principal. Este resultado es un poco desconcertante porque a mayor masa, más combustible nuclear (es decir, hidrógeno) tiene la estrella para consumir. La explicación la encontramos en la luminosidad, que crece rápidamente con la masa, de manera que estas estrellas brillan mucho pero duran poco. Son lo que coloquialmente se conoce como una “llamarada de petate”. Nuestro Sol, por ejemplo, no es muy brillante pero a lo largo de su vida habrá fusionado hidrógeno durante 10 mil millones de años.

La séptima columna muestra la etapa final de las estrellas: las más masivas terminan

Tabla 1. Parámetros de estrellas representativas en la secuencia principal

Masa (Masas solares)	Ejemplo	Radio (Radios solares)	Temperatura Superficial (Grados Kelvin)	Luminosidad (Luminosidades solares)	Vida (Millones de años)	Estado final
100	HD 269810	18	53,000	2,200,000	0.5	Agujero negro
10	Tau Scorpii	5	31,000	18,000	6	Estrella de neutrones
1	Sol	1	5,800	1	10,000	Enana blanca
0.08	2MASS J0523-1403	0.1	1,900	0.00014	7,000,000	Enana café

como agujeros negros o estrellas de neutrones, y las de menos de ocho masas solares en enanas blancas. La última estrella en la tabla, llamada 2MASS J0523-1403, es un caso curioso, pues aún no queda claro si se trata de una enana roja de masa muy baja o una enana café de masa muy alta.

LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS ESTRELLAS

Estamos ya en condiciones de resumir la vida de las estrellas, lo que los astrónomos llamamos la "evolución estelar". El término "evolución" lo tomamos de los biólogos, para quienes significa el cambio de los organismos vivos

verse una estrella, mientras que a partir del disco —conocido como "protoplanetario"— se forman los planetas que giran alrededor de ella. Uno de los grandes logros de la astronomía contemporánea es la obtención, en ondas de radio, de imágenes de muchos de estos discos que, se cree, están formando planetas.

Las estrellas se siguen creando en galaxias espirales como la nuestra, mientras que en las llamadas "galaxias elípticas", donde el gas ya se usó, no aparecen nuevos astros.

Por su parte, el Sol, que se encuentra aproximadamente a la mitad de su existencia en secuencia principal, vivirá unos 5 mil millones de años más. En el caso de las grandes estrellas,

El Sol, que se encuentra aproximadamente a la mitad de su existencia en secuencia principal, vivirá unos 5 mil millones de años más.

como consecuencia de la selección darwiniana. Sin embargo, para los astrónomos es la transformación que sufren los objetos astronómicos, especialmente las estrellas, como consecuencia de las leyes de la física.

En la actualidad, la vida de las estrellas inicia cuando un fragmento de grandes nubes de gas y polvo cósmicos comienza a contraerse por su autogravedad. La mayor parte de estas nubes está en equilibrio con otras fuerzas como la presión térmica, la turbulencia y el campo magnético, balanceando a la fuerza de gravedad. Por razones que aún no quedan del todo claras, en una sección de estas nubes la gravedad gana la batalla y comienza a contraer al gas. Como casi todas las cosas rotan, el fragmento no se contrae directamente en una estrella, sino que forma un cuerpo central rodeado de un disco en rotación. El cuerpo central (o "protoestrella") evoluciona hasta vol-

verse la secuencia principal dura solo unos millones de años, de manera que si tuvieran planetas a su alrededor, no habría dado tiempo para que se originara la vida antes de que se volvieran supernovas. Por lo tanto, la masa del Sol constituye uno de los factores que determinó la aparición de vida en la Tierra.

Las estrellas son los bloques que conforman el universo. Entre sus funciones más importantes está la de producir en su interior átomos más pesados que el hidrógeno y el helio, que luego ceden al medio circundante. Cuando tienen planetas a su alrededor, les proporcionan luz y calor, lo cual permite la vida. Hoy en día se cree que la mayoría de las estrellas tienen planetas, o mejor dicho, exoplanetas. Dado el enorme número de estrellas en el universo, los astrónomos somos optimistas y creemos que tarde o temprano encontraremos vida alrededor de algunas de ellas. ■





CONTACTO

Liliana Colanzi

1.

Mi primer encuentro con lo extraterrestre tuvo lugar en la infancia. Entrada la noche, yo tendría unos seis años y era la última en caer en el sueño. El resplandor que emanaba de la tele parecía extensión de otra realidad. Lo que vi esa noche fueron imágenes desquiciadas que dejaron en mí la sensación de lo prohibido: una nave espacial en la que el tiempo se descomponía, una habitación en la que las cosas mutaban y escondían su verdadera naturaleza, un feto-estrella flotando en el útero del espacio.

Por la mañana, bajo la reconfortante uniformidad del día, me faltó lenguaje para describir la transgresión nocturna. Llevé esas imágenes dentro de mí como un secreto profano, como un recordatorio de que el velo puede alzarse de pronto y revelar un mundo delirante. Solo años después, ya adolescente, supe cómo se llamaba ese acontecimiento. He vuelto a ver *2001: Odisea en el espacio* muchas veces desde entonces.

2.

Un tío pasó una temporada en casa de mis padres recuperándose de una cirugía. Durante su estadía se dedicó a contarme las historias de sus vidas pasadas y a llenar las puertas de las habitaciones con símbolos para alejar a las fuerzas malignas. Un día, al volver del colegio, descu-

◀ *Flying UFO in the Blue Sky*, Gianluca Carena, 2022. Unsplash ©

Lovecraft se las ingenió para narrar lo alienígena evitando el lugar común del extraterrestre como un ser con características humanas.

brí con pena que se había marchado. Sin embargo, había dejado varios libros: un par de evangelios gnósticos escritos por él mismo, tratados esotéricos que explicaban la relación entre los extraterrestres y las culturas andinas, y un texto muy extraño que vegetó en mi biblioteca durante varios años, hasta que un día me decidí a leerlo. Se trataba de *La lengua de Adán* (1888), un ejemplar casi imposible de encontrar por aquella época fuera de los puestos de libros usados. El autor, Emeterio Villamil de Rada, fue un excéntrico erudito paceño que pasó la vida embarcándose con poca fortuna en diversos negocios por todo el mundo: la minería del cobre en Bolivia, la extracción de la quina en Perú, la búsqueda de oro en California o una empresa de publicidad en México; se suicidó en Brasil en 1876 lanzándose al mar, abrumado por la pobreza. *La lengua de Adán*, el único libro suyo que llegó a publicarse, trataba de probar nada menos que el aymara fue la lengua perfecta, el primer idioma que hablaron los seres humanos y del que se desprendieron todos los otros. Villamil de Rada llegó a esa conclusión luego de dominar veintidós lenguas y de manejar, medianamente, otras diez. También, basándose en estudios arqueológicos, sostuvo que el Edén estuvo en los Andes, en la pequeña población de Sorata, lo que significó una reivindicación explosiva de la cultura indígena andina. Las teorías de *La lengua de Adán*, así como las aventuras de Villamil de Rada, alimentaron mi interés por el siglo XIX en Bolivia. Lamento, sin embargo, no haber conservado los libros que hablaban sobre la colaboración entre las civilizaciones indígenas y los extraterrestres.

3.

En "El color que cayó del cielo", de H. P. Lovecraft, un meteorito que cae cerca de una granja empieza a producir efectos extraordinarios en la naturaleza circundante: aparecen mariposas y conejos con rasgos alterados que asustan a los campesinos, la vegetación crece exuberante a destiempo y en insólitas tonalidades, el campo posee un sospechoso resplandor nocturno y los árboles se mecen en la oscuridad sin que ninguna brisa intervenga. Pronto, la familia de granjeros enferma y enloquece y la zona entera adquiere un color grisáceo, para terminar convertida en un erial maldito. Ya en 1927 Lovecraft se las ingenió para narrar lo alienígena evitando el lugar común del extraterrestre como un ser con características humanas: concibió a la fuerza invasora como una sustancia de color indescriptible.

El arte ha representado a los extraterrestres principalmente de dos formas: como hombrucitos verdes de cabezas ovaladas y dedos alargados, o como criaturas tentaculares, semejantes a pulpos o calamares. Ambas fórmulas evidencian nuestra incapacidad para imaginar lo verdaderamente alienígena: no se puede conocer aquello que está fuera de nuestros sentidos, y cada representación de un marciano no es otra cosa que una proyección. Solo podemos describir a un alienígena en nuestros términos, pero sus propias categorías nos resultan elusivas.

Quizás la novela que mejor refleja la imposibilidad de contacto con un ser extraterrestre sea *Solaris* (1961), del escritor polaco Stanisław Lem. En esta, un psicólogo llega a un planeta distante a estudiar la presencia de un ser viviente del lugar. Al bombardear las aguas, el océano responde devolviendo a los intrusos imágenes de sus recuerdos más traumáticos,

pero sin revelar nada de sí mismo. El alienígena de *Solaris* es tan radicalmente diferente del humano que cualquier intento de comunicación fracasa: lo que queda es el hombre contemplándose a sí mismo en una infinita regresión.

4.

En mi familia ha habido algunos avistamientos ovnis; crecí escuchando esas historias. Mi madre y mi tío aseguran haber visto una nave espacial bajar en Riberalta hasta detenerse sobre el río, derramando sobre ellos una luz inaudita. Las circunstancias del avistamiento son disputadas: mi tío dice que todo esto sucedió cuando eran niños; mi madre asegura que ella ya estaba casada y que ocurrió mien-

tras varios familiares regresaban de un funeral, aunque es imposible corroborar esa versión porque todos los demás testigos ya están muertos. Según mi tío, los extraterrestres lo abdujeron y le hicieron ajustes orgánicos, preparándolo para una misión. Según mi madre, el ovni simplemente permaneció inmóvil sobre ellos durante un tiempo, hasta alejarse entre los árboles de la misma misteriosa manera en que apareció. En 2019 viajé a Riberalta con mi madre. Esa tarde íbamos a visitar Cachuela Esperanza, el que fuera el moderno epicentro de la brutal explotación gomera a finales del siglo XIX y que ahora es un pueblo fantasma salpicado de antiguas mansiones devoradas por la selva que pertenecieron al magnate del caucho, Nicolás Suárez. Alguien nos dijo



It Truly is a Strange Place in New Mexico, Bruce Warrington 2019. Unsplash ©



Albert Antony, 2021. Unsplash ©

que uno de los descendientes de Suárez —en su época el hombre más rico de Bolivia— todavía vivía en esa zona y que se dedicaba a la pesca en una pequeña canoa. Antes de emprender el viaje, mi madre quiso ir a comer a un restaurante junto al río en el que servían ceviche de cola de lagarto; en la ribera dormitaba un lacónico yacaré. Bajábamos por la pendiente que llevaba al río cuando mi madre señaló un punto lejano en la vegetación.

“En ese lugar vimos el ovni”, dijo.

5.

El cuento de ciencia ficción “El Cosmonauta”, del cubano Ángel Arango, habla de tres criaturas extraterrestres cubiertas de tentáculos y tenazas, que ven llegar a su planeta a un astronauta en una nave espacial. Estos seres usan

sus tenazas para cortarse los tentáculos, y cada vez que se provocan un corte brotan nuevas criaturas. El astronauta los encuentra en pleno aquelarre reproductivo.

Cuando el astronauta se acerca, los tres bichos alienígenas lo miran con inocente curiosidad y le cortan un brazo, causándole la muerte. “¿Cómo serán sus hijos?”, se pregunta una de las criaturas, esperando que el astronauta se reproduzca por la herida. Visto desde la perspectiva humana, se trata de un acto violento y hostil; para las criaturas, es cuestión de averiguar cómo se reproduce el visitante. Lo que falla aquí es la traducción entre las dos culturas.

Según la ecuación de Drake, los científicos pueden estar seguros de que hay civilizaciones alienígenas en la Vía Láctea. Esta ecuación

Según la ecuación de Drake, los científicos pueden estar seguros de que hay civilizaciones alienígenas.

ción toma en cuenta, por ejemplo, la tasa de nacimiento de las estrellas. Desde mediados del siglo pasado, la aparición de telescopios cada vez más potentes ha pintado no solamente un retrato más complejo del cosmos, sino que también ha acelerado la búsqueda de señales de vida extraterrestre. Stephen Hawking lo advirtió hace algunos años: entrar en contacto con vida extraterrestre inteligente podría resultar tan desastroso para los humanos como fue para los indígenas americanos la llegada de Cristóbal Colón. "Solo tenemos que mirarnos a nosotros mismos para saber que la vida inteligente puede convertirse en algo con lo que no quisiéramos encontrarnos", dijo el físico.

6.

Hace unos años Selva Almada me llevó a conocer el Museo del Ovní en Victoria, en la provincia argentina de Entre Ríos. Victoria posee muchos elementos que parecen emerger de tiempos y realidades contrapuestos, como si hubieran colapsado todos juntos en un agujero negro: hay una Laguna del Pescado célebre por los avistamientos ovnis, junto a la que se hacen convenciones y raves de ufólogos internacionales; una lánguida abadía de monjes benedictinos que producen su propia línea de licores, quesos, miel y cerveza; un casino opulento que abre toda la noche; un Cerro de la Matanza donde el ejército masacró a los indígenas chanás, minuanes y charrúas en 1750.

La fundadora y directora del museo es Silvia, una simpática mujer de cabello teñido de rubio y enterizo rojo que nos mostró unos frascos llenos de un líquido oscuro y viscoso en el que flotaban fetos de animales indescifrables: nos indicó que se trataba de criaturas mutantes, resultado de los experimentos biológicos

que los alienígenas llevaban a cabo en esa zona. Al parecer no era raro encontrar vacas en el campo a las que esos vampiros del espacio les habían extraído hasta la última gota de sangre. Había sido esposa de un ingeniero petrolero de la Patagonia, quien vio descender sobre su casa una nave nodriza de la que salieron cinco platillos. Años después, Silvia leyó en el periódico que los ovnis visitaban la localidad de Entre Ríos, así que decidió mudarse a Victoria con su madre, sus tres hijos y hasta el novio de su hija con el propósito de establecer contacto con las entidades del espacio exterior. Al principio vivieron en tiendas de campaña cerca de la laguna, pero a medida que los lugareños empezaron a conocerlos, les cedieron el espacio donde se erige el museo actualmente. Además de especímenes mutantes, este lugar contiene recortes de periódicos y revistas que hablan de avistamientos, un televisor que transmite testimonios de encuentros con ovnis en Victoria y una reproducción de tamaño real de los alienígenas de Roswell.

Me llamó la atención un trozo de hierro conservado en una vitrina. Parecía un pedazo de chatarra común y corriente, de bordes desiguales. Pregunté qué era. "Es un pedazo de una nave espacial que se estrelló en los alrededores", nos explicó Silvia, y añadió que el material tenía propiedades especiales que no eran de este mundo. El hierro era literalmente indestructible: habían tratado de romperlo incluso con una motosierra, pero no habían logrado hacerle solo un rasguño. "¿Por qué lo tienen en la vitrina?", pregunté, "¿es para que no se lo roben?". Silvia negó con la cabeza. "Una vez una niñita lo pisó y lo rompió por la mitad", dijo. "Por eso es que ahora está guardado". **U**





ANTIMATERIA A CARA O CRUZ

José Edelstein

No existe descubrimiento más sorprendente en la historia de la ciencia que el de la antimateria. No hicieron falta microscopios ni telescopios. No hubo que emprender audaces viajes de exploración ni pasar interminables horas en un laboratorio. Tampoco hubo que esperar grandes avances tecnológicos ni acometer una inversión millonaria llena de riesgos. Todo aconteció de la manera más escrupulosamente lógica —a la vez que desquiciante e inesperada— en la cabeza del físico más extraordinario de Inglaterra en el siglo XX: Paul Adrien Maurice Dirac.

La cadena argumental que siguió Dirac en ocasiones se apoyó más en la estética que en la lógica. No privaremos al lector de ese fino goce. Pero, sobre todas las cosas, abordaremos una de las interrogantes más urgentes de la física contemporánea: ¿por qué el universo observable está hecho de materia y no de antimateria?, o bien, hilando más fino: ¿por qué no contiene ambas en igual medida?

En los abismos del cielo nocturno no hay indicios de que haya antimateria en ninguna parte. No se trata de una ausencia local en nuestro planeta o en nuestra galaxia, parece ser casi total y definitiva. Sin embargo, a la luz de la teoría que describe las partículas elementales, materia y antimateria son intercambiables. Son, por así decirlo, dos caras de una misma moneda. La aparente ausencia de antimateria en el universo es tan inexplicable, anómala y absurda como la de un mundo en

◀ Gabriel Rico, *To Compound the Small Differences VII*, 2022. Cortesía del artista

el que todas las monedas lanzadas al aire cayeran cara, pudiendo haber caído cruz.

¿Acaso ocurrió algo en la historia del universo que facilitó la extinción de la antimateria? ¿Será posible que vivamos en un gigantesco cúmulo de materia y que en lugares remotos del cosmos, esquivos o inaccesibles a nuestras observaciones, existan cúmulos similares de antimateria que restauren la simetría entre ambas? Tal vez pecamos de ingenuidad al dar por sentado que esta simetría debe ser exacta. Podríamos tener la expectativa de que existan tantas personas diestras como zurdas, pero nos estaríamos equivocando categóricamen-

te. Cabría esperar un mundo con tantos hombres como mujeres y, si bien en este caso las cifras se acercan, tampoco es así. ¿Será el desbalance entre materia y antimateria similar a alguno de estos ejemplos? Para poder avizorar alguna respuesta debemos regresar al escenario en el que comenzó esta historia: los arrabales del átomo.

Alrededor del núcleo de todos los átomos viven los electrones. Livianos y escurridizos, son ellos los responsables de que los primeros no vivan en soledad y se asocien para formar moléculas —como el agua, el dióxido de carbono o el ADN—, o enormes complejos arquitectónicos como los cristales —un grano de sal o un diamante, por ejemplo—. Los electrones son los intermediarios en estas sociedades microscópicas sin las cuales no existiría nada de dimensiones mayores que una mil millonésima parte de metro en el mundo material.

El electrón es una partícula fundamental. No está compuesta por nada. Es la unidad básica e indivisible de la carga eléctrica. Los electrones son todos idénticos, no de manera aproximada, sino rotunda y literal. No hay forma de distinguir un electrón de otro. En el caso de un átomo, por ejemplo, no podemos hablar estrictamente del electrón de dicho átomo, sino de aquel que ocupa circunstancialmente ese sitio. Si fuera reemplazado por otro, nadie podría notarlo. Por eso, cuando se comparten en los enlaces atómicos que dan lugar a una molécula, lo hacen de la manera más despreñida concebible: dejan de pertenecer a cualquiera de los átomos para pasar a ser propiedad de la molécula.

Todos los electrones tienen exactamente la misma masa, así como idéntica carga eléctrica y una propiedad llamada "espín", que puede pensarse como la posibilidad intrínseca de gi-

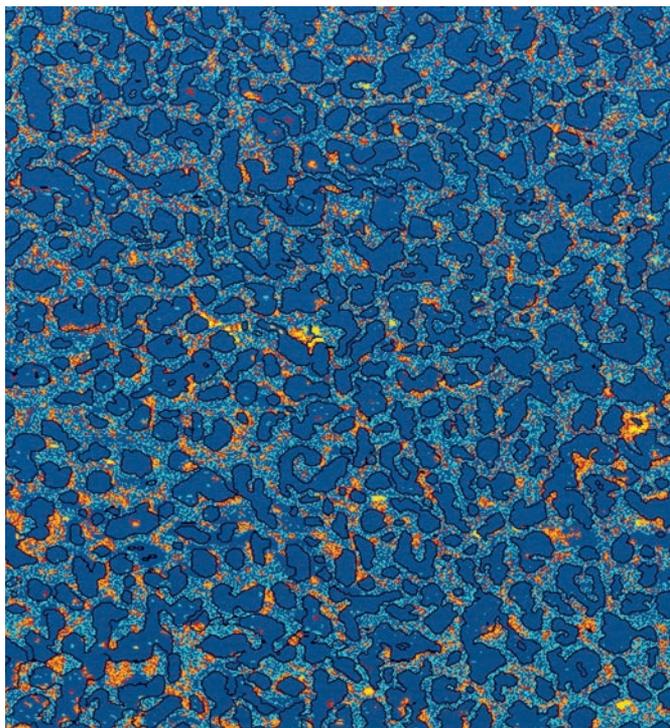


Paul Dirac, 1933. Fundación Nobel ©

rar sobre sí mismo. Esto puede hacerse solo de dos maneras: en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario, pero siempre con la misma magnitud. Hace un siglo, cuando se sentaron las bases de la física cuántica, un electrón debía ser representado mediante dos cantidades matemáticas distintas que dieran cuenta de cada uno de los dos valores posibles del espín. Erwin Schrödinger, y más tarde Wolfgang Pauli, describieron la dinámica de un electrón en las periferias del átomo con enorme precisión.

Sus ecuaciones, sin embargo, no se ajustaban a los postulados de la teoría de la relatividad, necesaria para describir objetos tan veloces como los electrones en sus excursiones alrededor del núcleo. Paul Dirac se preguntó cómo debía modificarlas para hacerlas compatibles con la teoría de Einstein. Usando el refinado gusto de su concepción estética, así como argumentos puramente teóricos y matemáticos, elaboró la ecuación que lleva su nombre en un artículo (*La teoría cuántica del electrón*) que envió para su publicación el 2 de enero de 1928, cuando solo tenía 25 años.

Si bien el trabajo fue recibido con entusiasmo, había un problema evidente —que no se le escapó al propio Dirac—: su ecuación contenía cuatro cantidades matemáticas independientes y no las dos necesarias para describir al electrón. Otros científicos habrían considerado esto razón suficiente para desecharla, pero había en ella cierta belleza matemática embriagadora que, a los ojos de su creador, constituía una firme evidencia de que debía ser correcta. Dirac observó que las dos cantidades extra parecían corresponder a un electrón de energía negativa, algo categóricamente inadmisibles: si esto fuera cierto, se obtendría energía ilimitada a costa de que la



Gabriel Rico, *To Compound the Small Differences (SOL AZUL)*, 2023. Cortesía del artista

de un electrón fuera cada vez más negativa, conservando la energía total en el proceso. Una perspectiva fabulosa, tan seductora como imposible.

La ecuación arrojaba un resultado absurdo, pero su elegancia fue irresistible para Dirac, quien imaginó que, quizás, un electrón no podía tener energías negativas por la sencilla razón de que esos estados ya estaban ocupados por otros electrones. Pauli había descubierto poco antes su “principio de exclusión” —dos electrones no pueden estar en el mismo estado— y Dirac lo invocó como una solución tan desesperada como ingeniosa: si los estados de energía negativa estaban ocupados, en la práctica era como si no existieran. Sostenía algo insensato: que el vacío, la ausencia de materia, era como un teatro repleto de electrones ocupando las infinitas butacas de energía negativa, con carga eléctrica y energía infinitamente negativas.

Con el tiempo se concluyó que todas las partículas tienen asociada una antipartícula que, lejos de ser su media naranja, es su némesis. Una forma sencilla de entenderlo es volver a la imagen que describía Dirac.

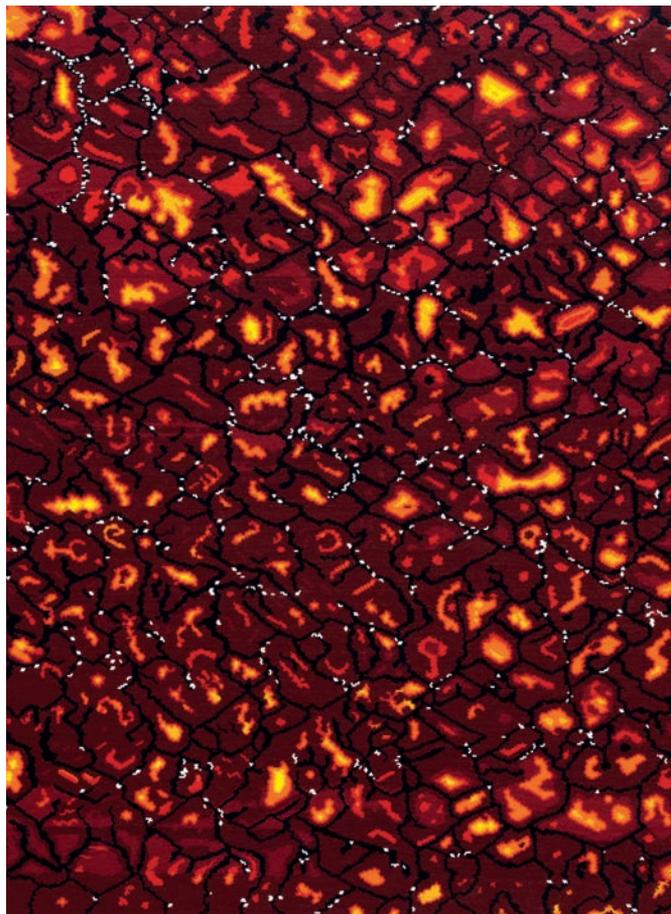
Un físico convencional habría encallado ante ese aparente dislate, pero Dirac supo ir un paso más allá. Se dio cuenta de que si el vacío fuera ese teatro repleto de electrones de energía negativa, debería ser posible entregarle a cualquiera de ellos suficiente energía como para hacerla positiva y dejar una butaca vacante. Esa butaca tendría las propiedades de una partícula de carga positiva y, atrayendo electrones que podrían ocuparla, se movería: los electrones del vacío podrían reubicarse, uno detrás de otro, en una sucesión que podría describirse como el movimiento simple de una butaca vacía. Así, concluyó Paul Dirac, el hueco vacante es, a todos los efectos, como una partícula idéntica al electrón pero de carga positiva: el positrón.

