

UNIVERSIDAD DE MÉXICO

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO / AGOSTO-SEPTIEMBRE 1994 NÚM. 523-524

NUESTROS INFINITOS EL CONOCIMIENTO DEL UNIVERSO

TEXTOS DE
MANUEL PEIMBERT, MIRIAM PEÑA,
IKRAM ANTAKI, SILVIA TORRES,
ELSA CROSS, LUIS F. RODRÍGUEZ,
JOSÉ ALEJOS GARCÍA, ÉLFEGO RUIZ,
DEBORAH DULTZIN

PATRIMONIO UNIVERSITARIO

EDIFICIO DE LA RECTORÍA

Construido entre
1950 y 1952

Pertenece a la corriente internacional de los años cincuenta donde predomina la línea recta, el volumen cúbico y la pureza de forma. Con los murales, resulta un bello ejemplo de integración plástica y de identidad nacional.



Arquitectos Mario Pani, Enrique del Moral y Salvador Ortega Flores.

Cecilia Gutiérrez. Archivo Fotográfico IIE-UNAM



**UNIVERSIDAD
DE MÉXICO**
REVISTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Coordinación de Humanidades

Director: Alberto Dallal

Consejo Editorial: José Luis Ceceña, Alberto Dallal, Beatriz de la Fuente, Margo Glantz, Mario Melgar Adalid, León Olivé, Ruy Pérez Tamayo, Sergio Pitol, Arcadio Poveda, Vicente Quirarte, Luis Villoro, Miguel José Yacamán

Coordinador editorial: Octavio Ortiz Gómez

Corrección: Amira Candelaria Webster

Publicidad y relaciones públicas: Ana María Molina

Administración: Javier Martínez

Diseño y tipografía: Glypho, Taller de Gráfica, s.c.

Oficinas: Insurgentes Sur 3744, Talpan, México, D.F., C.P. 14000. Apartado Postal 70288, C.P. 04510, México, D.F.
Tel. 606 1391 y FAX 666 3749. Correspondencia de Segunda Clase. Registro dgc Núm. 061 1286. Características 2286611212

Impresión: Offset 70, S.A. de C.V., Víctor Hugo 99, Col. Portales, C.P. 03300

Precio del ejemplar: N\$10.00. Suscripción anual: N\$100.00 (US\$90.00 en el extranjero). Periodicidad mensual. Tiraje de cinco mil ejemplares.
Esta publicación no se hace responsable por textos no solicitados. Cada autor es responsable del contenido de su propio texto.

Certificado de Licitud de Título número 2801. Certificado de Licitud de Contenido número 1797. Reserva de uso exclusivo número 112-86

ÍNDICE

2

PRESENTACIÓN

3

MANUEL PEIMBERT SIERRA

EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL UNIVERSO

8

LOS QUE MIRAN...

9

MIRIAM PEÑA
MATERIA INTERSTELAR

13

IKRAM ANTAKI
DIÁLOGO SOBRE EL INFINITO

16

SILVIA TORRES DE PEIMBERT
LA VÍA LÁCTEA Y OTRAS GALAXIAS

23

ELSA CROSS
LA DANZA DE SHIVA Y LOS PROCESOS CÓSMICOS

27

LUIS F. RODRÍGUEZ
EL MISTERIO DE LOS DESTELLOS DE RAYOS GAMA

31

HERNÁN LAVÍN CERDA
LA LECHE DEL AMANECER

37

JAVIER SICILIA
ALEGRÍA POR EL CUERPO

38

JOSÉ ALEJOS GARCÍA
LA CREACIÓN DEL MUNDO Y LOS PRIMEROS HOMBRES
ENTRE LOS CH'OLES DE CHIAPAS

45

RICARDO POHLENZ
LO AZAROSO

50

ÉLFEGO RUIZ Y SILVIA TORRES DE PEIMBERT
HACIA UN NUEVO TELESCOPIO

54

DEBORAH DULTZIN
LOS ENIGMÁTICOS CUASARES

MISCELÁNEA

59

LEONARDO MARTÍNEZ CARRIZALES
LA IDENTIDAD GENERACIONAL DE JUAN VILLOORO

61

DANIEL GONZÁLEZ DUEÑAS
ALEXANDRO JODOROWSKI:
SALTAR HACIA LA CARNE PARA ENCONTRAR LO INMATERIAL

65

CARMEN GALINDO
RETRATOS HABLADOS DE NUESTROS AÑOS FELICES

67

COLABORADORES

Con frecuencia las ciencias y las humanidades se unen en un solo conocimiento de la realidad. Una de estas propicias oportunidades se presenta al tratar de descubrir y explicar, hacer luz sobre los misterios del Universo. No podría ser de otra manera. Entre las preocupaciones e interrogantes que han perseguido a la especie humana desde que tuvo conciencia de su ser se encuentran asuntos básicos como el origen del Universo y del ser humano; también ha inquietado a los científicos y pensadores qué hay después de la muerte, si hay un orden (o azar) que marca el movimiento de los astros, qué lugar ocupamos en el Universo, cuáles son las dimensiones y los límites del Cosmos. Basta con levantar la vista al infinito en una noche estrellada para comprender –quizás en una mezcla de asombro, ligera perturbación y arrobamiento– por qué sabios, locos, sacerdotes, poetas y filósofos han hecho del firmamento y sus enigmas una preocupación (¿obsesión?) profesional, literaria o existencial.

Durante mucho tiempo la mezcla del mito y la realidad, el miedo a lo desconocido, la vulnerabilidad de la especie ante la fuerza de la naturaleza, la fantasía, el anhelo de predecir y controlar los efectos del movimiento de los cuerpos celestes, señalaron y condujeron el rumbo de las observaciones y los estudios acerca del cielo. El hombre y la mujer modernos, representados en sus inicios singularmente por el matemático, el humanista, el explorador y el astrónomo, tuvieron que librar muchas batallas antes de lograr que imperara la razón y la ciencia como medios para tratar de comprender el infinito. Sin embargo, aun ganada la contienda, restaron y restan muchos misterios por resolver. Además, el embelesamiento y la imaginación rebosantes aparecen con frecuencia cuando hombres y mujeres aprecian el firmamento; también aflora todavía la reflexión ontológica y aun la angustia existencial. Es ahí donde el verso, la leyenda o la filosofía ancestrales, los productos de las antiguas culturas, a pesar de los indudables avances de la ciencia y la tecnología, mantienen su peculiar atractivo. El poema es una forma de conocimiento y de verdad; las ciencias –de la misma manera que la leyenda y la mitología–, además de constituir un registro de cómo la humanidad ha interpretado el Cosmos (y mostrar qué tanto se conoce de nuestros infinitos), son un medio para explicar(nos) cómo somos y hemos sido. (O. O. G.) ■

EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL UNIVERSO

I. INTRODUCCIÓN

Los astrónomos queremos conocer y explicar todo lo que existe, existió y existirá en el Universo.

En estas páginas me referiré someramente al problema de la evolución de la composición química del Universo. Los seis elementos más abundantes en la mayoría de los objetos del Universo son el hidrógeno, el helio, el oxígeno, el carbono, el neón y el nitrógeno. La composición química de los objetos en el Universo observable ha sido uno de los temas principales a los que me he dedicado a lo largo de mi carrera. En una primera aproximación se puede decir que todos los elementos de la tabla periódica se encuentran presentes en estrellas, galaxias y nubes de materia interestelar; sin embargo, si se hacen observaciones de gran precisión y si se utilizan parámetros atómicos de alta calidad se encuentran diferencias que indican que la composición química del Universo no es uniforme. A partir de estas diferencias surgen las siguientes preguntas: ¿dónde se originan los átomos?, ¿por qué existen diferencias en la composición química entre los objetos que pueblan el Universo?

Los átomos, incluyendo los que conforman a los seres humanos, se constituyeron durante los primeros cuatro minutos de evolución del Universo observable y en el interior de las estrellas.

Expondré brevemente los procesos de formación de los átomos, los resultados que hemos obtenido al respecto en México y algunas implicaciones de estos resultados. A partir de la composición química observada en diversos objetos es posible poner a prueba los modelos de evolución estelar, evolución química de las galaxias y evolución del Universo.

II. LA GRAN EXPLOSIÓN

Existen tres pilares en los que descansa la teoría de la gran explosión. El primero es la expansión del Univer-

so; el segundo, la radiación de fondo, y el tercero, la abundancia de los elementos ligeros.

1. *Expansión del Universo*

Desde los años treinta, Hubble descubrió que las líneas espectrales de la gran mayoría de las galaxias aparecen corridas hacia el rojo, y que el corrimiento es mayor entre más alejada de nosotros se encuentre la galaxia. Las observaciones que se han acumulado durante los últimos sesenta años indican que el corrimiento hacia el rojo se puede explicar por medio del efecto Doppler. Esta interpretación implica que la mayoría de las galaxias se está alejando de la nuestra y que las más distantes se alejan más rápidamente.

Se puede demostrar que nuestra galaxia no es el centro de la expansión y que desde otra galaxia observaríamos más o menos lo mismo. Una analogía en dos dimensiones sería la de un globo, con puntos en su superficie, que se esté inflando; cada punto representaría una galaxia y desde cualquier punto observaríamos alejarse a los demás; esto es, no habría un punto privilegiado.

Si las galaxias se alejan unas de otras, entonces se deduce que en el pasado estuvieron más cercanas entre sí, e incluso que hubo un momento en que todo el material del Universo observable se encontraba comprimido a grandes densidades y con muy altas temperaturas. En ese momento se produjo la gran explosión.

2. *Radiación de fondo*

Un segundo después de que empezó la expansión, la temperatura del Universo era del orden de diez mil millones de grados Kelvin y la densidad del orden de cien mil gramos por centímetro cúbico. El Universo estaría formado por fotones, neutrinos, positrones, electrones, protones y neutrones. Al expandirse, el Universo se enfría y la radiación electromagnética pro-



Nebulosa planetaria del Anillo en la constelación de Lira. Las nebulosas planetarias son envolturas gaseosas expulsadas por una estrella central que se encuentra en la etapa de transición entre gigante roja y enana blanca.

ducida por los fotones disminuye, ya que depende de la temperatura.

Cuando el Universo observable tenía una edad de trescientos mil años y una temperatura de tres mil grados Kelvin, aproximadamente, los electrones y los protones se combinaron por primera vez formando átomos de hidrógeno neutro. En ese tiempo el Universo se volvió transparente, lo que implica que la inmensa mayoría de los fotones empezó a viajar libremente sin interactuar con la materia. A la temperatura antes señalada el campo de radiación era similar al de una estrella de color rojo; el Universo se veía rojo en todas direcciones. Desde entonces el Universo se ha expandido por un factor de 1000 y, consecuentemente, la temperatura de la radiación ha disminuido por un factor de 1000, alcanzando un valor cercano a los tres grados Kelvin; la mayor parte de esta radiación se encuentra en la región de ondas de radio del espectro electromagnético. Esta radiación, que se conoce con el nombre de *radiación de fondo*, fue descubierta en 1965 por Penzias y Wilson y los llevó a obtener el premio Nobel en 1978. La radiación de fondo es la señal electromagnética más vieja que recibimos del Universo y se origina a distancias mayores que las de las galaxias y cuasares más lejanos.

3. Formación de los elementos ligeros

El tercer pilar en favor de la teoría de la gran explosión nos lleva de regreso a los primeros minutos de la expansión. Cuando la temperatura era del orden de diez mil millones de grados Kelvin las reacciones nucleares producían átomos de deuterio a partir de neutrones y protones pero también los destruían y por lo tanto no era posible formar elementos más pesados. Al disminuir la temperatura del Universo, el deuterio se volvió estable y fue posible, a partir de reacciones nucleares de deuterio

con protones, formar partículas de helio tres. Éste es un isótopo del helio con dos protones y un neutrón. Finalmente, de un átomo de helio tres y un átomo de deuterio es posible producir un átomo de helio cuatro, el cual está formado por dos neutrones y dos protones. La mayoría de los átomos de helio del Universo son de helio cuatro. Una vez que se formó el helio cuatro la temperatura y la densidad del Universo disminuyeron y ya no fue posible que se realizaran reacciones nucleares para formar elementos más pesados. A los cuatro minutos del inicio de la expansión la temperatura disminuyó a unos ochocientos millones de grados Kelvin y las reacciones nucleares se suspendieron. A partir de este momento la composición química se mantuvo constante, formada fundamentalmente por átomos de hidrógeno y helio y por pequeñas cantidades de deuterio y litio. La composición química no volverá a modificarse sino hasta que se constituyan las galaxias y las estrellas, lo cual sucederá alrededor de dos mil millones de años después.