El universo conocido no parecía albergar una partícula semejante. Incluso Werner Heisenberg llegó a referirse a este conjunto de ideas como "el capítulo más triste de la física moderna". Sin embargo, Dirac se mostró seguro de que la naturaleza no dejaría pasar la oportunidad de ser gobernada por una ecuación tan hermosa. La espera no se prolongó demasiado: el 2 de agosto de 1932, Carl David Anderson observó la primera evidencia irrefutable de la existencia del positrón, el primer ejemplo conocido de la antimateria.

Con el tiempo se concluyó que todas las partículas tienen asociada una antipartícula que, lejos de ser su media naranja, es su némesis. Una forma sencilla de entenderlo es volver a la imagen que describía Dirac: cuando una par-

tícula se encuentra con una antipartícula se ocupa la butaca vacía, causando que ambas desaparezcan de manera simultánea. Toda la energía que albergaba esta infausta pareja en su masa pasa a ser dos partículas de luz cuya frecuencia está completamente determinada. En el caso de electrones y positrones, por ejemplo, la frecuencia es 165 mil veces mayor que la de la luz violeta: un tipo de luz que se conoce como "radiación gamma".

Nada impide, *a priori*, que puedan existir antiátomos. De hecho, en los grandes colisionado-



Gabriel Rico, *To Compound the Small Differences (SOL ROJO)*, 2023. Cortesía del artista

res de partículas ya se ha fabricado antihidrógeno y antihelio, las versiones de antimateria de los elementos forjados en los primeros minutos de la historia del universo. Si las leyes de la física permitieron que estos dos átomos terminaran por engendrar toda la tabla periódica, el terreno está abonado para plantearnos seriamente la posibilidad de que haya —¿por qué no?— antimoléculas, antiplanetas, antiestrellas o antigalaxias.

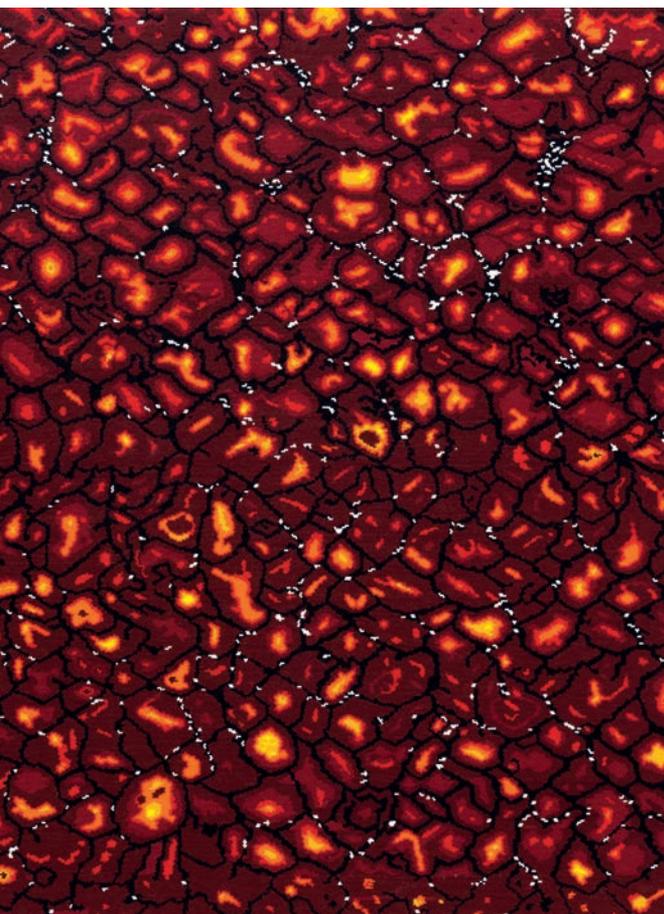
Dada la explosividad del encuentro entre materia y antimateria y la descomunal fre-

cuencia —y energía— de la luz liberada, su violenta coexistencia difícilmente podría pasar desapercibida. Es cuestión de levantar la vista al cielo usando telescopios de radiación gamma, algo que hemos empezado a hacer en las últimas décadas; sin embargo todavía queda mucho por investigar. Aunque vemos fuentes de esta radiación en el cielo, normalmente se trata de ráfagas que van de décimas a decenas de segundos de duración, mientras que el tipo de radiación que esperaríamos en caso de tener antiestrellas o antigalaxias estaría sostenida en el tiempo por su fogosa interacción con la materia del medio interestelar e intergaláctico.

A menos que nos planteemos la posibilidad de que existan conglomerados enormes de antigalaxias, y que la radiación gamma solo provenga de la frontera entre estos y los cúmulos usuales de galaxias, el hecho de que no hayamos observado esta radiación indica que la separación entre cúmulos y anticúmulos —si estos últimos existen— debería ser enorme.

Tenemos fuertes evidencias de que el universo observable fue, hace casi 13800 millones de años, muy pequeño y caliente, habitado por una sopa homogénea de todas las formas de energía existentes, incluyendo la materia y antimateria. La ecuación de Dirac es democrática, no tiene favoritismos: no hay ninguna razón por la que deba inclinarse la balanza por una o por la otra.

Si la ausencia actual de antimateria se debiera a una oportuna separación de grumos de materia y antimateria en ese caldo primordial, esta tuvo que haber ocurrido antes de que el universo llegara a enfriarse hasta los 500 mil millones de grados. De otro modo, debido a la altísima densidad de aquella sopa, materia y antimateria se habrían aniquilado mutuamen-



te y ninguna de las dos existiría. El punto clave está en comparar su tasa de aniquilación con la de expansión del universo: si la primera fuera menor que la segunda, materia y antimateria dejarían de encontrarse porque el universo crecería demasiado rápido para que pudieran hacerlo.

Un estudio detallado de la historia del universo temprano nos muestra que es imposible reconciliar el tamaño de aquellos grumos con las dimensiones de los supuestos cúmulos y anticúmulos que habría en la actualidad. Tendrían que haber sido mil millones de veces mayores de lo que una evolución causal

del universo permite. Solo nos queda una posibilidad: que la falta de antimateria del presente se deba a algo ocurrido antes de que se hubiera cumplido la primera billonésima de segundo después de la Gran Explosión. Fue ahí cuando el universo alcanzó una temperatura de mil billones de grados y, por así decirlo, las cartas ya estaban echadas.

Podemos contar de manera aproximada el número total de fotones —partículas de luz— que contiene nuestro universo. Para ello, por sorprendente que parezca, podemos prescindir de toda la luz que emiten sus más de 10 mil trillones de estrellas. Son muchas, sí, pero



Gabriel Rico, *Because Nothing is More Pleasant to the Eye Than Green Grass Kept Finely Short*, 2019. Cortesía del artista y de la Galería OMR

su luz es ínfima cuando se compara con el llamado “fondo cósmico de microondas” (Cosmic Microwave Background o CMB), que llena de 46500 millones de años luz de radio a lo que llamamos universo observable.

También podemos deducir el número de bariones —partículas subatómicas formadas por tres quarks— a partir de un análisis deta-

se producen en los grandes colisionadores y estaban presentes en esa sopa caliente del universo temprano— se desintegran de un modo ligeramente diferente a como lo hacen sus antipartículas. El análisis de los datos observacionales, principalmente del experimento LHCb instalado en el Gran Colisionador de Hadrones, constata esta asimetría.

Todas las esperanzas están puestas en la pronta detección de desviaciones que apunten hacia una física diferente, más allá del modelo estándar.

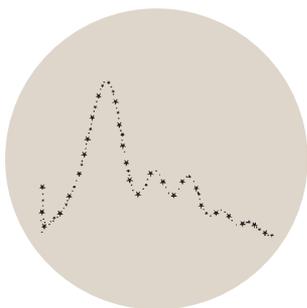
llado del CMB, constatando que por cada barión hay unos mil millones de fotones. En otras palabras, vivimos en un universo repleto de partículas de luz. ¿Acaso no viene tanta luz de la aniquilación de la materia y la antimateria? Esto nos sugiere que el desbalance inicial entre ambas pudo haber sido tan modesto como una partícula de más por cada mil millones de pares partícula-antipartícula. Eso explicaría por qué toda la antimateria se extinguió dejando un universo de materia y luz en proporciones adecuadas.

¿Qué pudo haber generado ese temprano desbalance, aparentemente pequeño, entre materia y antimateria? En 1967, Andréi Sájarov demostró que si se daban tres condiciones muy concretas en la teoría de las partículas elementales, la bariogénesis —nombre que designa la creación de materia y antimateria con la desproporción adecuada— podría explicarse. Una de estas tres condiciones excedería el alcance de estas líneas, sin embargo, vale la pena centrarse en la que despierta especial interés por estos días.

El modelo estándar predice que ciertas partículas inestables y de existencia efímera —que

El problema es que la predicción del modelo estándar y los resultados experimentales son insuficientes para dar cuenta del desbalance que necesita la bariogénesis. Todas las esperanzas están puestas en la pronta detección de desviaciones que apunten hacia una física diferente, más allá del modelo estándar, que deje en evidencia que el comportamiento de las partículas y antipartículas elementales a muy altas energías —es decir, en instantes más cercanos a la Gran Explosión— puede ser responsable del temprano desbalance que explica la ausencia de antimateria en el presente. Hoy el enigma sigue sin resolverse.

Supimos de la existencia de la antimateria a partir del conjunto de cálculos y argumentos lógicos que Paul Dirac desplegó sobre un papel. Conmueve la disparidad entre la magnitud del hallazgo y la economía de recursos empleados. También estremece el contraste entre estos y la dimensión colosal del emprendimiento científico-tecnológico desplegado por la humanidad para tratar de explicar la ausencia de lo que un hombre dedujo existente y entender por qué todas las monedas, pudiendo haber sido cruz, cayeron cara. **U**



LA MUERTE DE LAS ESTRELLAS, LAS ONDAS GRAVITACIONALES Y LA MÁSCARA DE TUTANKAMÓN

William H. Lee

BREVE RELATO DE LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Como en un hierro caliente con un extremo al rojo vivo y otro más frío, el color de las estrellas que vemos en el cielo depende de su temperatura superficial. Durante la mayor parte de su vida, denominada secuencia principal, va de unos 3 mil Kelvin para las más pequeñas y rojas, que apenas tienen un 10 por ciento de la masa del Sol, hasta más de 40 mil Kelvin para las más grandes y azules, que llegan a tener decenas o hasta más de cien veces la masa de nuestra estrella. Sin embargo, en el centro de una estrella la temperatura es tan grande (supera los 10 millones de grados) que se produce la fusión nuclear de hidrógeno, el elemento más abundante en el universo, a helio, el siguiente elemento en la tabla periódica. Esta transformación, que sucede en el Sol a un ritmo de 400 millones de toneladas de hidrógeno convertido en helio por segundo libera una prodigiosa cantidad de energía en una reacción exotérmica, produciendo el brillo que vemos durante el día, o por la noche, si consideramos la fusión que tiene lugar en las demás estrellas.

Pero la fuente de energía no es infinita, depende de la masa de la estrella al nacimiento. El ritmo de combustión se incrementa vertiginosamente según aumenta la masa inicial, de modo que las estrellas más grandes se queman más rápido que las pequeñas, que son más longevas. Las estrellas pequeñas combustionan durante decenas de miles de millones de años (como comparación, el universo tiene hoy unos 14 mil millones de años y el Sol unos 4.5 mil millones de años), mientras



Fotografía de ©César Cantú. Cortesía del artista

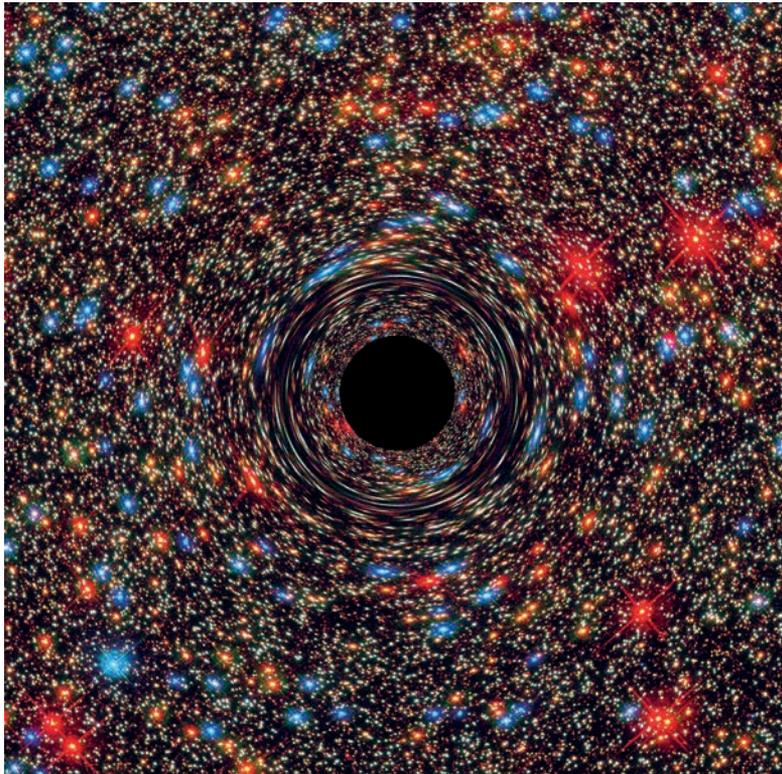
que las más grandes agotan su reserva en apenas unos millones de años (menos de lo que llevan los homínidos caminando erguidos por el planeta). Es en esta diferencia que radica el origen de los distintos elementos de la tabla periódica, de los objetos compactos, así como de algunos de los fenómenos más brillantes, violentos y fascinantes en el universo, que hoy empezamos a entender mejor a través de la observación y de la teoría de la relatividad general formulada por Albert Einstein hace poco más de un siglo.

El punto medular para comprender cómo se desarrolla la vida de una estrella es que en la secuencia principal —mientras combustiona hidrógeno— encuentra un delicado equilibrio entre la enorme presión interna que genera la fusión nuclear (que podría hacerla explotar) y las fuerzas gravitacionales que genera su masa (y que podrían hacerla colapsar sobre sí misma). La presión interna y la fuerza gravitacional son contrarias en sus efectos y

se anulan entre sí. La estrella es en realidad un enorme reactor de fusión autorregulado. A mayor masa (es decir, a mayor fuerza de gravedad) es necesario un ritmo más elevado de reacciones para soportar el peso de las capas externas y este ritmo termina por agotar más rápido el combustible.

ESTRELLAS DE NEUTRONES Y AGUJEROS NEGROS

Cuando se agota el hidrógeno, la estrella entra en una fase de transición mediante la compresión de su núcleo. Ahora puede utilizar el helio como combustible, formando carbono y liberando también energía. Aunque es una reacción que libera menos energía, resulta suficiente para evitar un colapso total. De hecho, este mecanismo ocurre por etapas sucesivas donde un elemento más pesado en la tabla periódica es producido a partir de la ceniza de la fase previa. Pero cada episodio es más breve porque la energía obtenida por la fusión resul-



Los astrónomos han descubierto un agujero negro supermasivo récord que pesa 17 mil millones de soles. Imagen simulada de un agujero negro supermasivo, 2022. Fotografía de la NASA, ESA, D. Coe, J. Anderson, y R. van der Marel (STScI). ©

ta cada vez menor. Para mantener el equilibrio y evitar el colapso, el ritmo de combustión se acelera. Una estrella de más de 8 veces la masa del Sol en su nacimiento —y que pasó 2 millones de años en secuencia principal— transforma todo el centro de su núcleo de silicio en hierro en tan solo 24 horas. Pero el hierro ya no sirve para seguir este juego, porque para usarlo como ingrediente en la receta de un elemento químico más pesado hay que darle energía, en lugar de liberarla. La estrella se ha metido en un callejón energético sin salida y ahora ya no hay nada que evite el colapso gravitacional. Una colosal implosión transforma al núcleo de hierro, con su masa un poco más grande que la del Sol y un tamaño similar al de la Tierra, en una pelota de gas caliente del tamaño de la Ciudad de México. En menos de un segundo se libera más energía que la que la

estrella ha producido previamente, mediante radiación, durante toda su vida.

A partir de observaciones y modelos teóricos, sabemos que el núcleo de una estrella que originalmente tenía entre 8 y 20 veces la masa del Sol se transformará en una estrella de neutrones: una bola de unos 20 kilómetros de diámetro con densidades cercanas a la de un núcleo atómico y una temperatura de decenas de millones de grados. Al mismo tiempo sus capas externas saldrán expulsadas al 10 por ciento de la velocidad de la luz produciendo una supernova en el cielo, cuyo brillo opaca el de toda su galaxia anfitriona durante un breve lapso y se puede ver a miles de millones de años luz, como un faro en el océano cósmico.

Si la estrella tenía a su nacimiento más de 20 veces la masa del Sol, su centro colapsará en un agujero negro, un objeto tan denso, con una

Resulta que la mayoría de las estrellas no andan solas como el Sol, sino en parejas como en Tatooine.

fuerza gravitacional tan potente, que nada, ni la luz, puede escapar una vez que caiga en él. Este cuerpo exótico tiene una superficie de no retorno a su alrededor llamada horizonte de eventos (para 10 masas solares, apenas unos 60 kilómetros de diámetro). Lo mismo sucede si mucha materia adicional cae sobre una estrella de neutrones recién nacida: en vez de explotar en supernova, colapsará en agujero negro.

Para entender cabalmente las propiedades de las estrellas de neutrones y los agujeros negros es necesario hacer uso de la teoría de la relatividad general, y en particular del concepto del espacio-tiempo desarrollado por Einstein. En esencia, el espacio no es plano ni euclidiano como lo conceptualizamos a diario; tampoco está separado por un lado el concepto de espacio y por otro el de tiempo, sino que están íntimamente ligados en uno solo, el espacio-tiempo, y el espacio mismo se curva en presencia de la materia.

De hecho, lo que se plantea es que la materia le dice al espacio cómo curvarse, deformándolo por su presencia, mientras que el espacio le dice a la materia cómo moverse, siguiendo una trayectoria de mínima distancia. No se puede dissociar un fenómeno del otro; es el núcleo de la idea de Einstein. La analogía popular, muy útil para visualizar pero que no deja de ser una analogía, es la de una membrana flexible, como de hule, tensa entre una serie de postes, deformada por un objeto masivo como una bola de boliche que colocamos en el centro, y sobre la cual se mueven cuerpos más pequeños, como canicas, siguiendo caminos determinados por su energía y por la curvatura de la membrana. En esta caricatura, la formación de una estrella de neutrones o un agujero negro estaría representada por la aparición de un pozo más angosto y profundo de lo que ha-

bía inicialmente, o incluso por la ruptura del fondo de la membrana en el caso de un agujero negro (pero el horizonte de eventos nos impide ver dentro).

LAS ONDAS GRAVITACIONALES

Y llegamos así a la conceptualización de las ondas gravitacionales, que se desprenden de la teoría de Einstein pero que no se habían comprobado experimentalmente. Si pensamos en la membrana con objetos que se mueven encima, pero solo en una sección, ¿cómo es que el resto, posiblemente a gran distancia, se entera de lo que está pasando? Es decir ¿cómo se propaga dicha información? La respuesta es mediante perturbaciones o vibraciones de la membrana, a las que llamamos ondas gravitacionales. En la teoría de Einstein, el movimiento de una masa en una región del espacio-tiempo produce pequeños temblores cuya propagación se da a la velocidad de la luz en todas direcciones y son posiblemente observables en otro punto. El problema experimental es que a pesar de la enorme energía que pueden transportar, las percibimos como increíblemente débiles porque casi no interactúan con la materia ya que las deformaciones inducidas en el espacio-tiempo son minúsculas.

Entonces, si queremos detectarlas directamente hay que empezar buscando los fenómenos cósmicos más violentos y energéticos. Regresemos a nuestras explosiones de supernova, o aún mejor, pensemos si hay manera de hacer que dos objetos compactos produzcan el mayor choque de trenes jamás visto. Para deleite astronómico, esto sí sucede.

Resulta que la mayoría de las estrellas no andan solas como el Sol, sino en parejas como

Los destellos de rayos gamma se conocen desde 1967 y durante décadas fueron uno de los misterios más interesantes de la astronomía.

en Tatooine,¹ girando una alrededor de la otra. Si ambas tienen suficiente masa, puede que cuando agoten su combustible nuclear sigan juntas, y ahora tengamos un sistema de dos estrellas de neutrones, de dos agujeros negros o uno mixto. Y en el proceso de morir de cada una, generalmente la separación entre ellas habrá disminuido y entrarán así en una lenta espiral que las irá acercando y de la que no habrá salida. Se irán acelerando cada vez más hasta fusionarse en un solo objeto que producirá un enorme estallido de radiación electromagnética, conocido como destello de rayos gamma, acompañado de una poderosa señal de ondas gravitacionales generada en los instantes inmediatamente previos a la colisión.

Los destellos de rayos gamma se conocen desde 1967 y durante décadas fueron uno de los misterios más interesantes de la astronomía. Se pensaba que estaban asociados a objetos compactos por la cantidad de energía liberada, por las rapidísimas variaciones en su brillo —de milisegundos—, y por los chorros de gas y energía que se movían a velocidades cercanas a las de la luz. Pero no fue sino hasta 1997 que empezó una época de rápidos descubrimientos gracias a una combinación de satélites que observaban rayos gamma desde el espacio y telescopios en tierra diseñados para captar luz visible e infrarroja; hoy la mayoría de ellos son de respuesta robótica. Pudimos confirmar que efectivamente los rayos gamma provenían de eventos que marcaban el nacimiento de agujeros negros, ya sea con explo-

siones de supernova o por la fusión de objetos compactos, y que, por la energía liberada, se encontraban efectivamente a miles de millones de años luz. Pudimos comprobar también que, por las características de la radiación, seguramente habría una señal de ondas gravitacionales asociada, pero los detectores para ello aún no estaban en funcionamiento.

Finalmente, en la última década, los observatorios de ondas gravitacionales entraron en una etapa en la que su sensibilidad les permite distinguir esta clase de fenómenos. En esencia, los detectores de hoy en día miden la deformación del espacio-tiempo inducida por el paso de una onda gravitacional a través de la pequeña diferencia de distancia que se genera en dos brazos de una gigantesca "L" (de varios kilómetros) donde se ha hecho un alto vacío y corre una luz láser. Mediante la técnica de interferometría, que consiste en medir si dos ondas de luz coinciden en su fase, es decir, si los picos y valles de su oscilación van juntos (generando brillo) o se contraponen (produciendo oscuridad), se detecta el paso de la vibración del espacio-tiempo y se puede reconstruir la señal de las ondas gravitacionales. En un esfuerzo experimental sin precedentes que tomó más de dos décadas, en 2015, exactamente cien años después de la formulación de la teoría general de Einstein, fue observada por primera vez la señal de la fusión de dos agujeros negros (descubrimiento que mereció el Premio Nobel de Física). En 2017 vimos la emisión producida por la fusión de dos estrellas de neutrones. Esta última coincidió en posición y momento con la detección de un destello de rayos gamma (el 17 de agosto de 2017, para ser exactos), confirmando explícitamente la asociación de estos fenómenos observados a partir de un solo objeto astronómico.

¹ Del universo de Star Wars, se trata del planeta de origen de Anakin Skywalker y su hijo, Luke Skywalker [N. de los E.].



Fotografía de ©César Cantú. Cortesía del artista

LA MÁSCARA DE TUTANKAMÓN

La cereza en el pastel de esta historia nos lleva de regreso al origen de los elementos en la tabla periódica. Si una estrella común y corriente puede producir desde helio hasta hierro, pasando por los elementos intermedios, ¿cómo se forman los que son más pesados? En particular, ¿de dónde sale la energía para constituirlos y en qué condiciones deben estar los elementos de partida? Resulta que tanto en explosiones de supernova como en fusiones de estrellas de neutrones, una buena parte del material involucrado es rico, precisamente, en neutrones: una de las partículas elementales de los núcleos atómicos, con masa similar a la del protón pero sin carga eléctrica. Y es precisamente la captura de estos neutrones sobre núcleos atómicos pesados lo que permite la creación de elementos más complejos que el hierro. En el material eyectado durante la explosión de supernovas o por los grandes brazos de las espirales generadas durante la fusión de estrellas de neutrones y que como hondas proyectan gas hacia el medio interestelar, esta nucleosíntesis genera entre muchas otras cosas platino, bismuto, uranio, europio y plata.

Nacen a altas temperaturas y en estados radioactivos excitados, por lo que su decaimiento a estados base —con su respectiva descarga de energía— le da un tinte y brillo adicional muy característico a la luz que despiden, particularmente en el caso de la fusión de estrellas de neutrones.