La abundancia relativa de hidrógeno y de helio, producida durante los cuatro primeros minutos después de la gran explosión, dependió fundamentalmente de dos parámetros: del número de familias de neutrinos y de la densidad bariónica del Universo en ese momento. A mayor densidad del Universo las reacciones nucleares ocurren un poco antes, cuando la cantidad de neutrones por unidad de masa es mayor, y ya que la producción de helio depende de la cantidad de neutrones, a mayor densidad mayor producción de helio. Igualmente, a mayor número de familias de neutrinos mayor densidad y, consecuentemente, mayor producción de helio.

Las galaxias se forman con aproximadamente un 23% de helio y un 77% de hidrógeno por unidad de masa, y prácticamente sin elementos más pesados. En las galaxias se originan estrellas con masas desde un décimo de masa solar hasta aproximadamente cien masas solares. La evolución de cada estrella dependerá de su masa y de si se trata de una estrella aislada o si pertenece a un sistema binario; al evolucionar, las estrellas enriquecen con elementos pesados el medio interestelar.

III. SUPERNOVAS

Ocurren explosiones de supernova de tipo II cuando las estrellas con masas ocho veces mayores que la del Sol desarrollan un núcleo de hierro y alcanzan temperaturas superiores a cinco mil millones de grados Kelvin en el núcleo. Bajo estas condiciones, el hierro 56 se puede fotodesintegrar produciendo 13 partículas de helio y cuatro neutrones. A diferencia de las reacciones nucleares de los elementos más ligeros que el hierro que son exoenergéticas, las de este elemento son endoenergéticas y en lugar de aumentar la energía in-

terna de la estrella la reducen produciéndose un colapso violento de la parte central. El colapso gravitacional ocurre en muy poco tiempo y libera una gran cantidad de energía que, a su vez, genera una onda de choque que se propaga hacia el exterior produciendo reacciones nucleares y elementos pesados en las capas externas. Los elementos pesados así producidos son expulsados al medio interestelar. En el centro de la estrella los núcleos atómicos se desintegran y las partículas de éstos se convierten en neutrones que forman lo que se denomina una estrella de neutrones. La densidad de las estrellas de neutrones es de 1000 millones de toneladas por centímetro cúbico.

Es posible que muchas supernovas de tipo II produzcan agujeros negros que atrapen a los elementos pesados producidos en las reacciones nucleares. No se sabe cuál es la fracción de estrellas masivas que termina su vida como estrellas de neutrones ni la fracción que termina como agujeros negros. La mayor parte de los elementos pesados como el oxígeno, neón, magnesio, sodio y aluminio se produce en supernovas de tipo II.

Una supernova de tipo Ia se genera en una estrella enana blanca que forma parte de un sistema binario y que tiene una masa inferior a 1.4 masas solares, el límite de Chandrasekhar. Cuando esta enana blanca captura masa de su compañera y se acerca al límite de Chandrasekhar se genera una inestabilidad termonuclear en su interior, responsable de la explosión de la supernova. Las supernovas de tipo Ia producen la mayor parte de elementos como el hierro, el manganeso y el cromo. La densidad de las enanas blancas es mucho menor que la de las estrellas de neutrones ya que sólo alcanza el valor de una tonelada por centímetro cúbico.

IV. NEBULOSAS PLANETARIAS

Las nebulosas planetarias son nubes de gas lanzadas al medio interestelar por estrellas que tuvieron masas de entre una y ocho masas solares cuando se formaron y que se encuentran en transición entre la etapa de gigantes rojas y la etapa de enanas blancas. De acuerdo con Chandrasekhar, las enanas blancas deben de tener menos de 1.4 masas solares; la gran mayoría de ellas tiene entre 0.5 y 0.7 masas solares. La diferencia entre la masa que tienen las estrellas al formarse y la masa que presentan al llegar a la etapa de enanas blancas se debe a que pierden parte de esta masa en forma de vientos estelares y de envoltentes de gas, envoltentes que reciben el nombre de nebulosas planetarias. Éstas enriquecen el medio interestelar con carbono, nitrógeno y helio.

El Universo, durante los primeros cuatro minutos después de la gran explosión, y las estrellas son los al-

quimistas que han transformado los elementos ligeros en elementos pesados. En nuestros árboles genealógicos debemos incluir nebulosas planetarias y supernovas ya que han sido las responsables de la producción de los elementos pesados que forman nuestros organismos.

V. REGIONES H II

Las regiones H II son conglomerados de gas y polvo donde se están formando estrellas; las estrellas masivas recién constituidas tienen temperaturas suficientemente altas como para ionizar átomos de hidrógeno. Se les llama regiones H II porque casi todo el gas está formado por hidrógeno ionizado. La composición química de estas regiones es el resultado de la acumulación de elementos pesados debida a todos los procesos que a lo largo del tiempo han enriquecido el medio interestelar.

Las regiones H II son muy luminosas y es posible estudiarlas en detalle, ya sea que se encuentren en nuestra galaxia o en galaxias a centenas de millones de años luz de distancia. A partir del estudio de su espectro electromagnético es posible determinar sus condiciones físicas y, en particular, su composición química. Por otro lado, la determinación de la composición química de estrellas aisladas solamente se puede realizar en el caso de objetos de nuestra galaxia y de las galaxias más cercanas; a esto se debe que la mayoría de los resultados sobre la evolución química de las galaxias se haya obtenido a partir del estudio de las regiones H II.

VI. COMPARACIÓN DE LAS OBSERVACIONES CON LOS MODELOS

Para determinar la composición química de las regiones H II, las nebulosas planetarias y los remanentes de supernova es necesario medir con gran precisión el cociente



Nebulosa de la Laguna en la constelación de Sagitario. Se trata de una región de formación estelar. En el medio interestelar el hidrógeno se encuentra ionizado y por lo tanto a este tipo de objetos se les llama regiones H II.

de intensidades de líneas de emisión producidas por distintos elementos; además, es necesario conocer los parámetros atómicos que nos indican cuál es la probabilidad de que un átomo emita un fotón que corresponda a la línea de emisión medida. La probabilidad de emisión de un fotón también depende de la temperatura y densidad electrónicas del gas que produce la emisión; la temperatura y la densidad se obtienen a partir de mediciones muy precisas de cocientes de líneas de emisión del mismo elemento. Una vez que se determinan las composiciones químicas por medios observacionales es posible compararlas con modelos teóricos. A continuación mencionaré algunos resultados que hemos obtenido a partir de dichas comparaciones.

1. Evolución estelar

Los modelos referentes a estrellas con masas de entre una y ocho masas solares predicen cuál debe ser la composición química durante toda la evolución de estos cuerpos celestes y cómo se va modificando debido a las reacciones nucleares que ocurren en su interior. En particular, predicen cuál debe ser la composición química de las capas exteriores que son expulsadas al medio interestelar como nebulosas planetarias. Esta predicción de los modelos puede compararse con la composición química de las nebulosas planetarias determinada a partir de observaciones. Hemos encontrado tres inconsistencias: los cocientes observados de carbono a hidrógeno, de helio a hidrógeno y de nitrógeno a oxígeno son mayores que los predichos por la teoría de la evolución estelar. Estos resultados indican que los modelos tienen que mejorarse tomando en cuenta distintos valores para la tasa de pérdida de masa por vientos estelares y para el cociente de longitud de mezcla convectiva sobre la escala de presión; estos dos parámetros pueden depender de la edad y de la cantidad de elementos pesados de la estrella. En los modelos se ha supuesto que estos parámetros no varían con el tiempo y no se ha he-



Galaxia M74 en Piscis.

cho una exploración exhaustiva de su posible variación respecto a la composición química inicial.

En 1971 Sidney van den Bergh y yo estudiamos el remanente de supernova llamado Casiopea A y encontramos que sí está enriqueciendo el medio interestelar con elementos pesados de acuerdo con la teoría para supernovas de tipo II. Los remanentes de supernova muy viejos, con edades de miles de años, han barrido el medio interestelar y los elementos pesados producidos por la supernova se han mezclado con gas que no ha sido contaminado; al diluirse los elementos pesados no es posible verificar las predicciones de los modelos. Casiopea A tiene una edad del orden de trescientos años y el gas expulsado por la supernova todavía no ha sido diluido por el gas del medio interestelar.

A partir de observaciones de regiones H II hemos encontrado que el efecto integrado del enriquecimiento del medio interestelar debido a nebulosas planetarias y a supernovas es tal, que por cada gramo de elementos pesados se producen tres gramos de helio. La teoría predice que debe formarse un gramo de helio por cada gramo de elementos pesados, una discrepancia de un factor de tres con las observaciones. Hay cuando menos dos posibles soluciones a esta discrepancia: o los modelos de evolución estelar todavía necesitan mejorarse, o aproximadamente dos terceras partes de las estrellas con masas mayores a ocho masas solares generan agujeros negros que atrapan a los elementos pesados en su interior y les impiden enriquecer el medio interestelar. Para explicar esta contradicción Maeder y Mallik han sugerido que todas las estrellas con masas superiores a veinticinco masas solares producen un agujero negro que atrapa a los elementos pesados. Todavía no se han elaborado modelos de evolución estelar que demuestren cuantitativamente esta sugerencia.

2. Evolución de galaxias

Lequeux, Fierro, Serrano, Torres y yo encontramos en 1979 una correlación entre la masa de las galaxias y la fracción de elementos pesados en las regiones H II. Este resultado es una restricción a la evolución química de las galaxias y tiene tres posibles explicaciones: a) la eficiencia con la cual una generación de estrellas produce elementos pesados es mayor al aumentar la abundancia de elementos pesados con la que se forman las estrellas, b) la tasa de captura de material intergaláctico dividida entre la tasa de formación de estrellas disminuye al aumentar la masa de la galaxia, y c) la tasa de pérdida de masa hacia el medio intergaláctico entre la tasa de formación de estrellas disminuye al aumentar la masa de la galaxia. Estas tres posibilidades se encuentran todavía en estudio para decidir cuál de ellas es la principal.

Un grupo de investigadores formado, entre otros, por Dufour, Torres y yo, basado en observaciones obtenidas con el satélite ultravioleta internacional y con el telescopio espacial Hubble, ha encontrado que el cociente de carbono a oxígeno aumenta con el cociente de oxígeno a hidrógeno. Hay dos posibles explicaciones para este resultado: a) cada generación de estrellas enriquece el medio interestelar primero en oxígeno y después en carbono, o b) las generaciones de estrellas que se forman con un mayor cociente de oxígeno a hidrógeno son más eficientes para producir carbono.

3. Cosmología

Al determinar la abundancia de helio en galaxias con distinto contenido de elementos pesados Silvia Torres y yo, en 1974 y 1976, encontramos que a mayor cantidad de elementos pesados mayor cantidad de helio. Al extrapolar estos resultados al caso de objetos sin elementos pesados hallamos que cuando las galaxias se formaron tenían un 23% de su masa en forma de helio y un 77% de su masa en forma de hidrógeno. Al valor del 23% de helio se le denomina *helio pregaláctico* o helio primordial. Este resultado es el mismo para galaxias que se encuentran separadas entre sí por cientos de millones de años luz, lo cual quiere decir que se requiere un proceso muy general que sea responsable de la producción del helio pregaláctico. Esta observación cumple con las predicciones del modelo de la gran explosión y por lo tanto lo sustenta.

Al comparar el valor observado del helio pregaláctico con los cálculos teóricos de la producción de helio durante los primeros cuatro minutos después de la gran explosión, realizados por Steigman, Schramm y Gunn en 1977, se encuentra que existen únicamente tres familias de neutrinos ya que si existiesen más familias se produciría más helio; aproximadamente un 1% más de helio por familia de neutrinos. Esta predicción del número de familias de neutrinos hecha por la cosmología fue comprobada en 1990 cuando gracias a los aceleradores de Stanford y del centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) se encontró que la tasa de decaimiento de la partícula Z implica que nada más hay tres familias de neutrinos ligeros. Este resultado establece una conexión muy importante entre la cosmología y la física de las partículas elementales.

Para determinar en qué tipo de Universo vivimos y predecir su futuro, es necesario conocer la densidad del Universo en un volumen lo suficientemente grande para que sea representativa.

Se puede definir una densidad crítica que corresponde a un Universo plano o euclidiano. Si la densidad del Universo fuese igual a la crítica, la velocidad de expansión de éste tendería a cero cuando su edad tendiese



Galaxia peculiar en la constelación de Centauro.

a infinito, esto es, la masa del Universo produciría el campo gravitacional necesario para frenar la expansión en un tiempo infinito.

Si la densidad fuese mayor que la densidad crítica, el campo gravitacional sería capaz de frenar la expansión y en el futuro el Universo se hallaría en contracción. Viviríamos en lo que se denomina un Universo cerrado.

Si la densidad del Universo es menor que la crítica, el campo gravitacional no sería suficiente para detener la expansión y viviríamos en un Universo abierto que estaría siempre en expansión.