Esto fue observado directamente en el evento de 2017 (a dicha emisión se le ha denominado una *kilonova*, dado que es unas mil veces menos brillante que una supernova). De forma colectiva, hoy pensamos que aproximadamente la mitad de los elementos llamados lantánidos son generados en supernovas y la otra mitad en las fusiones de estrellas de neutrones. Después se incorporan a grandes nubes de gas y polvo en las galaxias, que a su vez forman nuevas generaciones de estrellas como nuestro Sol, con sus planetas, lunas y, al menos en el caso de uno de ellos, vida. Así que la próxima vez que veamos una foto de una pieza de oro, como la máscara de Tutankamón, sabremos que una parte muy importante de ella vino de algunos de los eventos más fascinantes en el universo. **U**



LA ASTRONOMÍA EN LA CULTURA PREHISPÁNICA MESOAMERICANA

Jesús Galindo Trejo

El estímulo visual del cielo nocturno ha despertado en la mente humana diversos sentimientos. La fascinación que provoca su belleza condujo con frecuencia a una exaltación religiosa y también a una actitud analítica que buscaba comprender un ámbito tan lejano de lo habitual. Estas actitudes permitieron desarrollar conceptos esenciales para elaborar una cosmovisión propia. La observación de la naturaleza fue una práctica que la humanidad utilizó para procurarse los medios de subsistencia y para estructurar y organizar la sociedad. Así, la emocionante experiencia de presenciar una salida del Sol o el ocaso de la Luna generó un ambiente peculiar en el que los sentidos percibían la magnificencia de poderes que, aunque difíciles de entender, inspiraban a la inteligencia humana a desentrañarlos.

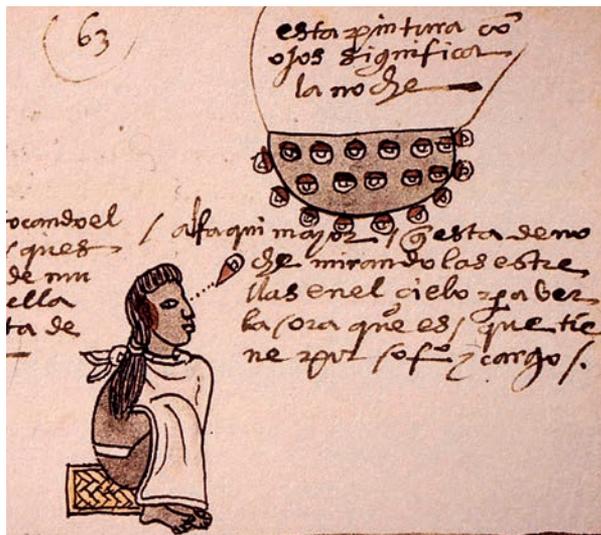
El cielo nocturno y el diurno fueron objeto de un seguimiento sistemático, y la perspicacia de quienes los observaron hizo posible la creación de un instrumento fundamental para toda sociedad: el calendario. En Mesoamérica surgieron de manera autónoma varias civilizaciones que desarrollaron un sistema calendárico propio, vigente durante por lo menos tres milenios. Este bien cultural, junto a otras características —como la construcción de pirámides, de canchas de juego de pelota, un sistema numérico vigesimal y sobre todo, una alimentación basada en el maíz, frijol, calabaza y chile—, les otorgó una identidad y,

posiblemente, una manera propia de concebir el universo. El calendario alcanzó tal trascendencia que se convirtió en un objeto de culto, pues se consideraba que los dioses ancestrales lo habían inventado y obsequiado a los seres humanos.

De acuerdo con diversas fuentes etnohistóricas, el universo estaba constituido por estratos superiores e inferiores, además del plano terrenal donde habitaban los seres vivos. Se identificaban trece capas celestes, ocupadas por el Sol, la Luna, los cometas, las constelaciones, la Vía Láctea, y demás cuerpos. El inframundo tenía nueve niveles superpuestos. Para la asignación del objeto que contenía cada estrato se tomaban en cuenta aspectos religiosos y rituales. Con pequeñas variaciones regionales, esta organización del universo regía en toda Mesoamérica. Asimismo, los números trece y nueve destacaban como dos cifras importantes.

El sistema calendárico mesoamericano consiste en dos cuentas de días: una de naturaleza solar de 365 días organizada en 18 periodos de 20 días, más cinco días para completar el año. La otra, de naturaleza religiosa, consiste en 260 días, repartida en 20 periodos de 13 días. Ambas cuentas empezaban simultáneamente; cada día recibía una fecha en cada cuenta. Después de los primeros 260 días, las cuentas se desfasaban y era necesario que transcurrieran 52 años de 365 días para que otra vez coincidieran y volvieran a empezar. En la cuenta religiosa era necesario completar 73 periodos de 260 días para llegar al punto de coincidencia. Es decir, se establecía la equivalencia: $52 \times 365 = 73 \times 260$.

El objeto más brillante del cielo, el Sol, proporciona no solo calor y luz, sino también un parámetro de tiempo; por esta razón fue su-



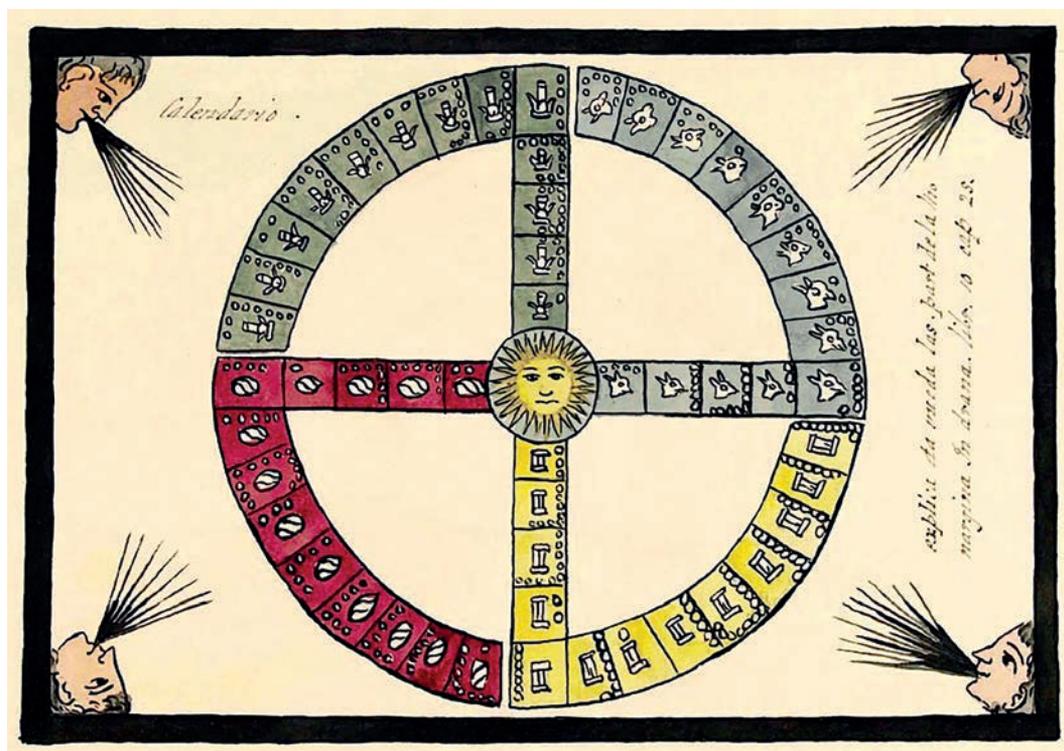
Astrónomo mexicana, códice Mendoza, 1542.
Cortesía del autor del texto

jeto de un intenso culto. Un cronista recogió de un informante mexicana esta frase: *In Teotl quitoznequi Tonatiuh*, que significa "Dios quiere decir Sol". Otro cronista añade a una imagen del dios solar representado en un códice la opinión de los naturales: "Todas las cosas, dicen, las produce el Sol". En códices, esculturas, cerámica y pintura mural se plasmó al Sol como una deidad generosa y de gran poder. La Luna se asociaba a la fertilidad, al agua y a las hilanderas. Venus, el cuerpo celeste más brillante en el cielo nocturno después de la Luna, fue identificado con un dios civilizador de persistente presencia en toda la región. Sacerdotes especializados siguieron minuciosamente la aparición y desaparición de este planeta y asentaron sus observaciones en códices. Un ejemplo notable de ello se puede admirar en el códice de Dresde, que incluye el registro del periodo sinódico de Venus de 584 días. En la ciudad de Chichén Itzá, en un templo conocido como la Plataforma de Venus, se hallaron varias estelas labradas con la misma inscripción: el glifo del año solar; una especie de letra A sobre un trapecio, encima de un atado de cañas que representa la conmemoración del pe-

riodo de 52 años. Este diseño aparece rodeado de ocho cuentas. Contiguo a la inscripción se labró el símbolo de Venus, como una gran estrella acompañada de una barra numérica con el valor de cinco. Estamos ante una expresión plástica de la conmensurabilidad de los periodos observacionales del Sol y de Venus, es decir: ocho años solares de 365 días igualan precisamente a cinco periodos sinódicos del planeta.

Otros fenómenos celestes que se registran frecuentemente en códices y esculturas son los eclipses. En el Códice de Dresde aparece un notable ejemplo al respecto. A lo largo de varias páginas se registran 69 columnas de glifos que terminan con los números 177 y 148. Las fechas asociadas a cada columna corres-

ponden a las de eclipses de Sol y de Luna. Aquellos números señalan los días que separan a dos eclipses de Sol y de Luna contiguos. La tabla abarca aproximadamente 33 años. En ella aparecen también varias figuras que representan ideográficamente al "Sol comido", es decir, el eclipse: el glifo solar oscurecido, rodeado de dos símbolos semejantes a alas de mariposa, pendiendo del cielo y a punto de ser devorado por un monstruo. Es muy interesante que algunos de esos eclipses no fueran observables en la región maya. Este hecho se asemeja a la práctica de un astrónomo moderno: calcula eventos astronómicos que no necesariamente son observables desde donde vive. Hay indicios de que en otras regiones mesoamericanas también existieron códices con con-



Manuscrito Tovar, s. XVI. Cortesía del autor del texto

tenido astronómico. Los registros de eclipses y de cometas aparecen en numerosos documentos pictográficos. Un acontecimiento tan significativo como la fundación de México-Tenochtitlan en el año 1325 pudo haber sucedido en torno a un eclipse total de Sol observado en abril de ese año. Un mural en la ciudad yucateca de Mayapán, representa persona-

pirámide y la ciudad actual se alinean al ocaso solar en el solsticio de verano, y seis meses, antes o después, la salida del Sol en el solsticio de invierno marca la alineación de la pirámide en su parte posterior. Un ejemplo de orientación equinoccial es la de la pirámide de Teopanzolco, en Cuernavaca. Desde una pequeña plataforma situada frente a ella se puede

El empleo del calendario para orientar estructuras arquitectónicas en Mesoamérica alcanzó una alta especialización.

jes armados que descienden de grandes soles. Los rayos del sol lo iluminan en momentos relevantes del calendario mesoamericano. De acuerdo a los estudios arqueológicos, ese mural se pintó durante los siglos XII y XIII d. C. El motivo astronómico podría referirse al registro del tránsito de Venus por el disco del Sol en esos siglos durante el ocaso solar. Los personajes en el interior del Sol representan posiblemente deidades asociadas a Venus.

El empleo del calendario para orientar estructuras arquitectónicas en Mesoamérica alcanzó una alta especialización. Se puede afirmar que la mayoría de los grandes templos, palacios y plataformas están orientadas hacia la salida o la puesta del Sol. Aunque existen alineaciones que señalan momentos astronómicamente importantes como solsticios, equinoccios y los puntos en que el Sol sale o desaparece en el horizonte durante los días de su paso cenital, la mayoría de las estructuras arquitectónicas muestran orientaciones que no corresponden a dichos acontecimientos. Sin embargo, existen ejemplos espectaculares de orientaciones solsticiales, como la de la gran pirámide de Cholula, la más grande del mundo de acuerdo a su volumen. El frente de esta

observar, entre los días del equinoccio, cómo surge el disco solar exactamente entre los dos santuarios construidos en su cúspide.

Existen tres grandes familias de alineaciones solares, y en las estructuras arquitectónicas de Mesoamérica hay algunos ejemplos emblemáticos. La gran urbe de Teotihuacán posee dos ejes urbanos, la llamada Calzada de los Muertos y la perpendicular a esta que coincide con el eje de simetría de la Pirámide del Sol. Dos veces al año, el 29 de abril y el 13 de agosto, el Sol se alinea en el ocaso frente de la gran pirámide. Debido a su aparente movimiento en las mañanas del 12 de febrero y el 29 de octubre, la alineación solar sucede en la parte posterior de la Pirámide del Sol. El significado de esas fechas es más bien cultural. Para aclarar esto, necesitamos observar todas las puestas del Sol durante un año desde la cúspide de la pirámide. A partir de la primera alineación, transcurrirán 52 días antes de que el disco solar alcance su posición extrema en el solsticio de verano en el horizonte noroeste. Lentamente, el Sol regresará en dirección al sur, de tal forma que 52 días después ocurrirá la segunda alineación, el 13 de agosto. Día tras día, se pondrá en el horizonte, siem-

pre más hacia el sur. Llegará a su extremo suroeste en el solsticio de invierno y en ese momento emprenderá su regreso al norte sobre el horizonte. Completará su periodo anual el 29 de abril del año siguiente. Es admirable que el Sol tarde 260 días para realizar el recorrido. Es obvio que la única función de esas fechas es indicar la división del año en cuentas de días expresables por los números calendáricos, 52 (4 x 13) y 260 (20 x 13). Se trata clara-

casas y los postes enmarcan y señalan al disco solar en el horizonte. En las mañanas del 4 de marzo y el 9 de octubre, nuevamente se alinea el Sol al Templo Mayor, y a lo largo de República de Guatemala se podrá admirar el disco solar centrado en un cerro conocido como Yeloxochitl. Las cuatro fechas citadas para el Templo Mayor difieren de las dadas para la Pirámide del Sol en Teotihuacán por veinte días, una unidad de tiempo fundamental. Si se ob-

Queda claro que la traza urbana de la Ciudad de México está definida por la estructura del calendario mesoamericano.

mente de un culto a los dioses que crearon el calendario. Esta división se da también al hacer el seguimiento de las salidas del Sol considerando las fechas 12 de febrero y 29 de octubre, las que corresponden a la alineación solar con la parte posterior de la pirámide. El soberano que ordenó esa alineación calendárico-astronómica de la gran pirámide tenía asegurado el favor de los dioses, pues su obra cumplía con los principios sagrados del calendario. Esta familia de alineaciones aparece en toda Mesoamérica, incluso mucho antes de la fundación de Teotihuacán. Se puede ver también, por ejemplo, en la ciudad maya de El Mirador, en el Petén guatemalteco.

La del Templo Mayor de Tenochtitlan pertenece a otra familia de orientaciones. Es importante destacar que la traza urbana de la Ciudad de México en su origen colonial, hoy la calle República de Guatemala y su prolongación, la calle de Tacuba, está alineada al eje de simetría del Templo Mayor. Los días 9 de abril y 2 de septiembre, el Sol se pone alineado a este eje, y quien esté a nivel de la calle, notará a lo largo de Tacuba cómo el asfalto, las

servan todas las puestas solares durante el año, se obtendrá una partición en intervalos de días de gran importancia. A partir del 9 de abril transcurrirán 73 días antes de que el Sol alcance el solsticio de verano. Después de otros 73 días, el 2 de septiembre ocurrirá la segunda alineación solar. El Sol continuará acostándose cada vez más hacia el sur sobre el horizonte poniente hasta llegar al solsticio de invierno. Entonces emprenderá el regreso, día tras día, hasta el 9 de abril siguiente. Este periodo de tiempo abarca precisamente 3 veces 73 días, es decir, 219 días. La división del año está definida por el número calendárico 73 que aparece en la identidad calendárica antes mencionada. Queda claro que la traza urbana de la Ciudad de México está definida por la estructura del calendario mesoamericano. Esta familia de alineaciones arquitectónicas se puede identificar incluso en la Gran Pirámide Olmeca de La Venta, Tabasco, construida hacia el año 1000 a. C.

La tercera familia de orientaciones se puede describir a partir de la llamada embajada teotihuacana o el Palacio Enjoyado, en la ciu-

dad zapoteca de Monte Albán. El nombre lo recibe por sus características arquitectónicas y los hallazgos arqueológicos de estilo teotihuacano descubiertos ahí. La alineación solar de este notable edificio sucede en las mañanas del 25 de febrero y el 17 de octubre. Antes de aclarar el significado de estas fechas, quiero citar al fraile dominico Juan de Córdova, quien escribió la primera gramática del idioma zapoteco. Él explica el calendario y añade esta información: los zapotecos dividían la cuenta de 260 días en cuatro partes de 65 días. Identificaban cada una de estas con el dios de la lluvia, Cocijo, quien, decían, proveía de todo. Justamente las fechas de alineación de la embajada teotihuacana se encuentran 65 (5 x 13)

días antes y después del solsticio de invierno. Este edificio está adosado a una alta plataforma que marca el sitio más alto de la ciudad. En la Plaza Principal de Monte Albán se puede ver el llamado Edificio P con una cámara debajo de su escalinata con un tubo de piedra que permite registrar el paso cenital del Sol. El 17 de abril el haz de luz solar oblicua penetra por primera vez hasta el suelo, y el 25 de agosto deja de hacerlo. Ambas fechas están separadas por 65 días, antes y después, del solsticio de verano. Esta alineación existe también en toda Mesoamérica, por ejemplo, en los Templos I y II de la ciudad maya de Tikal, y en la llamada Casa de los Trece Cielos en Cañada de la Virgen, Guanajuato.



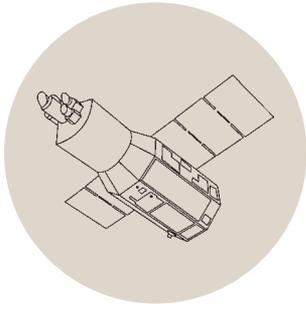
Plataforma de Venus en Chichén Itzá, 2008. Altairisstar ©

La manera mesoamericana de elegir fechas de alineación solar de grandes estructuras arquitectónicas representa una característica de gran importancia cultural. Hay que considerar que la orientación de un templo es apenas una parte del discurso simbólico, ritual y político que expresan estas estructuras. También hay que tomar en cuenta la pintura mural, las estelas labradas y, sobre todo, las ceremonias religiosas que se desarrollan en el interior y en el entorno del templo.

Una propiedad intrínseca del sistema calendárico de dos cuentas simultáneas de días es que cada 52 años se repetían los mismos nombres de año. Los mayas de la época clásica (entre el 100 y 800 d. C.) idearon una variante calendárica en la que una fecha dada se expresaba a través del número de días transcurridos a partir del 13 de agosto del año 3114 a. C. Esto permitía localizar un momento en el tiempo con gran exactitud y realizar búsquedas de eventos astronómicos del cielo nocturno. Un admirable ejemplo existe en el Templo de las Pinturas en Bonampak, Chiapas. Tres cuartos abovedados con impresionantes pinturas que describen batallas, ceremonias sucesorias, fiestas con músicos, entre otras escenas, rinden homenaje al soberano Chan Muwan II. En la bóveda del cuarto central, dentro de cuatro cuadretes, se pintaron una tortuga con tres glifos de estrella y una manada de jabalíes rodeada con estrellas; entre estos cuadretes se representaron otros dos con personajes con estrellas, uno con un palito señalando a la tortuga y el otro con una especie de charola que podría tratarse de un espejo de pirita, como los hallados ahí mismo. Los sacerdotes mayas estamparon la fecha: 6 de agosto de 792 d. C. Una vez que se hizo de noche, la Vía Láctea apareció alineada a lo largo del eje de simetría del

edificio. Poco antes del amanecer, la Vía Láctea se ubicó a lo largo del cierre de la bóveda que muestra la representación de un largo monstruo. Estudiosos de la cultura maya consideran que esta galaxia se conceptualizaba como una gran criatura celeste, cuyas fauces se localizaban en la bifurcación de la Vía Láctea cerca de la constelación del Águila. Durante la noche, en esa fecha, una región del cielo se colocó justo encima del edificio, lo que sugiere una identificación de los cuadretes. Se trata de la región que incluye a las constelaciones de Orión y del Toro. La tortuga podría referirse a Orión con sus tres estrellas del cinturón; mientras que la manada de jabalíes semejaría al cúmulo estelar de Las Pléyades. Entre estos objetos celestes se ubica el cuerpo del Toro con sus largos cuernos. Su ojo está representado por una de las estrellas rojas más brillantes a simple vista, Aldebarán. Este sería el personaje con el palito. Finalmente, en el cuerno de enfrente se colocó un "gemelo" rojo, es decir, Marte, que podría ser el personaje con el posible espejo.

La excepcional relevancia de la astronomía prehispánica en la evolución cultural de Mesoamérica está presente en sus edificaciones. Afortunadamente algunos de los grandes avances alcanzados por el ingenio y la agudeza de los observadores prehispánicos del cielo podemos admirarlos aún ahora. Incluso algunas de las ciudades mexicanas actuales permiten recrear, por medio de sus trazas urbanas, algunos eventos solares que nos señalan la trascendencia que alcanzó el calendario prehispánico. Hay mucho por investigar pero es claro que se trata de una especie de reloj cósmico que sigue funcionando, incluso sin sus creadores. **U**



DEL HUBBLE AL JAMES WEBB: LA REVOLUCIÓN DE LOS TELESCOPIOS ESPACIALES

Joel Sánchez

El 24 de abril de 1990 fue una fecha crucial para la astrofísica moderna. Ese día fue lanzado al espacio, desde el transbordador Discovery, el telescopio espacial Hubble (o HST, por sus siglas en inglés). Durante más de treinta años este telescopio ha sido una fuente de descubrimientos y un referente para el desarrollo de la astrofísica y la cosmología. Pero, dado que los avances tecnológicos son inevitables, en diciembre de 2021 la ciencia recibió un nuevo y poderoso instrumento: el telescopio espacial James Webb (o JWST, por sus siglas en inglés), que mejorará nuestro entendimiento del universo en la próxima década. De hecho, los investigadores del Instituto de Astronomía de la UNAM estamos trabajando con los datos generados por este nuevo telescopio espacial.

¿POR QUÉ NECESITAMOS TELESCOPIOS CADA VEZ MÁS GRANDES?

Para comprender mejor el funcionamiento de un telescopio y la importancia de los observatorios espaciales debemos mencionar algunos conceptos básicos, como que la luz es una onda electromagnética que viaja libremente en el espacio. Su longitud de onda depende de la cantidad de energía y tiene una variabilidad casi infinita. El ojo humano puede observar un rango muy restringido, con tamaños entre los 350 y los 780 nanómetros, conocido comúnmente como "luz visible", que cubre



Telescopio espacial Hubble, 2002. Fotografía del STScI y la NASA ©

del violeta al rojo. Los rangos imperceptibles para el ojo humano tienen diferentes nombres, por ejemplo, rayos gamma, rayos X, infrarrojo, microondas, ondas de radio, entre otros. Sin embargo, todas son ondas electromagnéticas con diferente cantidad de energía.

Se conoce como "resolución angular de un telescopio" a la capacidad de este para diferenciar los detalles de objetos muy distantes, y depende del tamaño del espejo principal del telescopio y de la longitud de onda que se observa. Mientras mayor sea la longitud de onda que se observa, mayor deberá ser el tamaño del telescopio sobre todo para imágenes en alta resolución. Esto explica por qué, a medida que avanza el conocimiento del cosmos, se requieren telescopios más grandes.

LA IMPORTANCIA DE TENER OBSERVATORIOS ESPACIALES

La atmósfera terrestre nos protege de la radiación ultravioleta del Sol y permite la exis-

tencia de vida. Sin embargo, su presencia obstruye el paso de muchas longitudes de onda. Además, el movimiento del aire que contiene distorsiona las imágenes y deteriora la resolución angular de los instrumentos, algo que los telescopios modernos intentan corregir con complejos sistemas de control electromecánico integrados. Esto depende de las condiciones atmosféricas al momento de la observación, que cambian rápidamente y obligan a corregir de forma continua, en fracciones de segundo.

Al no existir una atmósfera que se interponga entre la luz de los cuerpos celestes y los instrumentos del telescopio, este problema no existe para los observatorios espaciales. Así, las observaciones desde el espacio alcanzan la mejor resolución angular posible y la mayor sensibilidad para observar objetos con emisiones tan débiles que serían inaccesibles desde observatorios terrestres. A pesar de que no es posible colocar telescopios muy grandes en el

espacio, las aportaciones de los que allí se encuentran son fundamentales.

LOS DATOS FANTÁSTICOS DEL HUBBLE

Un ejemplo del tipo de imágenes que pueden captar los observatorios espaciales es el llamado "campo ultraprofundo del Hubble". Entre el 3 de septiembre de 2003 y el 16 de enero de 2004, el HST observó durante un millón de segundos una zona aparentemente vacía del espacio. La imagen obtenida, la más profunda del universo tomada en luz visible, fue sorprendente, pues reveló varios cientos de galaxias nunca antes vistas. La luz de algunas de ellas fue emitida hace más de 13 mil millones de años.

En 2011, un grupo de astrónomos de la Universidad de California volvió a analizar esta imagen, aunque combinando datos de los telescopios del Observatorio Europeo Austral situados en Chile. Encontraron que una de las galaxias, denominada UDFj-39546284, se formó unos 600 millones de años después del comienzo del Universo. Es tan joven como la llamada "época de reionización", donde la luz de las primeras galaxias ionizó el gas que recién se enfriaba tras la Gran Explosión. El descubrimiento de UDFj-39546284 indica la posible existencia de una población de galaxias tempranas cuya radiación modificó la transparencia del universo. ¿No es esto fascinante? ¡Gracias al Hubble comenzamos a entender cómo se formaron las primeras galaxias!