Comparando los valores del helio, el deuterio y el litio pregalácticos con los cálculos teóricos de los primeros cuatro minutos posteriores a la gran explosión se encuentra que la masa bariónica (esto es, la constituida por la suma de las masas de todos los átomos presentes) del Universo es nada más del 5 al 10% de la masa crítica del Universo. Este resultado implica que si el Universo está formado únicamente por bariones, entonces es abierto, estará siempre en expansión.

Se está tratando de determinar la densidad del Universo por métodos directos. La materia luminosa cuando mucho es responsable del 2 o 3% de la masa crítica, sin embargo hay estimaciones que indican que la masa en materia oscura es cuando menos diez veces mayor que la masa en materia luminosa; no se sabe de qué está hecha la materia oscura ni cuánta hay. Los cosmólogos teóricos basados en la teoría del Universo inflacionario favorecen la idea de que vivimos en un Universo euclidiano. Si esto se demuestra habría dos posibilidades: a) la abundancia del helio pregaláctico implicaría que del 90 al 95% de la masa del Universo no es bariónica, por lo tanto la mayor parte de su masa debería estar formada por neutrinos, axiones u otro tipo de partícula elemental, o b) hay que modificar el modelo estándar de la gran explosión.

Seguramente dentro de algunos años tendremos observaciones más precisas y teorías más elaboradas, lo que nos llevará a una visión distinta y más completa del Universo y ciertamente a nuevas preguntas. ■

LOS QUE MIRAN...*

Los que miran, los que se afanan con
el curso y el proceder ordenado del cielo,
cómo se divide la noche.

Los que están mirando [leyendo],
los que cuentan [o refieren lo que leen]
los que despliegan [las hojas de] los libros,
la tinta negra, la tinta roja,
los que tienen a su cargo las pinturas.

Ellos nos llevan,
nos guían, dicen el camino.

Los que ordenan
cómo cae el año,
cómo siguen su camino la cuenta de los destinos y los días,
y cada una de las veintenas,

De esto se ocupan,
de ellos es el encargo, la encomienda,
su carga: la palabra divina.

*Informantes de fray Bernardino de Sahagún: *Libro de los Colloquios*, siglo XVI. Versión de Miguel León-Portilla.

MATERIA INTERESTELAR

1. ¿QUÉ ES LA MATERIA INTERESTELAR?

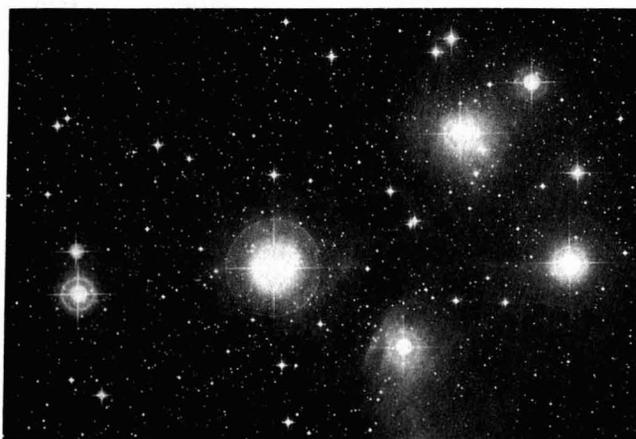
Acostumbramos pensar que el espacio que separa las estrellas de nuestra galaxia está vacío. Las películas y novelas de ciencia-ficción relatan a menudo la terrible historia del pobre astronauta que, separado de su nave espacial y perdido en el espacio, muere a consecuencia del horroroso vacío a su alrededor. Esto nos ha llevado a creer que no hay nada en el espacio interestelar. Sin embargo, desde hace mucho tiempo es conocida la existencia de nubes difusas que se ven brillar en ciertas partes de la Vía Láctea y, más recientemente, los astrónomos han constatado la presencia de materia interestelar muy tenue que llena los enormes espacios entre las estrellas. Esta materia se encuentra en todas partes y está constituida de gas y pequeñas partículas sólidas que reciben el nombre de *polvo*. La composición química del gas es muy similar a la del resto de los objetos celestes: 90% de hidrógeno, 9% de helio y 1% de elementos pesados como carbono, oxígeno, nitrógeno, neón, azufre, hierro, etcétera, en tanto que las pequeñas partículas de polvo parecen estar compuestas de silicatos, grafitos y otros materiales sólidos como el hielo.

La manera en que ha sido detectada la materia interestelar se debe a que, aunque escasa y tenue, acumulada a todo lo largo del trayecto que nos separa de las estrellas, logra producir ciertos efectos sobre la luz proveniente de ellas. El gas y el polvo son capaces de absorber parte de la luz de las estrellas haciendo que las veamos más débiles, e incluso, puesto que la absorción afecta preferentemente a la luz azul, más rojas de lo que en realidad son. Estos dos procesos se conocen como la *extinción* y el *enrojecimiento* de la luz de las estrellas y sólo han sido plenamente conocidos y estudiados desde principios de este siglo.

El gas y el polvo de nuestra galaxia se encuentran distribuidos de manera poco uniforme. Preferentemente, la materia interestelar está localizada en el plano o disco de la Vía Láctea y muy asociada a los brazos

espirales; hay poco gas y polvo fuera del plano y esto mismo ocurre en todas las galaxias con disco y brazos espirales como la nuestra. Grandes nubes de materia interestelar densa y fría se detectan fácilmente en el disco galáctico. Éstos son los objetos más grandes de nuestra galaxia ya que su tamaño puede llegar a ser de varios años luz y su masa de más de miles de veces la masa del Sol. Los astrónomos detectan fácilmente las nubes de gas y polvo porque se observan como nebulosidades brillantes en las fotografías del cielo; sin embargo a veces aparecen como grandes zonas oscuras en el espacio interestelar, que impiden completamente el paso de la luz de las estrellas que se encuentran más atrás. Cuando las nubes se ven brillantes, es porque se encuentran en las cercanías de alguna fuente de energía (por lo general estrellas) que ilumina y calienta el gas a su alrededor.

La materia interestelar es, por lo general, muy tenue, con una densidad promedio de menos de una partícula por cada centímetro cúbico. Aun en el caso de las nubes oscuras muy densas, la densidad del gas llega a ser apenas de un millón de partículas por centímetro cúbico; un millón parece mucho pero si comparamos esto con la



Cúmulo estelar de las Pléyades. Las estrellas están rodeadas de gas y polvo que reflejan su brillo (Fig. 1).