EL TELESCOPIO ESPACIAL JAMES WEBB

El 25 de diciembre de 2021 fue lanzado el telescopio espacial James Webb desde la Guayana Francesa, a bordo del cohete Ariane 5. Este artefacto fue el resultado de varias décadas de diseño, planeación y trabajo por parte de las

Otra cosa notable del Webb es que está situado a una distancia mucho mayor que el Hubble o cualquier otro telescopio espacial.

agencias espaciales de Estados Unidos, Canadá y Europa. En el proyecto han participado especialistas de más de trescientas universidades e institutos de investigación de catorce países. El telescopio cuenta con un peso aproximado de 6.5 toneladas —casi la mitad que el HST— y un espejo principal de 6.5 metros de diámetro, compuesto por una serie de dieciocho espejos hexagonales unidos entre sí.

Los espejos del Webb están hechos de un material raro: el berilio. Este es muy ligero, poco abundante, y se crea cuando los elementos pesados que son lanzados por las estrellas al medio interestelar chocan con rayos cósmicos, para luego fusionarse y dividirse. Se podría decir que el JWST no solo estudia las estrellas, sino que está construido con polvo procesado por ellas. Además, estos espejos se encuentran recubiertos por una capa de oro, que es un material altamente reflejante en el infrarrojo (alrededor de un 99 por ciento) y poco reactivo, lo que evitará que se deterioren con rapidez en el espacio. El oro también posee una alta eficiencia térmica, lo que ayuda a disipar calor del telescopio. Aunque el área del espejo es de 25 metros cuadrados, la cantidad de oro usado para recubrirlo es apenas de 48.25 gramos. El rango de longitudes de onda en las que trabaja el James Webb va de entre 0.6 hasta 28.5 micrómetros.

Otra cosa notable del Webb es que está situado a una distancia mucho mayor que el Hubble o cualquier otro telescopio espacial. Mientras que el HST se encuentra apenas a 550 kilómetros de la superficie terrestre y completa una órbita alrededor de la Tierra



Esta imagen revela por primera vez regiones de nacimiento estelar. En ella se aprecia el borde de la cavidad gaseosa gigante que está dentro del cúmulo NGC 3324. NGC 3324, 2022. Fotografía de la NASA, ESA, CSA y STScI ©

cada 97 minutos; el JWST se localiza a una distancia de 1.5 millones de kilómetros, en una posición conocida como "punto de Lagrange L2", donde se equilibran las fuerzas gravitacionales de la Luna y la Tierra. Esto le brinda la estabilidad necesaria para mantenerse en un mismo lugar sin ser perturbado.

DATOS ÚNICOS CON EL JWST DESDE EL PRIMER DÍA

El JWST ha estado en operación científica desde junio de 2022. Los seis meses posteriores

a su lanzamiento fueron utilizados para comprobar que los sistemas de sus cuatro instrumentos funcionaran de manera adecuada. Una vez terminada esta etapa de pruebas, el telescopio estuvo listo para ejecutar los programas científicos de observación. Pero incluso en este tiempo pudo obtener algunos datos que fascinaron al mundo. Las primeras cinco imágenes fueron mostradas al público el 12 de julio de 2022. En una de ellas se aprecia el cúmulo denominado SMACS 0723, formado por miles de galaxias, algunas de las más antiguas del



universo. La mayoría de ellas se encuentra a 5 mil millones de años luz, y varias tienen edades superiores a los 13 mil millones de años. De hecho, esta imagen reveló muchas más galaxias y con mayor detalle que las tomadas en el campo profundo del Hubble.

Además de la del SMACS 0723, el Webb también capturó imágenes de un grupo de cinco galaxias en interacción conocido como "el Quinteto de Stephan". Otras mostraron regiones gaseosas, como la llamada "nebulosa de Carina" o la "nebulosa planetaria del Ani-

llo", y también revelaron datos de un exoplaneta, WASP 96-b, en el que se pudo confirmar la presencia de agua.

MEXICANOS COLABORANDO EN EL JWST

Aunque el JWST es un telescopio estadounidense, canadiense y europeo, los astrónomos de todas partes del mundo pueden acceder a sus datos y, a través de colaboraciones, formar parte de los equipos científicos.

La participación de la UNAM en los primeros descubrimientos del Webb ha quedado de

manifiesto en un par de artículos de investigación publicados en la prestigiosa revista *Nature Astronomy*. Colaboré en el primero de ellos, sobre el estudio del sistema binario de estrellas masivas WR 140.¹ La imagen de WR 140, tomada con la cámara MIRI (Mid-InfraRed Instrument), mostró un conjunto de arcos que trazan la historia de formación de polvo debido al choque de los vientos de dos estrellas masivas en el centro de este sistema. Los arcos observados corresponde al polvo que se ha formado y expandido siempre que estas se encuentran en el punto más cercano entre ellas. Cabe recalcar que es la primera vez que se observan tantos anillos en este tipo de sistema,

¹ Las estrellas con más de ocho veces la masa de nuestro Sol suelen encontrarse en sistemas de dos o más estrellas que orbitan entre sí.

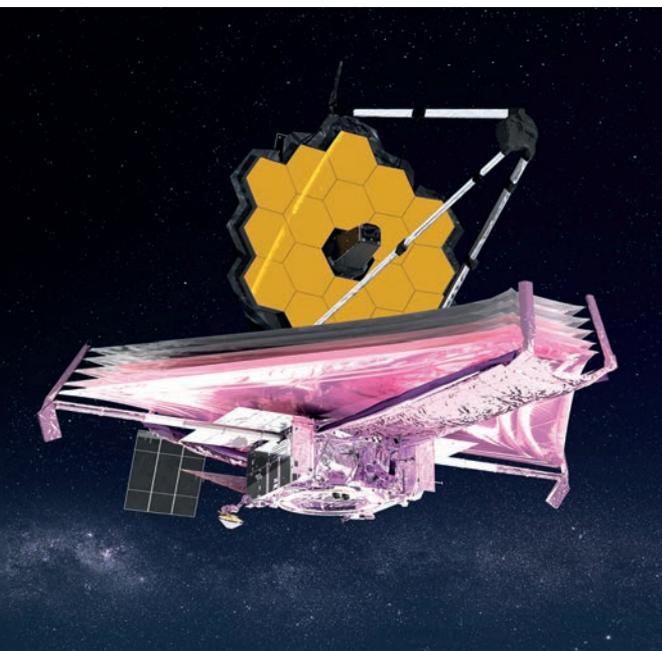


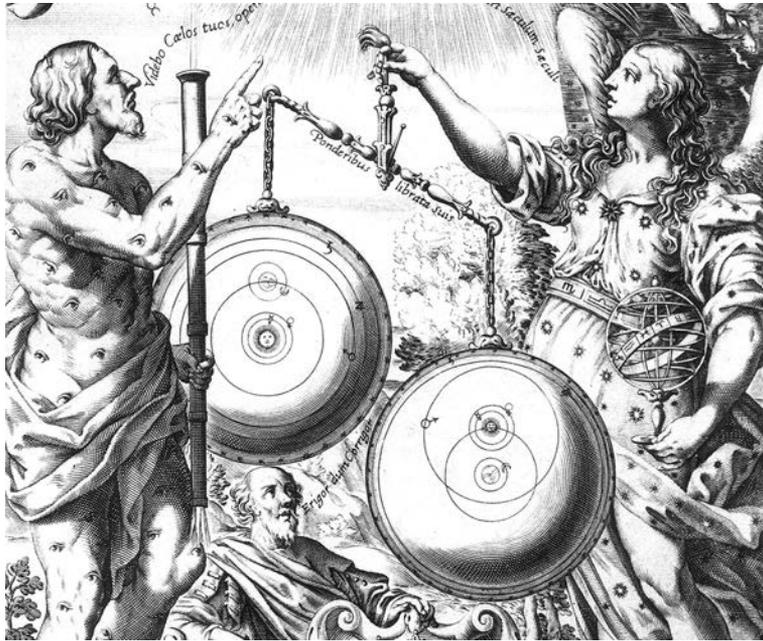
Ilustración del telescopio espacial James Webb, 2022. NASA GSFC/CIL/Adriana Manrique Gutiérrez ©

pues los telescopios terrestres no habían sido tan eficientes como para realizar tal detección.

La Dra. Laurence Sabin y los Dres. Guillermo García Segura y Christophe Morisset participaron como colaboradores en el estudio de la nebulosa planetaria NGC 3132. Las nebulosas planetarias son una de las etapas finales de la evolución de estrellas como nuestro Sol. En esta fase, las estrellas liberan gran parte de sus capas externas, lo que da lugar a las prominentes estructuras de gas y polvo que rodean a estos objetos. La amplia variedad de formas encontradas en las nebulosas indica los procesos físicos que las crean. Para este estudio se obtuvieron datos con los instrumentos NIRCam (Near-InfraRed Camera) y MIRI. El análisis mostró un halo con estructura espiral en la morfología de la nebulosa, cuyo origen parece ser la acción de un sistema binario de estrellas. Además, el estudio de la fuente central reveló la presencia de un disco de gas y polvo en el corazón de la nebulosa, lo que hace pensar que esta no ha sido formada por una única estrella o por un sistema binario, ¡sino por cuatro estrellas!

Estos resultados demuestran lo revolucionario de las observaciones obtenidas con el JWST y la activa participación de los investigadores de la UNAM. En los próximos años, los datos que se recogerán gracias a este telescopio serán cruciales para incrementar nuestro conocimiento del universo. Es una época increíble para realizar investigación astronómica, y los científicos de la UNAM, sin duda alguna, buscaremos mantenernos a la vanguardia de los descubrimientos. **U**

Franciscus Curtus, Detalle de *Almagestum novum*, 1651 © ▶



ARTE

EL UNIVERSO DE ANA MONTIEL

Papús von Saenger

El universo es una máquina de hacer conciencia.

Hubert Reeves

La relación amorosa entre astrónomos y artistas ha sido larga y fecunda; antes de la fotografía, la única forma de registrar y estudiar los fenómenos del cielo era mediante dibujos. Los artistas, entre ellos Durero, Van Gogh y Miró, han continuado con esta observación, intuyendo que las leyes que rigen el universo intervienen en el acto creativo.

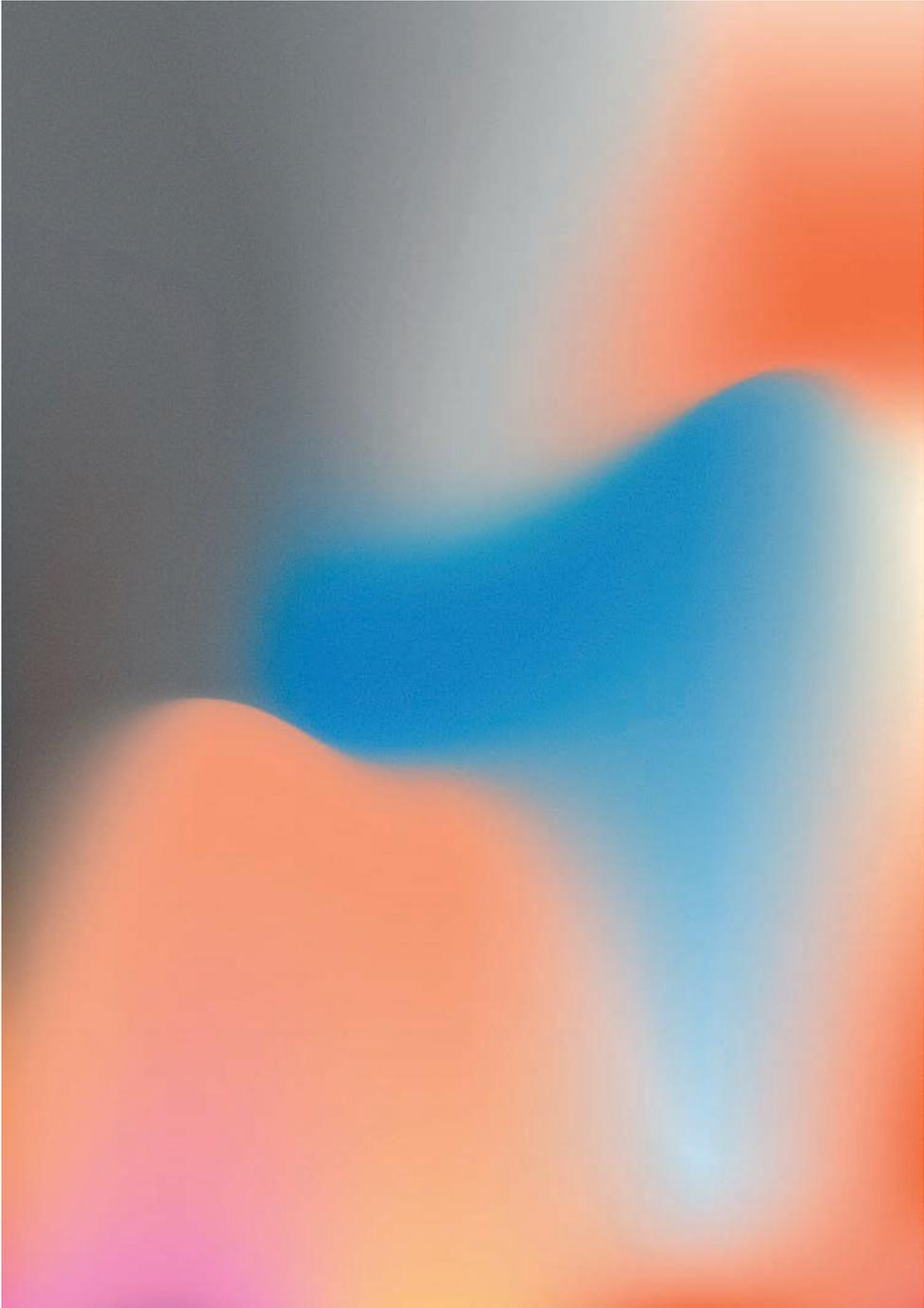
Ana Montiel (Logroño, 1981), artista española afincada en México, se inspira en la neurociencia y la física cuántica para crear sus obras. Su pintura parte de una estética que responde a un proceso físico exhaustivo y minucioso. La artista utiliza distintos tipos de pistolas de pulverización —usadas generalmente para pintar casas— con las que realiza aplicaciones de pintura acrílica de hasta cuarenta capas, que a veces retoca con pasteles y lápices de colores a mano. De sus cuadros de gran formato emergen nebulosas y masas en movimiento rodeadas de gas, donde el polvo en suspensión mitiga y dispara luz. El espectro cromático pareciera depender de las colisiones, de la liberación de energía, de las fluctuaciones de temperatura, de la explosión del encuentro entre materia y espacio. Pero la pintura no es solo una representación, es un acto que traduce la escena que vemos con imaginación, intuición y audacia; una órbita que se mantiene unida por mecánica propia.

La obra de Montiel reta a nuestra percepción. La artista también interviene cristales de edificios con vinilos translúcidos —que diseña de forma digital—, lo que les permite destacar y ser vistos desde la calle o el cielo; pero el efecto se invierte rápidamente y los espacios intervenidos se vuelven estaciones de observación que modifican la conciencia del espectador. El trabajo de Ana Montiel sugiere que vivimos en un estado de atrofia inducido por doctrinas productivas; para liberarnos de este delirio colectivo necesitaremos estrategias de desaprendizaje. Hay cierto suspenso en la obra de Montiel. Ella misma dice: “siento que tanto la ciencia como la espiritualidad y el arte prosperan frente a la incertidumbre”. En este sentido, es una obra móvil, elusiva.

Todas las imágenes son cortesía de la artista.



At Nights We Rise Above Reason To Settle In A State Of Ecstasy, de la serie *The Translucent Mind*, 2020



Fields 21: Infinite Depths, 2017



Verses Of Light, Colour And Uncertainty, 2019



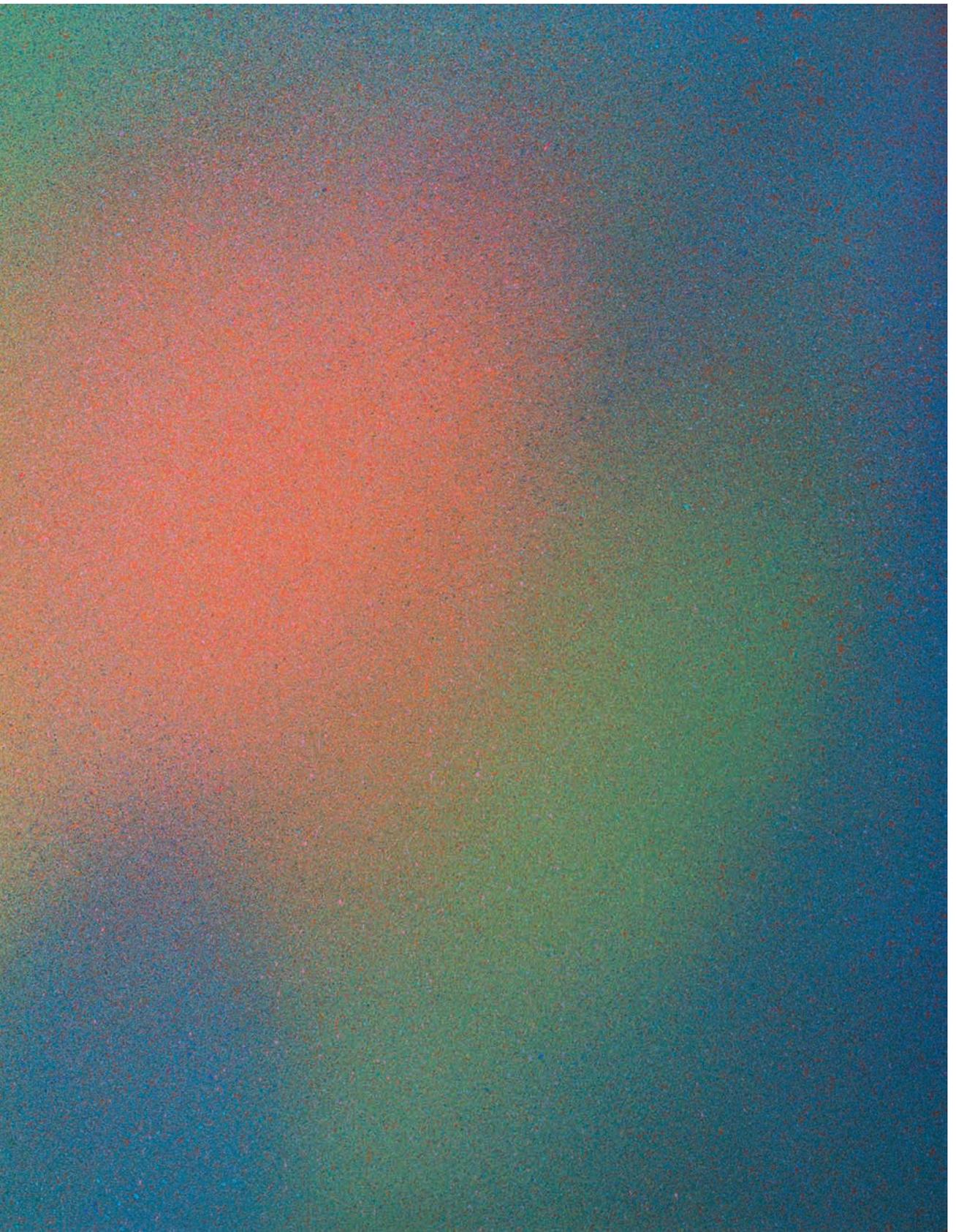
Us As A Poem Of Delusion, 2020



Fields Inner Monuments, 2017



This Human Experience We Share (These Days Of Fiction) 4, 2019





Ana Montiel frente a *Verses Of Light, Colour And Uncertainty*, 2019

Anónimo, *El sol, la luna y caballeros españoles ricamente ataviados*, 1836. Rijksmuseum © ►

no. 31. Als deze op uw vlieger staan; Zal hij goed in de hoogte gaan.



PANÓPTICO

“TODAS LAS HISTORIAS TIENEN UNA VOZ”

ENTREVISTA CON IRENE SOLÀ

Valeria Villalobos-Guizar

Solà vivía en la capital inglesa cuando escribió su primera novela, *Los diques* (2017), traducida al castellano por Paula Meiss y galardonada con el Premio Documenta en Barcelona. Dos años después, publicó *Canto yo y la montaña baila*, traducida al español por Concha Cardeñoso, laureada con el Premio Llibres Anagrama, el Premio Núvol, el Premio de Literatura de la Unión Europea, el Premio Cálamo Otra Mirada, y llevada al teatro. Es asimismo autora del libro de poemas *Bestia* (2012), condecorado con el Premio Amadeu Oller. En septiembre de 2023 llegará a las librerías su tercera novela: *Te di ojos y miraste las tinieblas*.

Ricardo Piglia decía que todos los autores tienen un mito fundacional sobre cómo se volvieron escritores, ¿cuál es el tuyo?

Mi interés por las historias, por lo que en inglés llaman el *storytelling*, siempre ha estado allí desde que tengo memoria, pero ha tomado formas distintas. Estudié Bellas Artes, luego hice un máster en Islandia, en la Universidad de las Artes, después hice uno en Literatura, Cine y Cultura Visual en Inglaterra. Y me pasó una cosa graciosa: al hacer el primer máster tuve acceso a todos los talleres, a todo el material, a todas las cámaras y estudios que yo quisiera. Un día mientras hacía el segundo —mucho más teórico—, fui a la universi-

◀ Irene Solà, 2019. Fotografía de ©Ignasi Roviró



dad y pedí que me prestaran una cámara para hacer obras de video, y se tardaron como tres semanas en dármela. Cuando la recogí, vi que era una cámara muy pequeña, con muy poca calidad; como la que usaría mi tía durante las navidades. En ese momento, viviendo en una habitación diminuta en Brighton, sin acceso a un estudio, me di cuenta de que realmente con un papel, un lápiz y un poco de imaginación podía hacer lo que yo quisiera. No había límites para lo que podía construir. En ese contexto empecé a darle forma a lo que luego sería mi primera novela: *Los diques*.

¿Qué es la escritura para ti? ¿La consideras una labor solitaria o colectiva?

Para mí la escritura tiene mucho que ver con el aprendizaje, la diversión, la investigación, la curiosidad, la exploración. Busco en ella poder hacer preguntas, aprender y disfrutar en el proceso. Considero el trabajo literario como colectivo e individual a la vez. Creo que tiene algo de solitario el sentarte tú sola, meterte en el mundo que estás construyendo y trabajar en él cada día, contigo misma. Pero también tiene algo de colectivo a muchos niveles. No escribirías lo que escribes si no vivieras aquí y no estuvieras rodeada de historias, de personas. Mi proceso literario tiene mucho que ver con ir a conocer a gente que sabe cosas que yo no sé o que ha vivido cosas que a mí no me han tocado; con conocer en profundidad otras maneras de ver y entender el mundo. Para mí, escribir tiene que ver con relacionarse, con alimentarse de todo lo que a

una la rodea. Escribir no es solamente teclear letras en un ordenador o dibujarlas en un papel, es desarrollar ideas. Y para mí hay goce, entre muchas otras cosas, pero hay goce en todas estas partes.

¿De quiénes aprendiste el oficio de escribir?

Creo que he aprendido algo de cada autor que he leído, de una manera u otra. Por ejemplo, de Salinger aprendí la irreverencia; tal vez también de Cristina Morales. De Ali Smith, el poder escribir desde un lugar muy reflexivo, muy inteligente. De Mariana Enriquez aprendí a escribir sobre lo que a una le interesa profundamente, a una y a nadie más que a una. De Toni Morrison o de Faulkner o de Virginia Woolf aprendí tantas cosas que no puedo decirte una solamente.

¿Cuál es tu relación con los conceptos "técnica" e "inspiración"?

Explicar el proceso de escritura propio no es sencillo, tiene algo de intangible, de único. Es diferente para cada persona que escribe o que desarrolla proyectos creativos. Es cambiante también. Pero para mí tiene mucho que ver, por un lado, con el instinto, la intuición, la confianza, el estómago. Y por otro, con el trabajo duro, la constancia, la exigencia. Con esta cosa más mental. Tal vez te diría que la inspiración forma parte del primer bloque; la técnica, del segundo.

¿Cuáles son los mayores retos que has encontrado tanto al escribir poesía como al desarrollar tus novelas?

No siento haber encontrado grandes retos o dificultades; aunque eso no quiere decir que no hayan existido momentos en los que surgen dudas, caminos que parecen cortados o una sensación de estancamiento. Pero uno de mis grandes aprendizajes en

gua. Y este hecho para mí tiene mucha fuerza, porque significa que siempre creí que el catalán es una lengua tan increíble como cualquier otra para escribir literatura contemporánea; para que fuera leída desde todo el mundo. El catalán es

Te diré qué me hace a mí disfrutar de una novela: que esté escrita desde un lugar muy propio.

el proceso de escritura ha sido el de aprender a escuchar al proyecto y a no tener prisa. A suplir sus necesidades y darle el tiempo y el espacio que pida. Entender que todos los días –aunque puede no parecerlo– son necesarios para llegar a construir y a entender el libro.

¿Qué crees que hace a un(a) novelista un(a) buen(a) novelista?

No te diré qué hace a un buen novelista, pero te diré qué me hace a mí disfrutar de una novela: que esté escrita desde un lugar muy propio, desde un lugar de interés muy profundo, un lugar conectado con quien escribe y donde el autor o la autora se sienta muy libre. Un lugar en el que haya puesto toda la carne en la sartén y desde el que se note que estaba creyendo en ese proyecto.

Tu obra ha sido escrita en catalán, ¿por qué has tomado esa decisión? ¿Cómo se diferencia tu relación con el catalán de tu relación con el español?

Para mí no es una decisión. Es un gesto absolutamente natural. Nunca me pasó por la cabeza escribir en ninguna otra len-

mi lengua materna. El español es una lengua que aprendí en la escuela.

En Canto yo y la montaña baila hay voces de animales, de setas y hasta de placas tectónicas; en Los diques hay también una mirada que va más allá de lo humano; haces un acercamiento al ciclo del agua, por ejemplo. ¿Qué te interesa de la descentralización de la mirada y la voz humana?

Hay algo muy primordial en mi interés por la perspectiva. En todos mis proyectos está la reflexión alrededor del hecho de que todos percibimos el mundo de manera distinta. Todas las historias tienen una voz, una mirada concreta, unas preconcepciones del mundo, unas intenciones. No existe la voz neutral, ni una historia objetiva. Aunque estemos en la misma habitación, aunque estemos viviendo el mismo evento o estemos delante de las mismas cosas, todos las entendemos, las percibimos, las recordamos, las sentimos de distinta forma. Y si añades perspectivas no humanas, esto se vuelve aun más grande.

El hecho de añadir todas estas perspectivas en el caso de *Canto yo...* me permitía

reflexionar y trabajar alrededor de distintos temas que de otra forma tal vez no hubiera podido trabajar. Por ejemplo, la idea de la muerte. Si yo trabajo la muerte desde una perspectiva solamente humana, la muerte es el final, es algo trágico. Sin embargo si me sitúo en otros lugares y miro la muerte no solo desde la perspectiva humana, desde la de aquel que muere y ya no puede contar nada más, o de aquel que ve a alguien morir y no sabe adónde va o qué pasa después, una no se queda únicamente con la pérdida.

Otra cosa que forma parte de mi escritura, y que está también relacionada con las perspectivas, es mi interés por el origen de las historias. Siempre hay alguien contándonos una historia con intenciones e intereses detrás. Tengo unas ganas constantes de hacerme preguntas sobre las voces que nos cuentan las historias: quién ha podido narrar su relato y quién no; qué voces han escrito o han dejado plasmada su visión del mundo y cuáles no; qué voces hemos elegido y cuáles hemos obviado. Mis libros y mis novelas reflexionan constantemente alrededor de estas preguntas.

Algunos autores como Ursula K. Le Guin o Mariana Enriquez, a quien mencionabas, dicen que la literatura con componentes de fantasía es comúnmente menospreciada; sobre todo cuando se le compara con otro tipo de literaturas consideradas "más sofisticadas", como el realismo o la no-ficción. En tu literatura hay espacio para la magia, para las narraciones orales del folclore catalán y sus misterios. ¿Por qué te parece importante darle espacio a este tipo de relatos?

Es en la ficción, en las historias, donde habita gran parte de la magia que nos rodea. A mí me empujan a escribir unas ganas de entender cómo funciona la narrativa, de entender los hilos detrás del tapiz, de jugar con su elasticidad infinita y absoluta. Hay algo de la magia que me interesa mucho. En *Te di ojos y miraste las tinieblas* hay un pacto con el demonio. A mí me interesa el pacto con el lector. Aquel que escucha o lee una historia, o que ve una película o una obra de teatro, hace



Fragmento de un vitral del diablo, ca. 1200.
Catedral de Bourges, Francia

un pacto con quien la construye. La persona que recibe el relato apagará sus sensores de incredulidad y en vez de decir: "Esto no me lo creo. Esto no tiene ninguna lógica. Esto no existe", se sumergirá en la ficción para creer lo increíble e imaginará y sentirá y formará parte de esa historia, aunque sea una mágica, fantástica o una realista, yo no creo que haya tanta diferencia. La línea que separa la realidad de la ficción es fina y a la vez un territorio lleno de posibilidades. Esa línea es de mi interés. En el solo gesto de narrar un acontecimiento ya estamos manipulándolo y cambiándolo: ya estamos ficcionalizándolo. Estamos eligiendo ciertas partes y otras no; o describiendo ese acontecimiento desde unas ciertas perspectivas y otras no.

Ahora, me interesan las historias folclóricas por distintas razones, pero te diré dos: por un lado, hay algo en su narrativa oral que tiene que ver con el goce de que alguien te cuente un cuento, que te deje participar y sumergirte en la historia. Por otro, estas narraciones son lo que yo nombro una serie de ADN: dicen quiénes hemos sido y cómo hemos mirado al mundo en colectivo desde hace muchos años; cómo hemos intentado explicarnos el universo y lo hemos narrado para tratar de entenderlo. Estas historias, con nuestras ganas de entender el mundo y a nosotros mismos, que cargan nuestras virtudes y nuestras faltas, han ido pasando de generación en generación, sobreviviendo hasta llegar a nosotros hoy y decirnos aún algo de nuestra contemporaneidad. **U**



Tentación de Cristo por el Diablo, siglo XII, fresco. Ermita de San Baudelio de Berlanga, España

LOS GUARDIANES DE LA NOCHE: HAITIANOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Adrián Román

A Damián Mendoza, mi carnal del humo.

ALBERGUE TEMPORAL DE TLÁHUAC

La entrada a este lugar parece haber sido una gasolinera; hay carritos de barrenderos, camiones de basura que descansan para mañana salir al trajín. También hay pipas sin neumáticos, tractores y otros modelos de maquinaria agrícola destartados e inservibles, un cementerio de llantas viejas y otros cacharros. Hay magueyes y nopales silvestres, un sillón viejo a la intemperie. Luego otro umbral, y entonces el panorama se abre; asoma una especie de aldea, una ciudad chiquita hecha con tiendas de acampar, habitada por negros. La lluvia caerá en cualquier momento, lo dice el cielo gris.

El albergue temporal de Tláhuac se encuentra rebasado en su capacidad de recibir migrantes. Al parecer solo lograron abrirle la puerta a entre 450 y 800 personas que buscan regularizar su situación en el país. En el albergue trabajan varias instituciones, se coordinan las secretarías de Gobierno, Seguridad y Protección Ciudadana, de Salud, y de Inclusión y Bienestar Social de la Ciudad de México; el Instituto Nacional de Migración; la Comisión Nacional de los Derechos Humanos; la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados (COMAR); y el Sistema de Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

Una pista de cuatrimotos colinda con el albergue y es ahí donde se instalan los más de 3 mil haitianos en su ciudad vagabunda. Hombres de piel oscura caminan

Migrantes haitianos en el Darién.
Fotografía de ©Santiago Mesa ▶





Migrantes haitianos en el Darién. Fotografía de ©Santiago Mesa

cargando garrafones de agua, hay una llave de donde todos la toman. La mayoría de los habitantes del campamento calza sandalias, bermudas, playeras. Los niños corren, parece que revolotean, las únicas risas que se escuchan pertenecen a ellos. Algunas niñas se cubren del frío con chamarras de plumas de ganso. Los adultos parecen un poco ausentes, angustiados. La voz de una mujer que canta recorre el laberinto de tiendas. Breves columnas de humo se elevan al cielo y avisan que los anafres están encendidos.

Las imágenes del éxodo haitiano que aparecen en los noticieros muestran a hombres y mujeres que huyen en grupos grandes, caminando con las manos levantadas para mostrar que son inofensivos. Muchos de ellos han tenido que vivir en albergues en su propio país. Han convivido por largo tiempo con las paredes de plástico y la poca privacidad. Condenados a no gozar de los privilegios del drenaje, las tuberías de gas, la electricidad ni de la estabilidad de un hogar seguro.

Su pasaporte es de color azul con letras doradas. Muchos de ellos llevan más documentos

en las manos. Un hombre meditativo descansa en una roca; una niña, vestida con la playera de Neymar, se resiste a obedecer a su madre. Muchos haitianos portan el jersey de Michael Jordan con el número 23, algunos traen el número 45, uno de ellos trae el de Dennis Rodman, dos o tres el de Kobe Bryant y solo uno el de LeBron James. Un toro pinto descansa cerca de donde comienza el campamento, parece mirar a su alrededor con paciencia y curiosidad, mueve la cola. Hay ropa tendida por todos lados; sobre las tiendas, en el pasto, las rejas, unas cuerdas improvisadas. Comienza a llover. Algunos hombres se bañan a jicarazos. Una mujer en calzones vacía agua en su cabeza con una mano y con la otra se cubre los pezones. El viento sopla, la lluvia arrecia y los que se bañan aprovechan el agua que cae del cielo para enjuagarse mejor. No todos cagan en los baños portátiles, solo son cuatro para cada sexo. Muchos lo hacen cerca del campamento. Viajar también es dejar caca en el camino.

Hay mochilas arrumbadas por todos lados, bolsas que contienen ropa y cobijas. Unos niños juegan con lo que hay en el piso; cucharas

Escapan, los haitianos, de los hospitales llenos de heridos por armas de guerra, AK47, AR15 y fusiles de asalto Galil, de bombas que matan inocentes.

desechables, taparrosas, tierra, piedras. Juegan a hacer catapultas. Tres migrantes chinos, dos hombres y una mujer, discuten entre sí. Un grupo de personas con el uniforme fluorescente de los que limpian las calles de la Ciudad de México levanta la basura, un madral de envases de agua y trastes de unicel. Un padre carga a su hijo en pañales. Algunos de estos migrantes saben hablar español porque han vivido en Chile o en Colombia, pero su anhelo es llegar al gabacho.

EL PAÍS DE LOS PRESIDENTES DERROCADOS, MUERTOS, BRUJOS

En la calle Enrique González Martínez, en la vieja colonia Santa María la Ribera, se juntan varios negros por las tardes. Se reúnen en grupos de más de cinco personas afuera de la casa de huéspedes donde habitan. Algunos se colocan con un banco, un espejo, tijeras y una máquina para cortar el pelo. Es su forma de ganarse la vida. Si uno camina por el rumbo de la Santa Julia, Popotla, los puede ver como parte de la sociedad, los niños van a las escuelas públicas y los adultos compran en el mercado y en los tianguis. Cada vez es más común ver cuadrillas de trabajadores negros en obras públicas. La mayoría de estos hombres provienen del primer país que se independizó en todo el continente. Haití fue el único lugar en donde los esclavos africanos lograron triunfar sobre los colonizadores, en 1804. Sin embargo, ninguna otra nación quiso reconocerlos; 58 años después de la independencia haitiana *de facto*, Estados Unidos mandó el primer embajador a Puerto Príncipe. Haber derrotado a franceses, ingleses y españoles tuvo un alto costo para los rebeldes negros. Haití es el país más pobre de América, y acaso el más violento. El 70 por ciento de su pobla-

ción sobrevive con menos de dos dólares al día, el 80 por ciento es pobre, la esperanza de vida es de 65 años, seis de cada diez de sus habitantes pasan hambre. En este momento el país no cuenta con presidente, Parlamento ni Suprema Corte. Muchos de estos haitianos huyeron entre explosiones de bombas, largas columnas de humo, constantes incendios, el sonido de las balas y las cicatrices en los muros. Escapan de los francotiradores que cuidan los límites de algún barrio y le disparan a todo lo que aparezca en su mira. Entre el 30 y el 60 por ciento del territorio haitiano está dominado por bandas. Es un punto estratégico para la distribución de drogas en el Caribe. Las últimas elecciones fueron en 2016.

Los haitianos escapan de la historia de un presidente corrupto llamado Jovenel Moïse, mandatario impopular que fue asesinado en su casa en julio de 2021, supuestamente por un grupo de mercenarios colombianos. Pero no es el único caso, como si se tratara de una maldición, entre 1843 y 1915 Haití tuvo veintidós presidentes, veintiuno fueron derrocados o asesinados. Se rumora que el magnicidio de Moïse fue perpetrado desde el vudú y no por militares con los que no simpatizaba.

Escapan, los haitianos, de los hospitales llenos de heridos por armas de guerra, AK47, AR15 y fusiles de asalto Galil, de bombas que matan inocentes. Las armas ilegales que circulan por Haití podrían alcanzar la cifra de medio millón. En 2022 la violencia de pandillas dejó un saldo de 2183 homicidios. Y, sin embargo, escapan también del riesgo latente de ser sacu-

didos por un terremoto semejante al de 2010, un huracán o una epidemia de cólera.

PLAZA GIORDANO BRUNO

A partir de esta noche, se tiene como medida que las personas que lleguen a la frontera sin usar un camino legal no serán elegibles para el asilo. Estamos listos para procesar y remover humanamente a personas sin una base legal para permanecer en los Estados Unidos de América.

Con estas palabras el Secretario de Seguridad Nacional, Alejandro Mayorkas, anunció el fin del Título 42 en mayo de 2023. Si los migrantes logran cruzar sin permiso y son detenidos, serán vetados de Estados Unidos durante cinco años; si reinciden, irán a prisión. El asilo solo se les dará si se les negó en los países por donde pasaron.

Camino por la colonia Juárez. Llueve, no hay mucha gente en la calle. Son casi las diez de la noche. La plaza Giordano Bruno se encuentra tapizada de tiendas de acampar. La lluvia es tenue. Varios anafres calientan sopas o caldos. A cada rato entran y salen negros del supermercado que se encuentra a un costado de la plaza. Algunos esperan recargados en los pilares, otros en una cabina telefónica y unos más en un camión estacionado. El templo del Sagrado Corazón de Jesús es albergue de los que no tienen tiendas de acampar. Duermen en el suelo del templo en dos o tres hileras. A la vuelta hay una fogata y quienes la rodean parecen no tener sueño. Quizá se trata de los Guardianes de la Noche o *zangbetos*.

Para los vudú, los *zangbetos* patrullan las calles, vigilan a la gente, rastrean criminales y brujas, proveen ley y orden. Arrastran y castigan a los golpeadores de mujeres. *Zangbeto*

es una fuerza que existe en la tierra mucho antes que los hombres, sabia y conocedora. Vino del mar, trajo el coco y la tecnología para construir casas, conseguir alimento en las aguas y en la tierra.

La religión vudú llegó a Haití con los primeros esclavos. Hombres que habían sido privados de la libertad en su propia tierra, Benín. Los africanos usaron sus poderes espirituales para comunicarse con los muertos y saber si podrían levantarse en armas y salir victoriosos. La ceremonia *Bois Caimán* despojó a los esclavos del miedo y la reverencia que le tenían a los blancos, y reafirmó su ideal de libertad e igualdad, que era la meta a alcanzar.

Un porcentaje elevado de los haitianos que migran hacia el norte del continente han seguido una larga ruta desde Sudamérica: parten desde Brasil, de donde tienen que pasar a Perú, Ecuador y Colombia, para luego atravesar el tapón del Darién —poco más de cien kilómetros de camino, en aproximadamente veinte días— y cruzar Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras (acaso la frontera más “fácil”), Guatemala, México (donde pueden quedarse atorados), San Diego y alcanzar el sueño de todos: Florida. Hasta inicios de julio de 2023, la COMAR recibió 29532 solicitudes solo de haitianos para el reconocimiento de la condición de refugiado. Unos se van, otros se quedan, se mezclan y hacen suya esta ciudad. Muchos permanecerán en México. En unos años, nuestros científicos, estrellas musicales, deportistas, serán de padres o abuelos haitianos.

En su largo camino por las selvas, cuando cruzan fronteras, cuando llegan a un nuevo albergue, cuando caminan y parece que nunca llegarán, cuando se sienten perdidos y no logran conciliar el sueño, noche tras noche, los cuidan sus espíritus. **U**

LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL *HOMO FLORENSIENSIS* Y EL MITO DE LA *EBU GOGO*

Paige Madison

Traducción de Edith Verónica Luna

Una antigua leyenda de la isla indonesia de Flores habla de una misteriosa y feroz abuela de la selva que come de todo: la *ebu gogo*. Según el folclore, personas muy pequeñas y peludas como ella vagan por los bosques tropicales junto a los humanos modernos, comiendo de las cosechas y a veces, incluso, carne humana. Durante décadas, los etnógrafos documentaron y registraron detalles de la historia que iban desde los murmullos de la *ebu gogo* hasta sus pechos largos y colgantes, todo ello mientras daban por sentado que solo se trataba de un mito; sin embargo, la leyenda adquirió un cariz totalmente nuevo cuando, en las profundidades de una cueva de esta misma isla, se descubrieron los huesos de una especie de pariente del ser humano, pequeño y desconocido hasta entonces.

En 2004, el anuncio de una nueva rama en el árbol evolutivo humano fue extraordinario, por decir lo menos. Con poco más de un metro de altura, el homínido etiquetado como *Homo floresiensis* contaba con un cerebro pequeño, la capacidad aparente de realizar arduas travesías por el agua y, según parece, habilidades perfeccionadas para fabricar herramientas de piedra. Gran parte de la anatomía de la especie mostraba un aspecto primitivo, pero las pruebas de su comportamiento indicaban que se trataba de un humanoide avanzado. El homínido tenía una apariencia tan mítica que el equipo de investigación recurrió al mundo ficticio de J.R.R. Tolkien para ponerle un apodo: "el hobbit".

Reconstrucción facial forense del LB1
de la especie *Homo floresiensis* © ▶

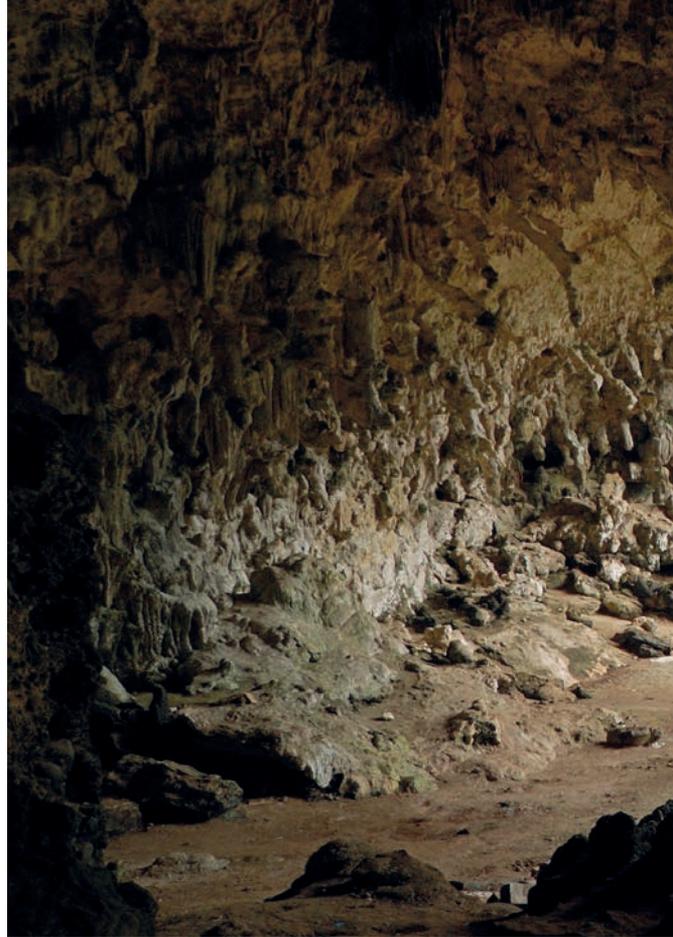


Desde los titulares noticiosos hasta los encuentros científicos, la gente se preguntaba: ¿estas dos criaturas podrían ser la misma?

Podría decirse que el aspecto más extraño de la historia es que sugiere que estos diminutos homínidos vivieron en un pasado reciente, vagando por los bosques tropicales y los volcanes ancestrales hace 12 mil años. Esta datación no solo es sorprendente porque se trata de una época en la que los científicos creían que el *Homo sapiens* estaba solo en el planeta, sino también porque fue mucho después de la llegada de los humanos modernos a la zona; de hecho, decenas de miles de años después. ¿Acaso los hobbits convivieron con nuestra especie durante todo ese tiempo?

Las asociaciones entre la ebu gogo y el *Homo floresiensis* surgieron inmediatamente después de que estallara el frenesí mediático acerca de los hobbits. En los titulares noticiosos y hasta los encuentros científicos, la gente se preguntaba: ¿estas dos criaturas podrían ser la misma? ¿Acaso los lugareños habían imaginado a los míticos y salvajes habitantes de la selva o más bien se limitaron a informar sobre ellos? Quizá la leyenda, aparentemente ficticia, tenía una base empírica. Mientras los medios de comunicación explotaban esta teoría, algunos científicos también la validaban, alimentando la esperanza de que pudiera existir un *Homo floresiensis* vivo en algún lugar remoto de la isla.

La conexión propuesta entre los huesos y el mito planteó una pregunta interesante que está siendo estudiada por antropólogos de otras partes del mundo: ¿hasta qué época pueden remontarse las tradiciones orales para relatar acontecimientos con precisión? Algunos científicos que estudian la



memoria indígena han sugerido que las tradiciones orales contienen registros extraordinariamente confiables de acontecimientos reales ocurridos hace miles de años. Entonces, ¿dónde están los límites entre la leyenda, la memoria, el mito y la ciencia? ¿Los habitantes de Flores habrán conservado un registro oral del *Homo floresiensis*?

El etnógrafo que documentó en un principio la historia de la ebu gogo, Gregory Forth, de la Universidad de Alberta en Canadá, explicó que los antropólogos tienden a descartar las categorías populares como productos de la imaginación, otros señalaron las múltiples correspondencias que existen entre la descripción de la ebu gogo y el *Homo floresiensis*. Por ejemplo, ambos tenían brazos largos y eran de baja estatura. A muchos les intrigaban los minuciosos detalles de la leyenda; sin



Cueva donde fueron encontrados los restos del *Homo floresiensis* en Liang Bua, Indonesia, 2003 ©

duda, la vívida descripción de los “pechos colgantes” que la ebu gogo se echaba sobre los hombros era muy convincente. Forth lamentó que “las dimensiones de los pechos femeninos fueran, por desgracia, una de las muchas cosas que no se pueden calcular a partir de pruebas paleontológicas”.

No obstante, desde el inicio hubo eslabones débiles en la conexión propuesta entre los huesos prehistóricos y la mítica leyenda. Para empezar, los dos conceptos pertenecen a regiones completamente distintas de la isla Flores. La categoría “ebu gogo” pertenece al pueblo nage, que habita a más de cien kilómetros del lugar del descubrimiento del *Homo floresiensis*, en Liang Bua, a través de accidentadas montañas y densos bosques selváticos. En cambio, la cueva del hobbit es el hogar del pueblo manggarai, cultural y lingüísticamente distin-

to. Aunque no es imaginable que el *Homo floresiensis* pueda haber rondado por esos lares, resulta sospechoso que la ebu gogo no sea una invención de los manggarai. Un rápido vistazo por el archipiélago revela que las historias de criaturas pequeñas del bosque no son exclusivas de Flores, lo cual no debería sorprendernos, ya que la zona está plagada de primates. Por ejemplo, se cree que las famosas Orang Pendek (o “personas bajitas”), de la cercana Sumatra, son historias inspiradas en orangutanes. En Flores no hay orangutanes, pero sí muchos macacos.

Por supuesto, estas lagunas no impidieron que se siguiera hablando de la ebu gogo. Las expediciones se esforzaban por encontrar a los salvajes vivos, con la esperanza de contemplar sus ojos bestiales. Los aldeanos también empezaron a informar que los

habían matado. El falso documental *El caníbal en la jungla*, de Simon George (2015), inspirado en un “descubrimiento científico real”, narra la historia de un asesinato caníbal en la selva adjudicado a un investigador extranjero, a quien eximieron solo tras el descubrimiento del *Homo floresiensis* y la constatación de que el crimen había sido perpetrado por la *ebu gogo*. Jugando con la realidad y la ficción, el falso documental mezcla imágenes auténticas de las excavaciones en busca del hobbit con actores estrafalarios y titulares de prensa espurios. La cinta incluso muestra entrevistas con científicos y expertos reales, cuyos comentarios sobre el “excepcional” descubrimiento fósil fueron entrelazados con la narración ficticia.

El mito perduró a pesar de las burlas de los científicos, pero, con el tiempo, las lagunas en la relación de la *ebu gogo* con el *Homo floresiensis* crecieron demasiado como para ser ignoradas. Cada expedición en busca de un avistamiento daba como resultado el hallazgo de una cueva vacía o un macaco. Nuevas pruebas científicas también han hecho que la conexión sea cada vez más inverosímil, en especial al verificarse la datación que rectifica la fecha de desaparición de los hobbits a hace casi 50 mil años. Para los expertos, la *ebu gogo* era tan real como el ratón de los dientes. Entonces, ¿qué debemos deducir de esta leyenda? ¿Por qué nos cautiva tanto la idea de los antiguos salvajes del bosque?