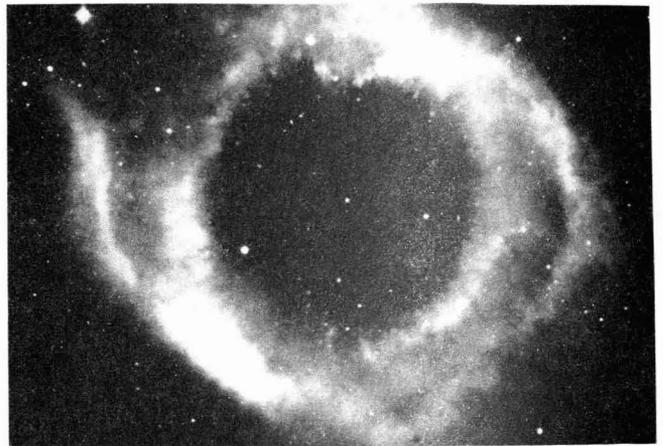
densidad de la atmósfera terrestre, a presión y temperatura normales, que es de diez trillones de partículas por centímetro cúbico, nos damos cuenta de que estas nubes son, en realidad, apenas un tenue gas, casi un "vacío". De hecho este "vacío" es más perfecto que el que se consigue en los más modernos laboratorios terrestres. Sin embargo, esta materia tenue que, como ya vimos, puede acumularse en nubes de cientos o miles de masas solares, tiene gran importancia en la vida y evolución de las estrellas y de la galaxia misma, pues constituye la base a partir de la cual se forman nuevas generaciones de estrellas en las galaxias. A continuación, veamos con detalle las condiciones físicas de este medio.

2. NEBULOSAS BRILLANTES

2.1. Regiones H II y formación de estrellas masivas

Cuando la nube de materia interestelar se encuentra cerca de una estrella, que es fuente de luz y calor, ésta ilumina al gas y al polvo, por lo que la detectamos como una nebulosa brillante. Su brillo se debe a que simplemente está reflejando la luz de la estrella, de la misma manera que los planetas y la Luna reflejan la luz solar. Nebulosas como ésta se conocen como *nebulosas de reflexión* y hay numerosos ejemplos de nebulosidades brillantes en nuestra galaxia. Por ejemplo, al mirar con detalle una fotografía del cúmulo estelar llamado las Pléyades (Fig. 1), se aprecia cómo los cuerpos celestes que lo conforman parecen envueltos en tenues nebulosidades brillantes; esto no es más que gas y polvo alrededor de las estrellas, iluminadas por éstas.

En ocasiones, el cuerpo celeste que ilumina el gas y el polvo puede ser una estrella joven muy caliente, con una temperatura en su superficie de más de veinticinco mil grados Kelvin (recordemos que el Sol tiene 6000 grados Kelvin de temperatura superficial). En este caso, la radiación de la estrella tiene mucha energía y los fotones ultraenergéticos que la constituyen son capaces de ionizar los átomos de gas en la nube. Esto quiere decir que los átomos, que son fundamentalmente de hidrógeno, pierden su electrón quedando separados los protones y los electrones. Estas regiones donde el gas está ionizado se conocen como *regiones H II* y su estudio tiene gran importancia pues permite determinar las condiciones físicas y la composición química del medio interestelar, así como inferir algunos datos de las estrellas que lo ionizan. La Nebulosa de Orión, que puede observarse por medio de unos binoculares en la estrella central de la Daga de Orión, es un ejemplo de una de estas regiones; los cuerpos celestes que iluminan y ionizan la región son cuatro estrellas calientes que forman el llamado Trapecio de Orión (ver Fig. 2, pág. 33).



Nebulosa planetaria de la Hélice (Fig. 3).

Hay muchas regiones H II en nuestra galaxia, algunas de las cuales están siendo ionizadas por un conjunto grande de estrellas. Las más famosas, por lo espectacular de su apariencia, tienen nombres propios como Nebulosa de Trífida, Nebulosa de la Rosette o Nebulosa de Norteamérica. También se detectan regiones H II en numerosas galaxias vecinas, como las Nubes de Magallanes. En la Nube Mayor de Magallanes se ha encontrado una región H II gigante conocida como la Nebulosa de la Tarántula, que está siendo ionizada por un cúmulo estelar compuesto por un centenar de estrellas jóvenes muy calientes, cuyas edades son de unos cuantos millones de años. En las galaxias espirales se encuentran también regiones H II gigantes que se localizan fácilmente en los brazos espirales y, de hecho, los están delineando. Los casos más extremos de regiones H II gigantes son las llamadas Galaxias H II, galaxias pequeñas donde se observa que una fracción considerable de cada una de ellas está involucrada en el proceso de formación estelar pues se están generando varios miles de estrellas masivas y calientes simultáneamente. La gran importancia de estudiar estas regiones deriva del hecho de que son zonas de las galaxias donde se han formado estrellas muy recientemente; sabemos que las estrellas que son capaces de ionizar la región tienen corta vida y sólo duran unos pocos millones de años. Las nubes de gas localizadas, calentadas y ionizadas por las estrellas recién constituidas, representan la materia sobrante de la formación estelar. Los astrónomos han encontrado que en las cercanías de muchas de las regiones H II estudiadas se están aún formando estrellas.

2.2. Nebulosas planetarias

Un tipo totalmente distinto de nubes de gas ionizado por estrellas calientes lo constituyen las *nebulosas planetarias*. En este caso, encontramos una nube de gas que está rodeando a una estrella muy vieja. Ésta, que origi-

nalmente fue un cuerpo celeste como el Sol en cuanto a tamaño y temperatura, ya se encuentra en las fases finales de su vida. Recordemos que una estrella del tamaño del Sol evoluciona lentamente y, cuando se agota en su núcleo el hidrógeno que le sirve de combustible, se transforma en una enorme *gigante roja* externamente fría que, más adelante, evolucionará a una estrella del tipo *enana blanca*. En la fase final del periodo de gigante roja, la estrella eyecta, de manera no-violenta, las capas externas de su atmósfera, quedando al descubierto su interior más caliente. El gas eyectado se va alejando de la estrella progenitora a baja velocidad a medida que recibe su luz y calor. Este gas, así calentado y ionizado, se presenta ante el observador como una nebulosa brillante que rodea al astro central. Un ejemplo de este tipo de objeto celeste se muestra en la figura 3 donde se presenta la nebulosa planetaria llamada Nebulosa de la Hélice.

Se conocen varios miles de nebulosas planetarias en nuestra galaxia y muchas se han detectado en galaxias vecinas. El estudio de estos objetos nos permite entender con mayor detalle las fases evolutivas finales de las estrellas de masa baja e intermedia, así como analizar los efectos que éstas producen en la evolución del medio interestelar y de la galaxia misma. Por ejemplo, los astrónomos que estudian las nebulosas planetarias han descubierto que el gas, expulsado por las estrellas en las fases avanzadas de evolución, está ligeramente contaminado por elementos pesados "cocinados" en el interior de la estrella a partir de hidrógeno. Es decir, el gas contiene un poco más de helio, carbono y nitrógeno de lo que había originalmente al formarse la estrella y, al ser eyectado, irá a mezclarse con el medio interestelar, enriqueciéndolo con elementos pesados.

2.3. Remanentes de supernova o la muerte de las estrellas masivas

Existen nebulosas brillantes y ionizadas, constituidas por gas del medio interestelar que ha sido "chocado" por el material arrojado violentamente durante la explosión de una supernova. Pero ¿qué es una supernova? Ya hemos visto que cuando una estrella del tamaño del Sol agota el combustible en su núcleo, se desprende "pacíficamente" de un poco de su masa y así logra terminar su evolución tranquilamente llegando a ser una estrella enana blanca. Por otra parte, cuando una estrella masiva, mucho mayor que el Sol, llega al final de su evolución, explota arrojando violentamente al medio interestelar sus capas externas a una velocidad de miles de kilómetros por segundo. Durante unos días el astro agonizante alcanza un brillo extraordinario y puede llegar a observarse como uno de los cuerpos celestes más

brillantes del cielo. Los astrónomos de la antigüedad, al observar este fenómeno, pensaban que se trataba del nacimiento de una nueva estrella, de ahí que las hayan llamado *novas* o *supernovas*; hoy sabemos que se trata de la muerte violenta de una estrella masiva, cuyos restos constituirán un *pulsar* o un *agujero negro*. El gas expulsado por este cuerpo celeste acarrea una enorme cantidad de energía y avanza barriendo y ionizando el medio interestelar que encuentra a su paso. Actualmente se piensa que los elementos más pesados que el hierro, que encontramos en el Universo, en la Tierra y en nosotros mismos, fueron originados en estas violentas explosiones y así es como siguen siendo producidos. El lugar de la galaxia en donde ocurra una de estas violentas explosiones quedará muy alterado por los efectos de la explosión, pues ahí el material del medio interestelar será barrido y acumulado dando forma a inmensos cascarones de gas caliente que se expandirán a alta velocidad durante miles de años. Una de las remanentes de supernova más conocidas es la Nebulosa del Cangrejo (Fig. 4), cuya explosión fue reportada por astrónomos chinos en el año 1052 de nuestra era. Se dijo que la estrella llegó a ser tan brillante que se veía en el día. El caso más recientemente reportado de una explosión de supernova, perceptible a simple vista, ocurrió en 1987 en la Nube Grande de Magallanes, que es una pequeña galaxia satélite de la Vía Láctea, localizada a unos ciento cincuenta mil años luz de distancia.

3. LAS GRANDES Y FRÍAS NUBES MOLECULARES: SEMILLEROS DE ESTRELLAS

Las zonas donde el gas y el polvo interestelar están fríos y se acumulan en la galaxia se detectan en las fotografías del cielo como grandes nubes oscuras. En estas nubes, la materia se encuentra a temperaturas de entre 10 y 20 grados Kelvin, que corresponden a entre 250 y 260 grados Celsius bajo cero. A estas bajísimas temperaturas los átomos gaseosos se unen formando moléculas; por esta razón, las nubes que se forman reciben el nombre de *nubes moleculares*. Dado que el hidrógeno es el mayor constituyente del gas del medio interestelar, resulta natural que el principal componente de las nubes moleculares lo sean las moléculas de hidrógeno, H_2 . Sin embargo, existen otros muchos tipos de moléculas presentes en estas nubes; hasta el momento se han detectado alrededor de cincuenta, algunas de las cuales son: CO (monóxido de carbono), CH (metilidina), CN (cianógeno), NH_3 (amoníaco), SiO (monóxido de silicio), H_2O (agua) y muchas más. La mayor parte de ellas ha sido descubierta en el medio interestelar mediante técnicas de radioastronomía, ya que el gas molecular a estas temperaturas emite radiación preferentemente en frecuencias de radio.

Se sabe que en las nubes moleculares, junto con el gas, también se acumula mucho *polvo* que absorbe la radiación de las estrellas y es el responsable de que estas zonas se vean oscuras al no dejar pasar la luz. Este polvo está constituido por pequeñas partículas sólidas de grafitos o silicatos. Por su tamaño y composición serían similares al polvo de gis o arenas muy finas. La cantidad de granos de polvo que se encuentra no es muy grande, sólo uno por cada 10 mil átomos de gas pero es suficiente para que llegue a oscurecer totalmente algunas zonas del cielo. Un conocido ejemplo de estas nubes moleculares oscuras es la Nebulosa de la Cabeza de Caballo (ver Fig. 5, pág. 33) Esta nebulosa es parte de una gran nube molecular que se encuentra en la constelación de Orión, asociada a la región H II de la que hablamos antes.

Durante las últimas décadas se han encontrado pruebas de que hay formación estelar reciente en el interior de las nubes moleculares. Una de estas pruebas es el descubrimiento de que existen numerosas fuentes de energía ocultas dentro de las nubes. Cabe suponer que tales fuentes de energía son estrellas embebidas en la nube molecular. Estas estrellas, invisibles para la astronomía óptica, han podido detectarse porque calientan el gas y el polvo a su alrededor, y el polvo, en estas condiciones, emite radiación infrarroja que es detectada fácilmente. En otros casos se detectan, además, pequeñas regiones H II (gas ionizado alrededor de una estrella caliente recién formada) y *maseres* (al igual que en un láser, éstas son zonas en donde la luz se amplifica enormemente) embebidos en el interior de las nubes. Todas estas detecciones sólo pueden hacerse con técnicas de radioastronomía o en luz infrarroja, porque estas nubes son opacas a la radiación visible. No hay ninguna duda de que la formación estelar ha sido continua en la galaxia y que nuevas estrellas siguen formándose a partir del gas y el polvo en el interior de las nubes moleculares del medio interestelar.