Parte de la culpa la tienen los propios huesos. En las últimas dos décadas, con la rápida evolución de la paleoantropología, descubrimientos como el del *Homo floresiensis* han trastocado teorías básicas sobre el pasado. Un ejemplo de ello es la comprensión de que el panorama de la diversidad de los homíni-

dos durante la época en que nuestra propia especie habitó este planeta era mucho más heterogéneo y complicado de lo que se creía, una idea generada en gran medida por el *Homo floresiensis* y ampliada desde entonces por otros hallazgos.

Tal vez la importancia de las historias entrelazadas del *Homo floresiensis* y la *ebu gogo* sea la constatación de que los descubrimientos científicos, en especial los inesperados, tienen el poder de transformar nuestra forma de pensar. Al confrontar a los científicos con algo tan imprevisto, estos pequeños huesos abrieron la puerta a grandes especulaciones.

El *Homo floresiensis* reveló que el pasado era más extraño de lo que imaginábamos, lleno de mezcolanzas evolutivas, migraciones inesperadas y vida en lugares sorprendentes. Aunque la leyenda de la *ebu gogo* no se constató con la realidad paleoantropológica, no siempre fallan este tipo de conexiones. Los investigadores de diversas disciplinas —de la geología a la paleontología— recurren al folclore, y sucesos como las erupciones volcánicas y los descubrimientos de fósiles han demostrado que la ciencia se beneficia al relacionarse con las leyendas. Incluso es probable que la criatura legendaria con cuerpo de león y pico de águila que se le aparecía a los viajeros griegos como “el grifo” se haya basado en encuentros con huesos de dinosaurio. La interacción entre ciencia y mito es cada vez más compleja e interesante. Después de todo, si los hobbits habitaron alguna vez en una remota isla en Indonesia, ¿qué más pudo haber sido posible? **U**

Tomado de Paige Madison, “Investigating *Homo floresiensis* and the myth of the *ebu gogo*”, Pam Weintraub (ed.), AEON, 2022. Disponible en <https://acortar.link/gVfcYg>

LAS REBELIONES DE NUESTRA ÉPOCA

Philippe Ollé-Laprune

Traducción de Nadxeli Yrizar Carrillo

El pasado 27 de junio en Nanterre, Francia, un hombre de 17 años murió a causa de un balazo en los suburbios parisinos. El joven franco-argelino, de nombre Nahel Merzouk, intentaba escapar de un control policial cuando uno de los agentes le disparó. El ministro del Interior, Gérald Darmanin, no tardó en declarar que el policía era inocente y alegó legítima defensa, pero la escena fue filmada y las imágenes, que circularon ampliamente en redes sociales, mostraron que esa versión era falsa. La cólera justificada que se apoderó de la juventud de los suburbios desembocó en violencia y vandalización de edificios públicos. Los disturbios, que en ese momento arrasaron las zonas urbanas desfavorecidas, provocaron daños particularmente cuantiosos —valorados en mil millones de euros—, alrededor de 6 mil coches incendiados, 723 policías heridos, casi 350 detenciones y dos muertos.

El siguiente balance es más aterrador. Estando en París durante esos días, pude constatar que la violencia no afectaba en nada la vida cotidiana del centro de la ciudad. Si acaso, se escuchaba de vez en cuando la sirena de alguna patrulla con prisa por llegar a apoyar a sus compañeros en apuros en las afueras de la capital. Este desfase es el signo de la famosa “fractura social”: sociedades herméticas viviendo en territorios colindantes, sin mezclarse ni verse, o casi.

Supermercado quemado tras los disturbios en Francia, 2023. Roquex © ▶



Este no es un hecho aislado. Forma parte de una serie de rebeliones desatadas casi siempre por el abuso de poder de algún policía. La lista es larga. Por un lado, en la sociedad francesa se han multiplicado, desde hace años, los movimientos de oposición y las manifestaciones, a veces espontáneas, que reflejan el cons-

se preocupen, nos vamos a deshacer de ella". Estas palabras reforzaron el prejuicio ya bien consolidado sobre estos jóvenes, a menudo sometidos y humillados por una institución de seguridad cuyo racismo y desprecio es evidente. Por su parte, los jóvenes muestran su enojo contra un sistema que no cumple sus promesas: en la

El movimiento de los chalecos amarillos empezó con un grupo específico que tomó algunas carreteras y glorietas en la capital.

tante malestar social en consonancia con el legado de una extensa historia de luchas de reivindicación. Por otro, lo que observamos con la muerte del joven franco-argelino es un escenario que tristemente se ha repetido desde hace más de cuarenta años.

Estas revueltas urbanas causadas por "errores" policíacos comenzaron en 1979 en Vaulx-en-Velin, cerca de Lyon. Ahí presenciamos por primera vez la lucha de jóvenes sin empleo ni esperanza de encontrarlo, rechazados por el racismo presente en todas las capas de la sociedad francesa, envueltos en una atmósfera de odio y rozando el mundo de las drogas, que se toparon con una organización social implacable que a menudo los condena por adelantado. Antes de Nahel, el ejemplo más emblemático de estas injusticias fue Adama Traoré, quien apareció muerto en una comisaría en 2005 luego de sentirse "indispuesto", como lo declaró torpemente el portavoz de la policía. Ese mismo año, calculadora y oportunamente, el ministro del Interior —que pronto se convertiría en presidente de la república—, Nicolas Sarkozy, declaró en La Courneuve, una zona al noreste del centro de París, que "hay que limpiar las urbanizaciones con una Kärcher". En otra ocasión, en Argenteuil, dijo: "¿Ya están hartos de esta gentuza? No

escuela aprenden valores como el respeto, la democracia y la dignidad, y después se enfrentan a una sociedad que no los pone verdaderamente en práctica, que no es para ellos.

De hecho, esta sociedad, que presume supuestos avances, está marcada por crisis profundas. Hablamos de la misma que tuvo como protagonistas a los llamados "chalecos amarillos" en 2018. El alza de los precios de la gasolina arrojó a la calle a un sector de la población que, aunque no es el más desfavorecido, con el más mínimo desequilibrio ve afectada su economía. El movimiento de los chalecos amarillos empezó con un grupo específico que tomó algunas carreteras y glorietas en la capital, y luego se extendió a toda Francia. Los disturbios fueron degenerándose y dieron lugar al vandalismo, a menudo provocado por grupos en busca de confrontación, los *black blocs*, quienes gozaron de la simpatía de un sector de la sociedad que aprobaba esta forma de oposición virulenta. La respuesta del Estado se basó en la represión, y las fuerzas policiales no dudaron en hacer uso de la brutalidad, a pesar de la condena de múltiples organismos internacionales. La dificultad para llegar a negociaciones se debía a la ausencia de co-

hesión y liderazgo en el movimiento, organizado horizontalmente y sin una jerarquía real. Era bastante complejo controlar a esos manifestantes. Incluso se intentó establecer foros para entablar un diálogo con la sociedad. No obstante, la calma regresó más por causa de la llegada del COVID-19 que por las medidas adoptadas, que incluyeron la cancelación del alza de los precios de la gasolina y la organización de un “gran debate nacional” que permitió poner sobre la mesa problemas importantes. Aunque pocas decisiones concretas salieron de ahí.

Existió otro gran movimiento en los últimos años: la serie de manifestaciones organi-

zadas en 2023 por un conjunto de sindicatos con el objetivo de anular una ley que retrasaba la edad de jubilación. Sabemos que este tema —junto al de la reforma educativa— es sumamente delicado para la opinión pública, que siempre está lista para rebelarse cuando algún gobierno intenta llevar a cabo políticas que le afectan. Decenas de miles de ciudadanos y ciudadanas se manifestaron, pero el Estado no cejó y la nueva ley fue aprobada por decreto. Llama la atención que esta se anunció como parte del programa conservador y neoliberal del presidente reelecto Emmanuel Macron, por lo que no podemos hablar de sorpresa o mentira. Sin embargo, la mayoría de



Violencia urbana en Plaines tras el homicidio de Nahel Merzouk, 2023. Fotografía de ©Toufik de Plaines

los franceses no votaron por él porque les gustara su programa, sino como rechazo a las otras propuestas políticas. La debilidad del poder es una de las causas de estos movimientos; el discurso oficial resulta incapaz de suscitar el apoyo de la población y mucho menos su entusiasmo.

La yuxtaposición de estas sublevaciones —las organizadas por los sindicatos en lo que concierne a las pensiones, y las espontáneas y violentas que surgen como reacción ante la humillación permanente, de la que el asesinato de Nahel es solo la punta del iceberg— muestra señas muy particulares. Como advierte el sociólogo Michel Wieviorka, podemos relacionar las luchas sindicales con la herencia de un mundo obrero e industrial, mientras que las sublevaciones provienen de un universo postindustrial. Estas insurrecciones carecen de jerarquías, de cohesión y de programas, lo que dificulta su control. Se puede negociar con representantes sindicales —aunque esto no lleve a nada—, pero es imposible hacerlo con jóvenes rebeldes cuyo único objetivo es romper y destruir. De esta manera, nuestra época se caracteriza por el surgimiento de una nueva forma de organización social: el mundo postindustrial en donde los empleos están en el área de los servicios, las comunicaciones y lo digital, caracterizado por una brecha social cada vez más grande, lejos de la época industrial caracterizada por el mundo obrero y campesino, sindicalizado y reivindicativo. Las marchas sindicales contra la reforma de las pensiones tenían un aspecto crepuscular, como si viéramos apagarse los últimos fuegos de una tradición ligada al pasado. En cambio, las revueltas en los suburbios fueron un indicador de que esta clase de disturbios se multiplicaría.

Esto se debe, ante todo, a la pérdida de confianza de estos sectores de la población en el Estado y los partidos políticos. Las posturas de estos últimos lo ilustran muy bien: la derecha y la extrema derecha están unidas para apoyar de manera ciega e incondicional a la policía. Y la izquierda, la más radical, se niega, según su portavoz y líder Jean-Luc Mélenchon, a condenar la violencia. He aquí un claro ejemplo de por qué se hace imposible dialogar. El jefe de Estado, durante un discurso televisivo en el que habló del asesinato de Nahel, escogió utilizar las palabras “inexcusable” e “inexplicable”, como si el acto de asesinar estuviera más allá de lo justificable y, sobre todo, más allá de cualquier posibilidad de entendimiento, lo que lo pondría por encima del sistema de justicia para proteger, una vez más, a las fuerzas del orden público. Como digno representante del mundo postindustrial detesta a los intermediarios (sindicatos, partidos políticos y asociaciones) y se siente muy cómodo cuando lo increpa de manera frontal un sector de la población al que de alguna manera menosprecia. Por supuesto, como a propósito para alentar los disturbios, el discurso mediático está profundamente atravesado por un populismo que culpabiliza a los jóvenes de los suburbios y siempre está dispuesto a señalar los destrozos sin hacerse la pregunta de fondo: ¿Qué los lleva a actuar de esa manera?

Estas revueltas se parecen más a las *jacqueries*, como se les llamó a las revueltas campesinas de la Edad Media, que a las protestas de los movimientos obreros que marcaron los dos últimos siglos. Impulsadas por el desprecio y la represión que ejerce El Poder, parece que se impondrán cada vez con más frecuencia. Son la forma de lucha del siglo XXI. **U**

EL ROMANTICISMO MATEMÁTICO DE ÉVARISTE GALOIS

Gabriela Frías Villegas

*In memoriam de mi maestro Emilio Lluís Riera (1925-2020),
el doctor del Pedregal.*

Todavía estaba oscuro cuando el carruaje llegó a una calle solitaria del distrito XIII de París. De él bajaron tres jóvenes caballeros. Uno de ellos, el padrino, traía una caja de metal con dos pistolas cargadas. Los otros dos se colocaron en sus lugares, frente a frente, para batirse en un duelo. Caminaron veinticinco pasos de espaldas, se voltearon y dispararon. Una de las balas se perdió en el aire; la otra alcanzó el estómago de uno de los duelistas. Évariste Galois —era su nombre— quedó postrado en el suelo cubierto de sangre.

Un campesino que iba pasando por el lugar escuchó los gritos del herido y lo llevó al hospital Cochin para tratar de salvarle la vida. Évariste pidió que llamaran a su hermano menor, Alfred. Quería despedirse de él y confiarle una misión importante. Al saber que se trataba de una herida mortal, Alfred lloró de manera inconsolable. “No llores, Alfred, necesito todo mi valor para morir a los 20 años”, dijo Galois, y le pidió que cumpliera con su último deseo: dar a conocer las investigaciones matemáticas que había dejado escritas en una misiva dirigida a su amigo Auguste Chevalier. Esa carta, años después, haría de Évariste Galois uno de los matemáticos más importantes de la historia.

Corrían los años noventa del siglo pasado cuando escuché por primera vez de él. Fue durante la clase de ál-

Retrato anónimo de Évariste Galois, ca. 1826 © ▶



“No llores, Alfred, necesito todo mi valor para morir a los 20 años”, dijo Galois, y le pidió que cumpliera con su último deseo [...]

gebra moderna que impartía mi querido maestro, el Dr. Emilio Lluís Riera, en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Emilio, español de nacimiento y mexicano por naturalización, fue el primer doctor en matemáticas de esta universidad y se especializó en el estudio del álgebra moderna. Su curso, que duraba varios semestres y estaba lleno de anécdotas de importantes matemáticos, culminaba con la explicación de un tema de gran elegancia y belleza: la teoría de Galois. A los veinteañeros que asistíamos nos emocionó aprender sobre la complejidad de dicha teoría, pero lo que más nos sorprendió fue que era parte del misterioso y conmovedor relato de un matemático apasionado que vivió y murió como un héroe romántico, y que se convirtió en una leyenda para la comunidad científica.

UN JOVEN PRODIGIO

Évariste Galois nació el 25 de octubre de 1811 en Bourg-la-Reine (Pueblo de la Reina), un pequeño poblado cercano a París, que durante la Revolución francesa recibió el nombre temporal de Bourg-Égalité (Pueblo de la Igualdad). Su padre fue Nicolas-Gabriel Galois, escritor, director de un importante colegio y alcalde de su localidad. Sin embargo, su madre, Adélaïde-Marie Demante, nacida en una familia de abogados, fue su primera maestra y quien lo acercó a clásicos latinos como *Las Metamorfosis* de Ovidio.

Cuando Évariste cumplió 12 años, sus padres lo internaron en Louis-le-Grand, el colegio donde también estudió Victor Hugo. En aquel edificio sórdido y gris, los estudiantes

vivían bajo una suerte de régimen de disciplina militar. Pasaban el día y la noche en cuartos sin calefacción, debían estudiar en absoluto silencio y estaban permanentemente vigilados por sus profesores. Galois, que poseía un espíritu rebelde, se enfrentaba de forma constante con sus mentores cuando estos intentaban someterlo a su autoridad o no apreciaban su trabajo. Eso y sus problemas con la retórica lo obligaron a repetir un año escolar. No obstante, durante ese tiempo descubrió y estudió los textos de dos de los grandes matemáticos franceses de la época: Adrien-Marie Legendre y Joseph-Louis Lagrange.

Évariste trató de ingresar a la Escuela Politécnica para continuar con el estudio de las matemáticas, pero fue rechazado en dos ocasiones, así que tuvo que quedarse un tiempo más en Louis-le-Grand, donde uno de sus profesores, Louis Paul Émile Richard, comentó lo siguiente: “el alumno es marcadamente superior a todos sus compañeros y trabaja solo en los más altos niveles de las matemáticas”. Finalmente, gracias a su desempeño en esta área, ingresó a la Escuela Normal.

Durante esa época, Évariste puso a consideración de la Academia de Ciencias una monografía que buscaba publicar. Augustin-Louis Cauchy, uno de los miembros de la institución y la persona encargada de revisar los resultados, en una carta escrita a un colega reveló su intención de presentar el manuscrito del joven en una de las reuniones de la Academia. Sin embargo, al final se limitó a solo presentar sus propios resultados. Évariste hizo otro intento y envió una segunda versión de su monografía a la convocatoria del Gran Premio en Matemáticas. Jean-Baptiste Joseph Fourier, secretario de la Academia, era el responsable de evaluar el ma-



John Everett, *Ataque a una barricada en París, 1848* ©

nuscrito, pero murió antes de poder hacerlo, de manera que el texto se perdió antes de poder competir en el concurso. Para entender cuánto afectó esto a Évariste basta atender a lo que entonces comentó la gran física y matemática autodidacta Sophie Germain:

La muerte de Fourier ha sido el golpe de gracia para este estudiante Galois, quien, a pesar de su impertinencia, ha mostrado signos de una disposición inteligente [...]. Dicen que se va a volver completamente loco y me temo que es verdad.

VIDA REVOLUCIONARIA

Évariste Galois se integró a los movimientos socialistas gracias a la influencia de su amigo Auguste Chevalier, a quien conoció en Louis-le-Grand. Ambos se unieron a la Sociedad de Amigos del Pueblo, una organización secreta republicana que los puso en contacto con las ideas del socialismo utópico del filósofo Henri de Saint-Simon. Dichas ideas dieron lugar a una doctrina política conocida como "sansimonismo", que sostenía que las necesidades de la clase trabajadora solo podían ser reconoci-

das y satisfechas por una nueva organización social "positiva" en la que los "industriales" (científicos y artistas) dirigieran el Estado.

En el verano de 1830 inició la Revolución de Julio, y el rey Carlos X tuvo que abdicar a favor de Louis-Philippe d'Orléans, quien instauró un gobierno liberal con la burguesía como clase dominante. Varios miembros de la Sociedad de los Amigos del Pueblo participaron en las manifestaciones callejeras en contra de Carlos X. Durante una de ellas, el director de la Escuela Normal cerró la puerta de la dependencia para impedir que los estudiantes se unieran a la protesta, lo que provocó que Évariste se le enfrentara. El hecho terminó con la expulsión del joven matemático de la institución.

De aquellos años convulsos en la vida de Évariste queda una escena narrada por Alejandro Dumas (padre), quien coincidió con él en un banquete que festejaba la liberación de un grupo de jóvenes republicanos arrestados durante la Revolución de Julio. En el restaurante parisino Aux Vendanges de Bourgogne se dieron cita los miembros de la Sociedad de Amigos del Pueblo para disfrutar de varios

manjares y grandes cantidades de vino. Según Dumas:

Un joven que había levantado su copa y sostenía una daga en la misma mano intentaba hacerse oír. Era Évariste Galois, un muchacho encantador y uno de los republicanos más ardientes. Todo lo que pude percibir fue que gritó una amenaza y que se había mencionado el nombre de Louis-Philippe: la intención se hizo evidente con el cuchillo abierto.

Al día siguiente, Évariste fue arrestado por amenazar al rey, pero lo liberaron poco después. Ese mismo año, durante una manifestación en la que participaba junto a su amigo Auguste, ambos fueron detenidos por llevar armas y usar el uniforme de la artillería de la Guardia Nacional. El joven matemático fue entonces sentenciado a seis meses de prisión.

LA MUERTE DE UN HÉROE ROMÁNTICO

Mientras tanto, se desató una epidemia de cólera en París. Como la enfermedad se propagaba en las cárceles, enviaron a los presos a distintos hospitales. A él lo trasladaron a la casa de salud Sieur Fautrier, donde se enamoró de Stéphanie, la hija del médico que dirigía la clínica. Tristemente, no fue correspondido y la joven se casó con un profesor de literatura.

Existen varias versiones de lo que sucedió después. Sabemos que Évariste se batió en un duelo el 31 de mayo de 1832, y que murió víctima de un disparo en el abdomen. Lo que no sabemos a ciencia cierta es quién lo mató. Algunos biógrafos sostienen que en su última reunión con Stéphanie se encontró con el prometido de la joven, quien lo retó a duelo. Otros creen que fue asesinado por cuestiones polí-

ticas, y algunos más especulan que lo mató su amigo Pescheux d'Herbinville, un republicano conocido por ser un excelente tirador. A su funeral, que tuvo lugar el 2 de junio de 1832, asistieron miles de personas, entre ellas varios miembros de la Sociedad de Amigos del Pueblo, que brindaron apasionados discursos en recuerdo al gran revolucionario.

Pero ¿qué fue lo que hizo Évariste Galois para ser recordado como uno de los más grandes matemáticos de todos los tiempos? La clave está en las cartas que escribió la noche anterior al duelo. Una de ellas estaba dirigida a su querido amigo Auguste Chevalier, a quien le pedía que preservara y difundiera sus estudios sobre matemáticas. El joven sospechaba que moriría al día siguiente, así que incluyó un apéndice en la misiva con un resumen apresurado de sus investigaciones.

En su carta esbozó las bases de la teoría de grupos, un área del álgebra avanzada que se enfoca en el estudio de las simetrías. A pesar de ser una abstracción, esta teoría guarda correspondencias con los patrones geométricos del mundo físico. Gracias a ella podemos analizar los famosos mosaicos de la Alhambra de Granada, que a primera vista parecen tener formas caprichosas, pero en realidad repiten diecisiete diseños simétricos diferentes. Otra de sus aportaciones, quizás la más importante, fue la teoría de Galois, enfocada en responder a una de las preguntas fundamentales de las matemáticas acerca de la resolución de un cierto tipo de ecuaciones. Para las y los matemáticos, pensar en Évariste Galois escribiendo aquella última carta es como imaginar a Beethoven escribiendo la *Quinta Sinfonía*, o a Miguel Ángel pintando la Capilla Sixtina una noche antes de morir. **U**

AUGE Y CAÍDA DE LAS DOLLS DRINKS

Mariana Ortiz

AUGE

Llegar solo era posible en transporte público. Nos metimos a metro Chilpancingo y transbordamos en Centro Médico, fuimos a Guerrero y allí tomamos la Línea B hasta la Lagunilla. Una vez en la superficie, caminamos sobre el Eje 1 Norte, doblamos en Jesús Carranza y seguimos ciegamente hasta que, entre todos los puestos de aquel curioso tianguis, encontramos uno que tenía por logo a una muñeca Barbie con las palabras "Dolls Drinks" en cursivas. Bocinas a todo volumen, un perreo que encendía placeres ocultos en el cuerpo, una barra con hieleras donde almacenaban las botellas, un montón de envases de plástico, licuadoras vacías de colores fosforescentes apiladas y esperando no solo convertirse en micheladas de sabores, sino también en azulitos, mojitos, margaritas y demás creaciones fantásticas con alcohol. Era Tepito, eran las licuachelas y era una fiesta a plena luz del día.

Aunque estábamos acostumbrados a emborracharnos apenas dieran las dos de la tarde, en las Dolls Drinks más bien había que llegar antes de las dos para agarrar un buen lugar. El establecimiento tenía muy pocas sillas y había que estar de pie casi todo el rato; no era problema porque nadie quería sentarse. Las licuachelas no eran un local, un cuarto o una bodega, sino un espacio de la calle apenas techado con la carpa amarilla típica del sobreruedas. El aforo no estaba limitado por la cantidad de mesas disponibles, sino por el espacio

Dolls Drinks, 2023. Fotografía de
©Mariana Ortiz. Cortesía de la autora ▶





Dolls Drinks, 2022. Fotografía de ©Mariana Ortiz.
Cortesía de la autora

diminuto que cada uno podía reclamar como propio. Orbitando el cuadrángulo había dos o tres meseros muy eficientes, que esperaban el pago en efectivo en cuanto pedías. Existía a lo lejos en la calle un baño —una bodeguita con un par de cubículos para mujeres y otro para hombres, casi siempre sin agua— que se volvía más necesario conforme la tarde se escurría. Nunca lo supe con certeza, pero asumo que era ajeno a las Dolls Drinks: cobraban cinco pesos por el acceso, lo cual incluía apenas unos cuadros de papel higiénico.

Cuando lo visité por primera vez, las Dolls era solo un puesto de licuachelas en un tianquis con música tan alta que obligaba a gritar para hablar, pero también a bailar sin ataduras, a beber sin pensarlo demasiado, a pasarla bien y a ver, en los otros, compañeros irrenunciables de peda. Era un antro al aire libre, sin las limitaciones de los antros “de siempre”. Un rave en la mera yema del desmadre, un si-

tio con otro orden y otras reglas. Un espacio en el que todes cabíamos, un mundo dentro de otro mundo. Nadie de nuestro grupo tenía idea de que las Dolls Drinks empezaba a ser *algo* en TikTok y en Instagram, que gente de otros puntos de la Ciudad de México, del Estado de México e incluso de otras entidades, se aventuraban en su propia ruta de transporte para llegar hasta ahí. Nunca hubo (que supiéramos) turistas gringos o de otras nacionalidades. Esa primera vez nos ahogamos en las profundidades de un barrio que no era el nuestro ni era el que frecuentaba la gente que conocíamos; nadamos a contracorriente y nos sumergimos en el mar de Tepito.

Nos enteramos de su existencia por el amigo de un amigo, que dijo que había ido apenas una semana antes y que le habían parecido poca madre; nos dio por mensaje instrucciones para llegar —un regalo ingenioso—, dibujando con sus palabras un croquis, tal como hubiera hecho un viejo explorador. Nos advirtió que teníamos que llegar temprano; contraviniendo todos mis instintos naturales, me convencí de que por esta única ocasión tal vez la puntualidad era asunto importante. La misión pareció fallar al primer intento.

Al salir del metro y caminar unos pasos, nos arrinconamos en el primer puesto de micheladas que había en el camino. Ahí no había espacio para bailar, solo mesas en plena vía pública, tan juntas que parecían formar una trenza metálica. A sabiendas de que aunque no la pasábamos mal podíamos pasarla mejor, la más valiente del grupo sacó su celular y tecleó *Dolls Drinks* en Google Maps: la dirección que apareció estaba a siete minutos a pie. No dudamos ni un segundo en emprender el resto del camino.

Los fines de semana en las Dolls ya se habían convertido en un espectáculo con literales fuegos artificiales y un griterío al tono de "arriba la putería".

Ese mismo día entendí por qué había que llegar temprano: más o menos a las cinco y media, todavía con el sol oscureciéndonos la piel y el sudor provocando que se escurriera toda la parafernalia de nuestras caras, una manada de policías entró galopando al tianguis, arrasó con cada puesto y los obligó a terminar de tajo cualquier actividad. La música se apagó en un tras —no como en otros sitios en donde endulzan la salida con canciones de Luis Miguel o José José—; los tragos se dejaron de servir, se recogieron los muebles sin siquiera esperar a que se vaciara el lugar, se dio por clausurado el tianguis para empedar por excelencia. Hasta la próxima semana, hermanes. Al diez para las seis, una especie de caravana de todos los que nos encontrábamos dentro emprendió su viaje hacia la avenida principal. Al paso de nuestra marcha, sin falta ni retraso, emergieron recordatorios del lugar en el que estuvimos; grupos de tipos truculentos, con pinta envidiable de mafiosos, en las banquetas, a la entrada de las vecindades, ofrecían un amplio menú de drogas a todo aquel que salía borracho, desconfiando incluso de sus propios sentidos —qué quieres, hija: hay perico, tachas, cristal, piedra, motita de a cincuenta el porro—.

Las Doll Drinks no era nuestro lugar —nunca lo fue—, sino un punto de la ciudad que nos obligó a dejar de pretender. Una vez fuimos testigos de cómo una mesera trans se subió al parabrisas de una patrulla en movimiento y bailó desatada frente a los policías, quienes no pudieron hacer más que observar; en otra ocasión, las Dolls se empeñó en una batalla musical con el puesto de enfrente —que la estaba ganando, si soy honesta—, así que las meseras me permitieron ser la DJ de esa tarde (o lo que significaba ahí ser

DJ: conectar un celular a las bocinas); otro día compartimos un porro de quién sabe qué, sacado de quién sabe dónde, con gente que quién sabe quiénes eran, pero que cumplió prometedoramente su función.

Regresamos a Tepito tantas veces como pudimos hasta que el lugar ya no estaba. Se había ido, se había esfumado y solo quedaban restos de una mudanza recién hecha. El puesto, ahora un espectro de algo que se amó, estaba vacío, sin mesas, sin meseros, sin música, sin alcohol, apenas una carcasa de lo conocido. Ruinas del presente. Pensamos que nos habíamos equivocado, que esa desaparición era la reacción natural de la sangre con el alcohol, que nuestros recuerdos nebulosos e indefinidos nos habían hecho una jugarreta, pero no fue así. Nos anclamos, resignados, en un puesto vecino muy parecido pero no igual, preguntándonos si acaso ese era el final ineludible e inescrutable de una época a todas luces gloriosa.

CAÍDA

Durante unas tres semanas, nos dedicamos a investigar la verdadera locación de las Dolls Drinks, aferrados a experimentar ese milagro libertino una vez más. Y cómo son las cosas, que a través de tiktoks nos enteramos de que los fieles asistentes parecían estar metidos en un antro tantito más adelante del puesto "original", también sobre Jesús Carranza. Este era un espacio escondido detrás de un par de puertas negras, aunque mucho más grande, como un estacionamiento para trailers o ca-

miones de carga, adaptado para la nueva era de las Dolls Drinks.

Para ingresar a aquel espacio era necesario —según los nuevos guardias de seguridad— un toqueteo que algunos llaman “revisión” y nada más; había un guardarropa para quien quisiera dejar sus cosas, baños que también cobraban cinco pesos, más mesas sin sillas y un escenario con una mezcladora para un tal DJ Milton; un DJ, como quien dice, de la casa. Su Instagram también hizo metamorfosis. Los videos cortos, musicalizados con algún éxito del momento, eran la herramienta predilecta para anunciar los eventos de sábados y domingos en los que, además de Milton, se presentarían grandes como DJ Iris, Ald DJ, DJ Klarito, Maliciosos, Ryan Castro y hasta una gatita a la que le gusta el mambo.

Cuando la popularidad a la que todos aspiramos, lo sepamos o no, alcanzó a las Dolls Drinks, cantantes como Cazzu o Santa Fe Klan, y periodistas como Paola Rojas, también quisieron ser parte. Para cuando llegaron a tener casi un centenar de miles de seguidores en su cuenta, las Dolls eran un espectáculo con fuegos artificiales y un griterío al tono de “arriba la putería”. Esto es, quizá, lo más revelador: para ese momento, cuando decías en casi cualquier colonia de la ciudad que habías ido a las licuachelas de Tepito, la gente ya sabía de qué lugar hablabas y soltaba un comentario en particular: “yo quiero ir, pero me da miedo”.

A meses de cumplir su tercer aniversario, una noticia habría de rebajar el volumen de la peda: los dueños habían sido acribillados el 31 de mayo de 2023, en la alcaldía Gustavo A. Madero, mientras viajaban en su camioneta. Luego, como suele suceder, se destaparon todos los rumores que trepan por las alcantari-

llas de todas las ciudades: Diana Odeli Rodríguez Martínez, la dueña de las Dolls, era la presunta sobrina del exlíder de la Unión Tepito, Francisco Javier Hernández Gómez, alias “Pancho Cayagua”. Él era cuñado de su madre, Angélica Martínez “La Kika”, y fue jefe del cartel hasta que lo mataron en 2017. Adrián Mendoza Bustamante, alias “El Pecas”, esposo de Odeli, era un mixólogo que había perdido su trabajo por la pandemia y tuvo que recurrir a la venta de cerveza en un estacionamiento de la Gustavo para solventar sus gastos. Su sobrina, Barbie, les ayudaba con el negocio en redes sociales, tanto así que en un principio se llamó “Barbie Drinks”, pero tuvieron que cambiarlo a “Dolls Drinks” por derechos de autor y otras necedades.

Primero dijeron que sicarios desconocidos habían exigido un pago por “derecho de piso”, y que al negarse los dueños enfrentaron su funesto destino; luego, que ellos mismos eran parte de la organización y que su muerte se debió, más que otra cosa, a un ajuste de cuentas dentro de La Unión; finalmente, el último rumor que escuché fue que la sobrina ordenó a matar a sus tíos para quedarse con las Dolls. Todo concluyó con un comunicado en aquella cuenta de Instagram, artefacto abandonado, en el que dieron por cerrado el lugar: “Las únicas personas indicadas y aptas para continuar con este negocio eran los creadores”. Sin dar más razones, sin la utópica esperanza del regreso y como recordatorio del lugar en el que nos tocó vivir, se firmó la desaparición de las Dolls Drinks en este abismo necrófilo que llamamos Ciudad de México. **U**

Albrecht Dürer, *Hemisferio norte del mapa celeste*, 1515.
The Metropolitan Museum of Art © ▶



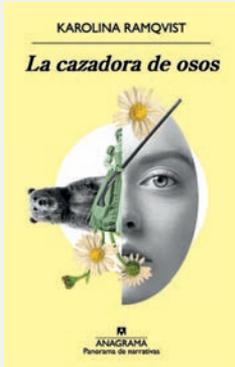
CRÍTICA

LA CAZADORA DE OSOS

KAROLINA RAMQVIST

UNA POBLADA SOLEDAD

Isabel Zapata



Carmen Montes
Cano (trad.), Anagrama,
Barcelona, 2021

Los libros tienen un anverso y un reverso: mientras algunos muestran solo su cara principal, otros revelan la textura de la cotidianidad en la que fueron tejiéndose. Estos últimos ejercen un magnetismo particular en mí, sobre todo si fueron escritos por mujeres, a quienes los vaivenes del día a día atraviesan de manera distinta que a sus contrapartes varones. ¿Por qué la escritura del yo, en toda la amplitud de su espectro, no parece afectar igual a escritoras y escritores? Para explicar su reticencia a las formas biográficas, la autora sueca Karolina Ramqvist señala: "...se supone que los hombres escriben acerca de lo universal, mientras que las mujeres solo escriben sobre sí mismas (¿Quizá porque la brecha entre escribir y ser mujer sigue siendo insalvable?)".¹

Asomarme al lado de atrás de los libros me seduce, como hace todo aquello que desafía la idea de una novela como atmósfera controlada. En *La cazadora de osos* (traducida al español por Carmen Montes Cano), Ramqvist logra precisamente esto al desplegar los mapas que trazan la caótica ruta de su escritura frente a sus lectores, sin preocuparse demasiado por guardar una falsa apariencia de orden. El centro de gravedad de la novela es Marguerite de La Rocque, una joven noble francesa que en el invierno de 1541 se embarcó en un viaje hacia Nueva Francia, hoy Canadá, con su tutor, Jean-François de La Rocque de Roberval. Según la historia oficial, en el barco se desató un escándalo sexual y, como castigo, Marguerite fue abandonada en una isla desierta junto con una mujer mayor que estaba a su servicio; luego dejaron también a su amante. Ahí sucede la metamorfosis y la joven se convierte en la leyenda que siglos después cautivó a Ramqvist, al punto de llevarla a iniciar un proceso de investigación para preparar la novela que se proponía escribir. Dicho proceso, sin embargo, va pasando a primer plano y termina por convertirse en el libro mismo.

Ramqvist atraviesa los territorios del ensayo, la biografía, la investigación histórica y la ficción, con sus fronteras difusas a fin de cuen-

¹ Las cursivas son de la autora del libro.

tas, persiguiendo la figura esquiva de Marguerite, que en vida se volvió célebre cuando su historia de supervivencia fue relatada por algunos autores de la época. Uno de estos relatos apareció en el libro de cuentos *Heptamerón*, escrito ni más ni menos que por la hermana del rey Francisco I de Francia, Margarita de Navarra. Con esto en mente, es imposible evitar las resonancias políticas que llevan a Ramqvist a galopar hacia debates muy actuales sobre la representación histórica de la mujer y, de paso, sobre su propia condición como mujer que escribe.

Yo era escritora, y había escrito varios libros. Aun así, seguía buscando excusas para escribir. [...] Hay un pudor y un sentimiento de culpa constantes por la escritura, por escribir en lugar de trabajar en algo que pudiera ser útil a los demás, por vivir para la escritura en lugar de vivir con los otros.

La cazadora de osos se inserta entonces en la corriente de escritura feminista que busca compensar ciertas ausencias femeninas y enmendar omisiones históricas, aquello que Virginia Woolf llamó, en *Una habitación propia* (1929), "la acumulación de vidas sin contar".

En este mismo tenor, el libro está sembrado de reflexiones sobre lo que significa escribir y ser madre, lo cual es fundamental a la luz de que Marguerite estaba embarazada al llegar a la isla, donde parió a un bebé —no sabemos si niño o niña— que murió a los pocos meses. Este detalle obsesionó a Ramqvist, una mujer que entiende la maternidad como un parteaguas en su propia vida:

Yo consideraba la maternidad como un cliché sobre la feminidad, un cliché del que quise apartarme, pero al mismo tiempo era una experiencia imposible de pasar por alto que, además, no se parecía a ninguna otra.

El juego de espejos no termina ahí: Ramqvist se refleja a sí misma en el aislamiento de Marguerite y en su pérdida del padre, lo que, por momentos, hace que este personaje se desdibuje y la narración avance en espiral. De la joven cazadora en cuestión, ignoramos más de lo que sabemos. No conocemos siquiera su identidad con certeza: según algunas fuentes, se le ha llamado Marguerite simplemente porque ese era un nombre muy común entre las mujeres nobles de su época. Cada autor que ha hablado de ella, dice Ramqvist, tuvo sus propios motivos para contar su historia y su manera particular de hacerlo, con los puntos ciegos y las trampas que eso implica, incluyendo la necesidad de proteger a los hombres involucrados en los hechos. ¿Qué pasó

en el barco? ¿Quién era aquel presunto amante y qué vínculo los unía, tomando en cuenta las nociones tan distintas que había en el siglo XVI de seducción, deseo y autonomía femenina? ¿Fue aquel supuesto escándalo el motivo real de su tutor para dejarla en la isla, o más bien quería heredar sus tierras?

“La mujer que amé se ha convertido en un fantasma. Yo soy el lugar de sus apariciones”, escribió Juan José Arreola hermosamente. Leer esas dos frases juntas siempre me lanza a pensar en la escritura como un territorio poblado de espectros. En *La cazadora de osos* estamos frente a un ejemplo perfecto: una mujer embrujada por la historia de otra y al mismo tiempo imposibilitada para conocerla de verdad. Al leerla sentí que Ramqvist estaba siendo generosa conmigo al mostrarme el reverso del libro, las costuras que, en su aparente desorden, le dan forma y lo sostienen. Me mostró incluso la imposibilidad de la escritura, que es parte de cualquier proceso creativo, muchas veces eclipsado por la obra que resulta cuando se vencen los obstáculos.

Era insólito no tener la escritura. Y yo la tenía, pero al mismo tiempo no la tenía. Ya no se encontraba accesible para mí. En cuanto me tropezaba con



Gerrit de Veer, *Representación de las tres expediciones de Willem Barentsz en busca del codiciado paso entre Catay y la Isla de las Especies*, 1598 ©

la menor oposición, lo cual sucedía todo el tiempo, porque así es escribir, al menos para mí, mi atención se dispersaba, la idea se escapaba y desaparecía.

Quien se acerque a este libro en busca de una aproximación histórica objetiva o un recuento biográfico lineal quedará decepcionado. Más que dar cátedra o desplegar su erudición en el tema que la ha obsesionado, da la impresión de que a Ramqvist le interesa seguir, a ojos cerrados, los hilos invisibles que la unen con una mujer cuyas circunstancias no puede comprender a cabalidad, y no se le escapa que su objetivo es una serpiente que se muerde la cola. Después de todo, escribir también es rellenar huecos, y tras un tiempo se vuelve difícil distinguir qué estaba ahí antes y qué rellenamos al imaginarlo.

Tras ser atacada por un oso siberiano y sobrevivir milagrosamente, la antropóloga francesa Nastassja Martin escribió que el incidente había sido bello porque, luego de haber sucedido, ella lo comprendía todo y al mismo tiempo no comprendía nada. *La cazadora de osos* me regaló esa misma sensación: un suceso tan radicalmente trágico es también un renacimiento, el regalo de la posibilidad de ser otra. Puede que el nombre de la isla donde Marguerite fue abandonada —Isla de los Demonios— sea una casualidad, aunque me gusta pensar que, en efecto, la joven se enfrentó a muchos y salió airosa. Creo que Ramqvist también la imagina así, en acompañada soledad: “Es difícil imaginarse una isla desierta. Con mi mirada interior, la veo poblada”. **U**

ELIZABETH FINCH
JULIAN BARNES

ADIÓS A JULIAN BARNES

Christopher Domínguez Michael

Como muchos lectores, me aficioné con Julian Barnes hace cuarenta años cuando leí *El loro de Flaubert* (1984) y, como algunos otros lectores, no he querido regresar a ese libro por temor a la decepción. En cambio, tomé la costumbre de leer sus novedades, casi todas, a pesar del sabor agridulce que me producían con frecuencia. Disfruté de *El sentido de un final* (2011), novela memoriosa y ajuste de cuentas donde se habla, entre otras cosas, del “giro ritual a la derecha” propio de cier-



Inga Pellisa (trad.),
Anagrama,
Barcelona, 2023

ta edad madura. En cambio, *El ruido del tiempo* (2016), una especie de “Shostakóvich para principiantes” escrito para ahorrarle al público las lecturas de las muy especiosas y apasionantes biografías del compositor soviético, comprensiblemente me decepcionó y hasta dejé una nota quejumbrosa. He hecho un último intento con *Elizabeth Finch* (2023) y estas son mis conclusiones.

La novela de Barnes está escrita dentro del noble género que atiende a las relaciones entre el maestro y el discípulo, tema que ha motivado sesudas reflexiones de Allan Bloom y George Steiner, y un sinfín de novelas como *Elizabeth Finch*, donde un hombre sin atributos se enamora platónicamente de una profesora dizque muy excéntrica y, gracias a un hermano obsecuente, se hace de sus papeles para custodiar —una vez fallecida la señora— su memoria. No quisiera pecar de anglófobo —nadie en la pérfida Albión me ha dado motivos para ello— pero creer excéntrica a madame Finch es un abuso de confianza. No es un personaje muy interesante, la verdad. Es una solterona arrobada por el emperador Juliano el Apóstata y firme creyente en que el mundo, como el Perú, se jodió un buen día, en este caso, cuando la humanidad acabó por entregarse a la religión levantina del Nazareno. Esa opinión suya, filtrada a la prensa amarillista londinense en un momento de ociosidad entre los periodistas, le causó a Elizabeth Finch un barrunto de escándalo que amenazó con “cancelarla”. Creí que en ese momento arrancarían impetuosa la novela de Barnes. Pero la cosa no pasó a mayores y *Elizabeth Finch*, tampoco.

No tenía Barnes por qué esforzarse demasiado en el retrato de Elizabeth Finch puesto en manos de Neil, el álter ego, porque la figura del llamado Apóstata es tan apasionante que llena cualquier novela y como tantos profesores universitarios, ella supo transmitir su pasión, con elocuencia, a un grupo no demasiado numeroso de prosélitos. Por ello, *Elizabeth Finch* se deja leer.

Barnes tiene la suficiente cultura, experiencia y hasta erudición para inventarse a Elizabeth Finch como autora de inquietantes comentarios sobre Juliano, mismos que completa o refuta su admirador, llenándonos de curiosidad por ese personaje de transición (a diferencia de otros héroes, vaya que merece esa calificación). Corro entonces, por curioso, a la pantalla y busco la nueva biografía del Apóstata citada con autoridad por el novelista británico y compruebo que como Barnes, Elizabeth Finch y Neil, su exegeta, he leído las biografías noveladas del fracasado restaurador del paganismo publicadas por Dmitri Mezhkovski (en 1896 como parte de una trilogía) y Gore Vidal (en 1964).

Leemos en *Elizabeth Finch*:

Hasta ahora me he venido refiriendo al cristianismo (igual que EF) como un monoteísmo. A fin de cuentas es así como lo vemos ahora. Pero para los helenistas, el cristianismo era politeísta, porque incluía un Dios trino: el Padre, el Hijo y el Espíritu Santo. Una concepción que perduró en la Inglaterra del siglo XVII: véase la crítica de "Juliano" Johnson al "politeísmo" del catolicismo romano.

En principio, nada tengo contra lo derivativo, sea en crítica o en ficción, porque toda prosa lo es, al menos metodológicamente, y hasta le agradezco a Barnes que haya refrescado mi "julianoelapostatología", porque gracias a él ahora sé que nada menos que Henrik Ibsen escribió un drama de imposible representación (sus dimensiones son colosales) titulado *Emperador y Galileo* (1873), mismo que me he propuesto leer al descubrirlo sepultado en uno de los tomos de las obras completas de Aguilar que en buena hora expropié de la biblioteca familiar.

Quedo en deuda con Barnes por haber copiado para mí las doctas opiniones de Michel de Montaigne, Edward Gibbon y Ernest Renan sobre Juliano; me entero, con obvio disgusto, de que el Apóstata tuvo entre sus admiradores cumplidos a Adolf Hitler, que hacía sacrificios de animales para los dioses en proporciones aterradoras y que fue tan cruel como tolerante, pues a la ocasión la pintan calva. Finalmente, el muy decadente poeta Swinburne terminó de atribuir a Juliano la frase agónica de "Galileo, tú venciste". Barnes acota, a través de Neil, dentro del texto:

La frase aparece por primera vez en la *Historia eclesiástica* de Teodoreto,



Julian Barnes en el Festival literario de Tallin, 2019.
Fotografía de ©WanderingTrad

escrita aproximadamente un siglo después. Es una brillante invención, aunque, por otra parte, los historiadores pueden ser también novelistas excelentes.

La traducción del verso que hace Inga Pellisa no me gusta, y el comentario final de Barnes, tampoco. Es un poco necio. Es decir, Barnes me proporcionó un servicio y, por qué no, un rato de curiosidad casi absorta, pero ello se debe a su apropiada elección de tema histórico y biográfico, y no a ninguna gran virtud de *Elizabeth Finch*, su novela. Si a alguien hay que darle las gracias es a Juliano el Apóstata menos que al autor de *El loro de Flaubert*. Y ahora que murió Milan Kundera cabe recordar, con él, que una novela es una obra de imaginación antes que ninguna otra cosa. Si esa imaginación requiere para nutrirse del perro mundo (y vaya que las batallas en las que el nuevo cristianismo se fue imponiendo a lo largo de los siglos lo fueron), bien está. *La muerte de Virgilio* (1945), de Hermann Broch, es uno de mis ejemplos preferidos al respecto. Sí, todo lo que tenga que ver con el autor de la *Eneida* es apasionante, pero afirmar que la de Broch es una novela histórica es una imprecisión (y algo ocioso de decir, si he de ser franco) porque en su navegar por la mente en agonía del poeta mantuano, absolutamente libre (aunque esa libertad tenga sus ingredientes librescos), está su genialidad. Por ese acto de invención la de Broch es una grandiosa novela, escrita en un lenguaje portentoso y brujo, y no porque se trate de Virgilio y el emperador César Augusto. Son, uno y otro, sujetos de interés, qué duda cabe, para novelar, pero en sí mismos no ofrecen ninguna garantía de verdad novelesca, tan a menudo opuesta al éxito comercial.

Así que he tomado una decisión de consecuencias diminutas, la de no volver a leer a Julian Barnes. Gracias por todo, amigo, desde tu Flaubert hasta tu Juliano el Apóstata. Pero tengo pendiente de leer muchos libros, como todos mis lectores, así que la próxima vez que aparezca ante mis ojos una novedad tuya, me iré a otra cosa; dejaré de procrastinar la lectura de *La vorágine* (1924), de José Eustacio Rivera. Por ejemplo. **U**

DOMINIO

CLAUDINA DOMINGO

UNA CHICA HAMBRIENTA ESCRIBE

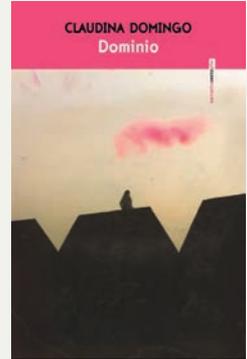
Brenda Ríos

¿Puede haber espíritu romántico en la colonia popular Santo Domingo? ¿Existe una Emma Bovary con hambre de algo que solo puede imaginar fuera de lo que conoce; una *madame* que sueña con un mundo de arte, conversaciones elevadas y poesía? Si el camino del héroe termina en el reconocimiento del viaje y la gloriosa vuelta a casa, en *Dominio* este regreso al hogar será lo más antiheroico posible, uno obligado por causas de fuerza mayor. El camino de la heroína la lleva a su madre, a la recuperación, al lugar menos anhelado de todos.

Los hospitales tienen el poder de devolvernos algo de nuestros primeros años. Yo casi no recuerdo mi infancia, y lo que alcanza mi memoria está unido a las fotografías. Sin ellas casi no tendría nada.

La novela comienza con el relato de una mujer que fue a dar al hospital por la complicación de un embarazo ectópico. Bajo el efecto de los sedantes recuerda que la única vez que ha sido feliz fue en la adolescencia, cuando era casi un niño, dice. No tuvo una vida urbana común de juegos en la calle, amigos o pandillas. Fue una vida solitaria, de preguntas y mucha observación. La adolescente casi niño ve y anota. Quiere saberlo todo de todas las cosas. Después del hospital, irá a su casa y dependerá de los demás para su recuperación. Para ella, eso es tocar fondo. No el periodo de hospital, sino ese regreso, ese entorno de cuidado: la negación de una independencia que fue su lucha.

El relato va de un lado a otro, como si el cuerpo se recargara en el pie izquierdo, y luego en el derecho: la mujer adulta en el hospital y la adolescente que tiene un hambre especial, unas ganas de vivir que parecen inauditas. La mujer del momento "presente" hace la reconstrucción de la memoria. Medicada, sin dinero para pagar la cuenta del hospital, recuerda qué era eso que le daba hambre en el pasado. Una adolescencia antidepresiva, antisuicida, con una gran curiosidad. Creía que lo importante sucedía en un lugar al que ella no tenía acceso. No entonces. Su cuerpo, a medio camino entre lo infantil y lo maduro, no crecía tan rápido para ella. Placer y dolor son los ejes entre los que el libro



Sexto Piso, CDMX, 2023

fluctúa. El cuerpo es la cuna donde se mecen, se alimentan y hacen muecas.

Las horas me observan. Son estrellas que salieron despedidas de un cielo de cenizas. Aunque en realidad no son las horas sino dos ojos claros y unos labios que se mueven tras un cubrebocas. Luego parpadean. O parpadeo yo. Tengo sed. Ahora recuerdo: en la clínica insistían en que no tomara

agua. Y de eso hace varias horas. ¡Y cómo pesaba el suéter! Como cien años de carbón. Dunas y dunas de canicas. Yo me sostengo de una cuerda muy fina para que no me caigan encima.



Edgar Degas, *Mujer embarazada*, ca. 1910.
Colección Havemeyer ©

Dos narradoras, que son la misma en dos tiempos, confluyen en una sola instancia narrativa: contarse la vida. La chica vive en Santo Domingo. Después de la escuela, ama ir al espacio escultórico de la UNAM; ahí, su historia podría corresponder a la picaresca decimonónica: explora, concede, seduce, vagabundea, pregunta. Una *flâneur* que no cambia de ruta. Lo que está fuera de la casa es mejor que el espacio familiar, que no es opresivo, solo es lo que es: una familia mexicana sin drama, de clase trabajadora, que vive en la instancia de *lo real*. La joven quiere salir de esta *realidad* para hallar eso otro, eso *real-imaginario*. La paseante, la que camina, busca y encuentra, hace un mapa para los encuentros sexuales, toma notas, tiene prisa. Entre los salones incómodos de la escuela y las piedras filosas del espacio escultórico descubre el deseo y la negociación que este implica —la escena de un trío de chamacos cogiendo en las piedras sería cinematográfica si no fuera por el humor alrededor de todo ello: la incomodidad le gana a lo erótico, esos

cuerpos pubertos restregándose en las piedras—. Su escapismo es el espacio urbano y el sexo. El sexo como aprendizaje; uno de tantos.

Dominio no sigue el camino de la novela de aprendizaje. *La campana de cristal* (Sylvia Plath, 1963) y *Rito de iniciación* (Rosario Castellanos, 1997), por mencionar solo algunas, cuentan la transición a esa madurez esperada: las vidas presas en las casas de los padres contra la vida sin reglas, libre, la de afuera. La universidad, en ambas, fue un rito, un crecer intelectual, un lugar para reconocerse y saberse otras. En *Dominio* no hay nada de eso. Se trata de una chica sola, su imaginación, y un deseo que no logra ser saciado. Ninfomanía hecha de carácter y soledad.

Pienso que el sexo debe ser, como la voz, algo que siendo más que cuerpo funciona a base de práctica, tal como ocurre con la cantante en este momento, que se interrumpe y obliga al pianista a iniciar de nuevo. Una y otra y otra vez hasta que por fin piense (o sienta) que ha cantado a la perfección. Y escuchándola cantar pienso que la vida, a través de mi cuerpo, puede extenderse de forma ilimitada.

En la salud y en la enfermedad, los votos que hace la protagonista son de una boda consigo misma. Como si el pacto adolescente pesara mucho después de haber cruzado el umbral de la madurez. Haber crecido y salido de la casa familiar eran las metas más deseadas, sin embargo, el costo fue demasiado. A diferencia de la Alicia de Lewis Carroll, Claudina Domingo se enfrentó a la precariedad mexicana sin magia de ningún tipo. En la tierra del realismo mágico, trágico, justo lo que debe evitarse es el atropellamiento de tráiler que *lo real* trae consigo: la falta de dinero, de empleo, de seguro médico, etc.

Lo que funciona terriblemente bien es el equilibrio entre la chica que sueña con crecer y huir, y la mujer adulta en una cama de hospital rindiendo cuentas a su madre. Hija pródiga falsa. Narra la historia de su misma adolescencia porque dejó en mala posición. No es un reclamo del tiempo presente a lo vivido. Para nada. La mujer del hospital anhela volver a sentir todo eso que sintió y pensó. El poder del cuerpo, de habitar la ciudad; el poder tremendo de algo que aún no es pero va a serlo. La mujer del hospital ya fue, y no se halla en sí misma.

Soy menor de edad y no tengo forma de mantenerme (tampoco muchas ganas de trabajar), así que la independencia verdadera está cancelada por...

unos meses... porque "con un plan", me dice la prisa, "en medio año seré libre". Pero por el momento solo tengo otra manera de crecer: a través de mi cuerpo.

Hay una forma de comprender el mundo. A falta de escuela, viajes, conversaciones, libros, o incluso con todo eso y amistades estimulantes, el medio que algunas personas tienen de aproximarse a lo que hay afuera es el cuerpo. La experiencia lo atraviesa a modo de formar capas para hallar la coraza adecuada. Esta será la necesaria para crecer. La joven protagonista lo sabe, pero la mujer adulta lo resiente. Ese es el reproche. La mujer mayor contra ella misma.

Dominio es la historia de un paso de umbral, uno difícil pero necesario pues al final todo lo que importaba era salir y crecer. Cuando eso sucede, se instala en esa coraza —en ese cuerpo— la vulnerabilidad inesperada, el regreso/fracaso a la casa de los padres, a la antagónica relación con la madre.

Introspección, atmósferas, presente y pasado hacen de la historia algo vivo: ninguna persona es quien cree que será, aun cuando se esfuerce tremendamente en hacerse a sí misma. Ella es su trabajo: "Si hay dolor sordo debe haber placer sordo: el de la mente que le da vueltas a las cosas hasta desbistar sus vértices".

Una chica hambrienta escribe y tarda en hallar el placer. Tarda en hallarlo todo. Cuando lo hace, no es suficiente y escribe de nuevo. *Dominio* trata sobre una persona en crisis. Para contar el dolor, para decir: "Ah, esta era la muerte, muy bien, ¿eso es todo? ¿Y qué más hay para mí ahora?", tiene que hablar del goce físico. Del sexo como una biblioteca viva, como un modo de estar fuera de una misma. Del hedonismo, del riesgo y la intemperie.

Domingo no abandona la labor poética para entrar a la transparencia narrativa, sino que hila fino el lenguaje para habitar los dos espacios: así como cuenta con una narradora en pasado y presente, tiene un formato en dos géneros que se enlazan muy bien. Una novela hecha con las tripas de fuera, vulnerable y crítica de sí misma, es un fenómeno que la literatura mexicana debería recibir con los brazos abiertos y agradecidos. **U**

ESTE VACÍO QUE HIERVE

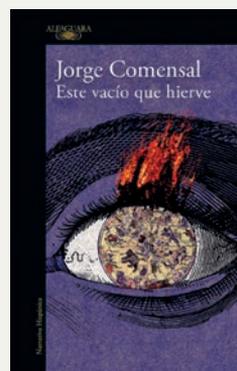
JORGE COMENSAL

UN PASO MÁS CERCA DEL ABISMO: DEBACLE AMBIENTAL A LA VUELTA DE LA ESQUINA

Andrés Cota Hiriart

Hay veces en las que el humor es el mejor vehículo para tratar temas serios. Esto lo sabe bien Jorge Comensal, quien ya había puesto a prueba ese registro de sonrisa aguda con una sátira afilada de los viscosos entramados de la parentela, condimentada con una dosis precisa de erudición científica e histórica, en su genial debut como novelista, *Las mutaciones* (2016), obra agrídulce que elabora en torno al coco de la salud pública: los oscuros linderos del cáncer. En *Este vacío que hierve*, su segunda novela, lo hace abriendo un tanto el encuadre para abordar el coco de la salud planetaria: el calentamiento global, esa tumoración climática que hemos desatado y que todos los días pareciera revelar nuevos síntomas que agravan el diagnóstico en el que, desde hace años, se empeñan los científicos sin que nadie les haga caso. Advierten que la metástasis es inminente y a todas luces fulminante, si no para la humanidad en su totalidad, al menos para una fracción alarmante de los 8 mil millones de personas que sobrepoblamos el planeta, así como para el catálogo cada vez más angustioso del resto de criaturas y sus ecosistemas.

“Esta es una novela tan trágica como cómica, tan clásica como contemporánea, tan mexicana como universal, que pone en escena a unos personajes erráticos, complejos e inolvidables”, sentenció atinadamente Alejandro Zambra respecto a *Las mutaciones*. Traigo este comentario a cuenta porque, me parece, podría estar refiriéndose a *Este vacío que hierve*, que nos presenta una saga de personajes llenos de discordancias, confusiones, prejuicios, deseos frustrados y placeres culpables que son guiados por una tríada de protagonistas obsesionados con el mundo animal y la extinción masiva en ciernes. Decía Ricardo Piglia que “la familia es una máquina de producir ficción sobre sí misma”. Esta máxima bien podría guiar las cuerdas que tensan el arco de estas páginas: tribulaciones identitarias, secretos explosivos, furors religiosos y exhumaciones clandestinas; fantasmagoría, prospecciones cósmicas, pandas clonados, autismo y dobles personalidades; teporochos de panteón, devotos de la Santa Muerte, unas cuantas entradas del ka-



Alfaguara, CDMX, 2022



Kobayashi Kiyochika, *El gran fuego en el puente Ryogoku, visto desde el puente de Asakusa el 26 de enero de 1881* ©

mazootra —la deslumbrante vida sexual de la fauna— y no poco abuso de la copa marcan la pauta de la acción, al tiempo que las llamas dejan el zoológico de Chapultepec reducido a cenizas y consumen lo poco que queda de bosque en esta megalópolis que se desmorona a pedazos.

De Comensal resulta envidiable, además de su sensible inteligencia y vasto bagaje literario —quien haya leído su ensayo *Yonquis de las letras* (2017) podrá dar fe de ello—, esa virtud de naturalista con la que es capaz de capturar las minucias de la conversación, reproduciendo con maestría las inflexiones de la verborrea cotidiana del barrio y el humor sarcástico del que nos valemos los ciudadanos del gran valle del Anáhuac para paliar la certeza de habitar una urbe al borde del colapso. Y es que la pluma de Comensal hace ecos con ese tipo de literatura que saca a flote lo que todos llevamos dentro, la sinceridad con la que acometemos en nuestros grupos de WhatsApp más personales (sin la medida del miedo a ser cancelados a la menor provocación). No solo cita los refugios banales en los que nos atrincheramos al final de la jornada y los comportamientos irracionales que nos mantienen lejos del alcance del ChatGPT, sino que de manera paralela trasmina las preocupaciones que, a estas alturas del Antropoceno, a todos nos inquietan, o deberían hacerlo.

Si bien el *technodios* Google coloca a *Las mutaciones* dentro del género de la ficción médica, aquí nos confrontamos con la climática. Hay que reconocer también que es histórica pues posicionar el vérti-

ce de la trama en el Panteón de Dolores brinda la posibilidad de hacer breves apuntes hacia ese pasado que ha consagrado el presente y que da pie a maquinarse un futuro que se encuentra a la vuelta de la esquina. Si, en efecto, la novela hace guiños a la ciencia ficción, es desde la especulación próxima, desde el futuro que nos aguarda apenas a unos años de distancia. Esa es una de sus mayores virtudes, pues no deja de funcionar como una especie de advertencia sobre el abismo ambiental hacia el que nos precipitamos de manera desafortunada y, da la impresión, deliberada.

Mientras escribo estas líneas el bosque de Chapultepec aún no ha sucumbido a las flamas —tal como sucede en la novela—, pero sí lo hace una porción considerable de la franja boscosa del sur canadiense (novecientos incendios activos, de los cuales al menos 590 están fuera de control), como en años previos lo han hecho de manera sobrecogedora las de California, Siberia, Grecia y Australia. Incendios sin precedentes que se interconectan con las inundaciones que azotan China, el Este de Europa, Bangladesh y Medio Oriente, y a la vez con una cruenta sequía que asola amplias regiones africanas y latinoamericanas; y eso que el clima que sufrimos ahora será el mejor que nos tocará vivir.

Lo dijo recientemente el secretario general de la ONU, António Guterres: “La era del calentamiento global ha terminado, empieza la era de la ebullición global”. Realmente se necesita ser muy cínico para seguir negando el desbarajuste generalizado de la temperatura cuando los pasados 6 y 7 de julio sufrimos los días más calurosos registrados en la historia global (17.23 y 17.2 grados Celsius de temperatura global media, respectivamente); récord que los expertos prevén que podría romperse varias veces más este año y que, si contamos los primeros veinte días de julio, se perfila como la ola de calor más intensa de los últimos 100 mil años. Tomando eso en cuenta, no sorprende que este invierno austral resulte tan preocupante, con una Antártida reducida a su mínimo concebible. Por primera vez, la cobertura de hielo no ha alcanzado a recuperar su superficie característica durante los meses fríos, lo cual podría sugerir que quizás ya nunca volverá a hacerlo. Sin embargo, para el grueso de las personas aún es permisible seguir pretendiendo que *al final todo saldrá bien*, como si esto que está pasando en todos lados al mismo tiempo, de algún modo, no fuera a afectarles. Tal vez, en el fondo, todos seamos ligeramente negacionistas respecto al cambio climático y pequemos del síndrome del fumador: pese a estar al tanto de los riesgos que implica el consumo rutinario de tabaco, muchos hacen como si estuvieran exentos de sus consecuencias.

En el caso de la humanidad contemporánea, hablamos de un fumador en cadena y, encima, bañado en gasolina.

Tampoco es que se pueda esperar mucho de una tropa de primates tecnológicos que no consiguen conciliar la certeza de su propia finitud. Me temo que *The denial of death* sigue siendo un tratado tan vigente como cuando Ernest Becker lo escribió en 1973. Quizás es por eso que contemplamos los acontecimientos ligados al calentamiento global como si no nos estuviesen ocurriendo a nosotros, como si no formáramos parte de la diégesis de ese universo convulso que se muestra en las pantallas. Llamémosle desapego, estrategia de autodefensa o llana estupidez, el caso es que nos resistimos a involucrarnos en el asunto más urgente de estos tiempos. Y como si nuestra inacción no fuese ya lamentable, condenamos las acciones de protesta del puñado de activistas —que no se encuentran tan desconectados de la realidad—. Lo cierto es que, ante casos desesperados, medidas desesperadas; y lo que en un momento puede parecer radical, al cabo de un tiempo se reconoce como justificado. Ahí está el ejemplo de Martin Luther King Jr. en la lucha por los derechos civiles, el de las mujeres que rompían ventanas para exigir el sufragio, y tantos otros casos de revueltas sociales y disturbios que con el fluir de los años se interpretan incluso como necesarios. “¿Qué va a suceder cuando la generación de Greta Thunberg compruebe que a los líderes mundiales no les importa ni un comino y que seguirán con su *business as usual*?”, se pregunta Andreas Malm en *How to Blow Up a Pipeline* (2021). Podemos tomar el final del discurso que Greta pronunció en la Cumbre de la ONU sobre la Acción Climática (2019) como una pista:

Los jóvenes estamos empezando a comprender su traición. Los ojos de todas las generaciones futuras están puestos en ustedes. Y si deciden fallarnos: nunca los perdonaremos. No dejaremos que se salgan con la suya. Aquí y ahora es donde trazamos la línea. El mundo está despertando. Y el cambio está llegando, les guste o no.

De vuelta al libro, Laura Sofía Rivero apunta en su propia reseña:

Comensal fragua los años venideros atendiendo a las carencias y también al absurdo presente en todos los tiempos, pero lo hace con una sutileza extraordinaria; narra sin exabruptos y sin exageraciones. Su perspicaz mirada de la cotidianidad nos da la sensación de que observa un mundo que ya existe.



Camille Corot, *La quema de Sodoma*, ca. 1847, óleo sobre tela ©

No podría estar más de acuerdo, pues otra de las virtudes del autor es mantener el ejercicio creativo un tanto contenido, sin llegar al grado esperpéntico que distingue a aquella otra comedia climática reciente: *Don't look up* (2021) de Adam McKay, una mega producción cinematográfica que pierde fuerza al llevar la farsa hasta un nivel de caricaturización tal que impide la identificación de la sociedad a la que busca sacudir. El reflejo que nos ofrece Comensal, en cambio, insta a la reflexión y al autoanálisis. Consigue con ello algo nada sencillo: hacer pensar por medio de risas con sazón divulgativa. Justo ahí es donde radica la importancia de obras como esta, ya que a través del espejo recubierto por el filtro de la estética nos plantea la posibilidad de zambullirnos en esa sesión de terapia existencialista a la que le sacamos la vuelta por falta de compromiso. En palabras del propio autor:

Ante la desconexión de la cultura urbana con la naturaleza, divulgar y celebrar la literatura y las artes que abordan lo silvestre puede ser una forma terapéutica de enfrentar la ansiedad producida por las crisis ambientales y un semillero de ideas para mejorar nuestra relación con la biosfera.

A manera de coda, habría que agregar que ni falta le hace la combustión física al zoológico de Chapultepec, pues en el año que corre, mismo que marca su siglo de existencia, los repetidos recortes presupuestales lo han asfixiado al grado de que ya no son solo las medicinas, sino directamente el agua, lo que se les priva a las fieras. Sin ir más lejos, en los cinco años que van de la presente administración han muerto 1505 animales en el recinto; más de los que se exponen en todo el lugar. Una paulatina reducción a cenizas sin la intervención de flamas. **U**

NUESTROS AUTORES



**Ángel
Arango**

(La Habana, 1926 - Miami, 2013) fue pionero de la ciencia ficción en Cuba. Autor de libros de cuentos como *¿Adónde van los cefalomos?* (1964) y *Robotomaquia* (1967), y de las novelas *Transparencia* (1982), *Coyuntura* (1984), *Sider* (1994) y *La columna bífida* (2011).



**Vladimir
Avila
Reese**

realizó el doctorado en el Instituto de Astronomía de la UNAM (IA-UNAM), donde es secretario académico. Es árbitro regular de las principales revistas de astronomía y astrofísica del mundo, y miembro de la Unión Astronómica Internacional y de la Academia Mexicana de Ciencias.



**Liliana
Colanzi**

(Santa Cruz, 1981) es una escritora, profesora, editora y periodista boliviana. Ha publicado los libros de cuentos *Vacaciones permanentes* (2010), *La ola* (2014), *Nuestro mundo muerto* (2016) y *Ustedes brillan en lo oscuro* (2022). Fue ganadora del premio de literatura Aura Estrada en 2015 y del Ribera del Duero en 2022.



**Andrés
Cota
Hiriart**

es zoólogo y escritor. Autor de *Faunologías* (2015), *Cabeza Ajena* (2017), *El ajolote* (2018) y *Fieras Familiares* (finalista del I Premio Libros del Asteroide, 2022). Coordina la Sociedad de Científicos Anónimos, conduce el podcast *Masaje Cerebral* y enseña literatura en ES_CINE.



**Elisa
Díaz
Castelo**

es poeta y traductora. Obtuvo el Premio Nacional de Poesía Alonso Vidal 2017 y el Aguascalientes en 2020. Su obra ha sido antologada en *Fuegos de dos fraguas* y *Voces Nuevas 2017*. En inglés, sus poemas han sido premiados por *Poetry International*, *Literal Latté* y *Tupelo Quaterly*. Ha sido becaria Fulbright, del FONCA y de la FLM.



**Christopher
Domínguez
Michael**

(CDMX, 1962) es crítico literario y miembro de El Colegio Nacional. Su libro más reciente es la traducción al italiano de su biografía de Octavio Paz (*Octavio Paz nel suo secolo. A cura e con una postfazione di Massimo Rizzante*, Mimesis, Milano, 2023).



**José
Edelstein**

(Buenos Aires, 1968) es físico teórico por la Universidad de Santiago de Compostela. Autor de los libros *Cuerdas y supercuerdas* (2016) y *Einstein para perplejos* (2018); fue premiado por la FECyT (España) y por el Ministerio de Ciencia (Argentina).



Julieta Fierro

es investigadora titular del IA-UNAM y profesora de la Facultad de Ciencias. Ocupa la Silla XXV de la Academia Mexicana de la Lengua y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores en el máximo nivel.



José Franco

es licenciado y doctor en física por la UNAM y la Universidad de Wisconsin-Madison. Dirigió el IA-UNAM, presidió la Academia Mexicana de Ciencias, encabezó la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM y coordinó el Foro Consultivo Científico y Tecnológico.



Gabriela Frías Villegas

es comunicadora de la ciencia, ensayista e investigadora del Programa Universitario de Derechos Humanos. En 2016 obtuvo el Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz de la UNAM. Es autora del libro *Sofía en el país del infinito*.



Jesús Galindo Trejo

es doctor en astrofísica teórica por la Ruhr Universität Bochum en la República Federal de Alemania. Actualmente es investigador titular en el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM. Su labor de investigación se centra principalmente en la arqueoastronomía del México prehispánico.



Santiago García

(Madrid, 1968) es guionista de cómics. Junto a Javier Olivares publicó *Las meninas* (2014). También es coautor de la novela gráfica *Yuna* (2015), junto con Juaco Vizúete, y de *Museomaquia* (2017), con dibujos de David Sánchez.



William H. Lee

es doctor en física por la Universidad de Wisconsin-Madison. Investiga fenómenos de acreción en objetos compactos, tales como estrellas de neutrones y agujeros negros, la producción de destellos de rayos gamma, entre otros.



**Antonio
Lazcano
Araujo**

es doctor en biología por la UNAM. Ha sido reconocido con el Premio Universidad Nacional, el premio Charles Darwin Distinguished Scientist Award y con tres doctorados honoris causa. Desde 2014 es miembro de El Colegio Nacional.



**Paige
Madison**

es egresada del Instituto de Orígenes Humanos de la Universidad Estatal de Arizona. Le interesan la historia de la paleoantropología, los neandertales, los australopithecus y el *Homo floresiensis*.



**Gustavo
Medina-Tanco**

es investigador del Departamento de Física de Altas Energías de la UNAM y responsable del Laboratorio de Instrumentación Espacial (LINX) y del proyecto COLMENA. Ganó el premio Chair of the Scientific Committee of the JEM-EUSO International Collaboration en 2010.



**Ana
Montiel**

(1981) es artista visual licenciada en bellas artes por la Universidad de Barcelona. Residió en Londres por cinco años previo a establecerse en México, donde vive actualmente. Su obra ha sido mostrada internacionalmente.



**Robin
Myers**

(Nueva York, 1987) es poeta, traductora y ensayista. Autora de los libros de poemas *Amalgama* y *Lo demás* (ambos de 2016), así como de *Tener* (2017). Su obra poética ha sido traducida enteramente al español y publicada en México, España y Argentina.



**Javier
Olivares**

(Madrid, 1964) es ilustrador e historietista. Se inició en la revista *Madriz* en los 80, y desde entonces ha combinado su trabajo en numerosos medios. Entre sus cómics más destacados se encuentran *La caja negra* (2001), *Cuentos de la estrella legumbre* (2005) y *Las crónicas de Ono y Hop* (2007).



**Philippe
Ollé-Laprune**

(París, 1962) es editor, escritor y promotor cultural. Dirigió la oficina del libro de la Embajada de Francia en México, y fue director-fundador de la Casa Refugio Citlaltépetl y de la revista *Líneas de fuga*. Actualmente coordina la red ICORN en América Latina y es locutor del programa radiofónico *Acentos* en Opus 94.



**Brenda
Ríos**

es autora, entre otros, de *Olvidar a nadie* (2023), *Hombres de verdad* (2022), *La luz artificial de las cosas* (2021), *Ensayo* (2020) y *Raras, ensayos sobre el amor, lo femenino, la voluntad creadora* (2019), considerado junto con *Hombres...* dentro de los mejores libros en su año de edición.



Luis Felipe Rodríguez Jorge

(Yucatán, 1948) es pionero de la radioastronomía en México. Ha obtenido numerosos reconocimientos como el Premio Nacional de Ciencias y Artes de 1993 y el Premio TWAS 1997. Ingresó a El Colegio Nacional en 2000.



Adrián Román

es cronista, guionista y poeta. Nació y creció al oriente de la ciudad, en Iztacalco. Ha publicado *Pinche paleta payaso* (2019), *La noche del Sandunga* (2019) y *La piedra de las galaxias* (2021). Tiene dos cockers negros.



Adalber Salas Hernández

es autor de libros como *Salvoconducto* (2017), *La ciencia de las despedidas* (2018) y *De ningún viaje se vuelve* (2019). Ha traducido a Marguerite Duras, Antonin Artaud, Charles Wright, Pascal Quignard, Mark Strand, Louise Glück, Anne Boyer, Frankétienne y Patrick Chamoiseau.



Joel Sánchez

es doctor en física y ciencias espaciales, además de astrofísico investigador del IA-UNAM. Participó en el estudio del sistema binario de estrellas masivas WR 140 descubierto por el telescopio espacial James Webb.



Sebastián Sánchez

(Extremadura, 1972) es físico por la Universidad de Salamanca. Trabajó en el Observatorio de Calar Alto y como investigador del departamento de ciencia del gobierno regional de Aragón e investigador asociado “Ramón y Cajal” en el Instituto de Astrofísica de Andalucía. Actualmente es investigador en el IA-UNAM.



Irene Solà

(Malla, 1990) es autora del libro de poemas *Bestia* (2012) y de las novelas *Los diques* (2018) y *Canto yo y la montaña baila* (2019). Por esta última recibió el premio Llibres Anagrama. Su libro más reciente es *Te di ojos y miraste las tinieblas*.



Valeria Villalobos-Guizar

(CDMX, 1994) estudió literatura latinoamericana en la Universidad Iberoamericana y periodismo y literatura argentina en la Universidad de Buenos Aires. Actualmente se dedica al periodismo cultural en diversas revistas especializadas.



Isabel Zapata

(CDMX, 1984) estudió ciencia política en el ITAM y la maestría en filosofía en The New School for Social Research, en Nueva York. Escribe, edita y traduce. En 2015 fundó, junto con cuatro amigos, Ediciones Antílope. Es autora de los libros *Una ballena es un país* (2019) e *In vitro* (2021).

Laboratorio de Iniciativas Culturales UNAM

Convocatoria

al 30 de
septiembre
de 2023

Encontrar escenarios de sostenibilidad

Creación artística
comunicación y gestión cultural

Bases
piso16.cultura.unam.mx



querpx
tejido

soy

ENUNCI