4. LA INTERACCIÓN ESTRELLAS-MEDIO INTERESTELAR

Hemos constatado que el medio interestelar está lleno de una materia muy tenue formada por gas y polvo, que se encuentra en distintos estados, frío y denso o caliente y brillante, dependiendo de las fuentes de energía que tenga en sus cercanías. Esta materia interestelar se encuentra en perpetua interacción con el principal componente de la galaxia que son las estrellas. Es la materia prima con la que se formaron las estrellas que actualmente vemos y, a la vez, es un medio que evoluciona



Remanente de supernova conocido como Nebulosa del Cangrejo (Fig. 4).

constantemente al enriquecerse continuamente con elementos pesados (carbono, nitrógeno, oxígeno, neón, silicio, azufre, etcétera) generados en el interior de las estrellas y que son parcialmente eyectados por ellas en las etapas finales de su evolución, ya sea como nebulosas planetarias o como remanentes de supernovas. De manera que el medio interestelar actual contiene un 1% de elementos pesados en comparación con el casi cero por ciento que tenían en el momento de la formación de la Vía Láctea. Esta contaminación de la materia interestelar con elementos más pesados sucede, desde luego, paulatinamente, ya que las estrellas, y en especial las estrellas pequeñas, evolucionan muy lentamente (el Sol, por ejemplo, tardará unos cuatro mil quinientos millones de años más en llegar a la fase de nebulosa planetaria); sin embargo no hay dudas de que tal enriquecimiento existe. El proceso de formación estelar continúa desarrollándose actualmente en el interior de las grandes nubes de gas, frías y densas, por lo que las estrellas que están constituyéndose iniciarán su vida con una composición química ligeramente distinta, más enriquecida en elementos pesados en comparación con las estrellas que se formaron al inicio de la vida de la galaxia. Debido a esto, las nuevas estrellas evolucionarán de manera un poco diferente; al final de su evolución entregarán al medio interestelar un gas ligeramente más enriquecido que el que recibieron. El gas sobrante será iluminado y calentado por las estrellas recién creadas y se dispersará para ir a acumularse en otras zonas donde se reiniciará la formación de nuevas estrellas.

Podemos decir, por tanto, que la profundización en el estudio de la dinámica y las condiciones físicas de la materia interestelar ayudará a entender mejor el nacimiento, evolución y muerte de las estrellas, así como la evolución química de la galaxia misma. ■

DIÁLOGO SOBRE EL INFINITO *

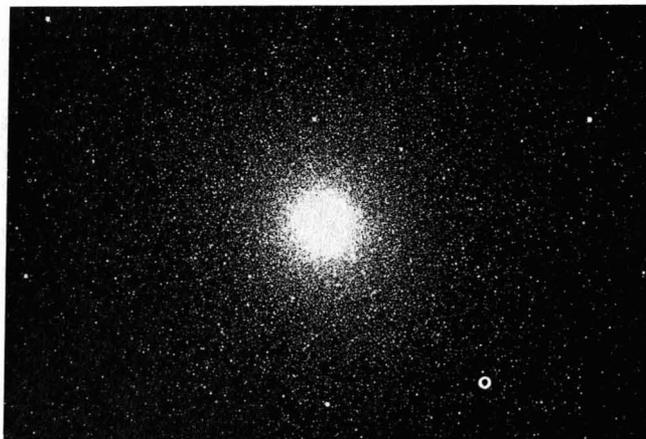
Zaytun:** Un día, hombres que escudriñaban el fondo de la tierra, en busca de los orígenes, vinieron del norte hacia nosotros para hablarnos de un descubrimiento suyo. Lo llamaban "la piedra de luna". Sobre ella, un hombre que vivía en las cuevas, hace miles de años, había grabado el recorrido de la luna. Noche tras noche, durante un año o más, se había sentado a la intemperie para seguirla; observaba y grababa. ¿Cuál era su necesidad? Ninguna. No conocía aún el cultivo de la tierra para depender de los humores del cielo, como en el caso del Calendario de Córdoba. Entonces ¿para qué lo hizo? Si no es por algo más profundo que se encontraba en él y que no dependía de utilidad alguna, aquello que gobierna a algunos hombres desde los principios de los tiempos, aquello que hace de la ambición del saber la más noble de sus características, más allá de la búsqueda del poder, y mucho más allá que la adoración: somos el espejo de Dios. En nosotros está y, por ello, buscamos el conocimiento. [...]

Maimónides: ...la astronomía nos da amplitud para mejor mirar al mundo, la medicina liquida la distancia para llevarnos a ejercer la bondad. [...] El precio de esta cercanía ha sido, para mí, terriblemente alto.

Zaytun: No creo que Abul Walid se haya jamás preocupado por calcular los precios de sus opciones. Las tomaba y, si resultaban caras, las pagaba. ¿Cuándo entenderás, mi amigo, que él no estaba interesado? Estaba simplemente despegado, no por despreocupación sino por alejamiento. Su acceso a la ciencia del cielo es el reflejo de esta lejanía. No tuvo la complejidad de su llegada a la medicina. Sin ser astrónomo, comenzó por practicar, solo, la observación de las estrellas. Cuando, en 1153, su primer viaje oficial lo llevó a Marrakech, descubrió un cielo más puro y más adecuado para el estu-

dio de los astros. Pero, aunque siempre haya convocado a la observación práctica, él gozaba con la teoría contenida en los libros. Había leído, en Aristóteles, que todo lo celeste se movía natural y necesariamente en círculo: debía entonces existir un cuerpo no celeste que ocupara el centro de este movimiento. Luego leyó a Ibn Bajja, quien fue el primero en atacar la doctrina de los epiciclos. Su maestro mismo, Ibn Tufayl, había condenado a los excéntricos. Así que él retomó sus principios y agregó a ellos la demostración de la existencia de los cuatro elementos.

Maimónides: Yo he llegado al estudio de las leyes del cielo porque pensé que éste era un ordenamiento divino y que aquel que puede escrutar los planetas y no lo hace, desprecia la Obra. Se conocían, en astronomía, los globos del cielo en cobre y plata, las esferas armillas, los astrolabios planos y semi-esféricos, los espejos de metal pulido. Pero la gente mezclaba la ciencia y la imaginación. Pretendía leer en el cielo su pasado y su futuro, y muchos astrónomos se dejaban llevar a estos menesteres populares por debilidad en su conocimiento o por el amor del dinero, ya que se ganaba mucho más pretendiendo que sabiendo. Yo sabía que entre la digni-



Cúmulo globular en la constelación del Tucán. Cada punto es una estrella

* Fragmento del libro *El espíritu de Córdoba*, en el que discuten el filósofo judío Maimónides y el filósofo árabe Averroes. Siglo XII, Andalucía.

** Zaytun es el espíritu de Averroes. Averroes es Abul Walid Ibn Rushd. Maimónides es Moisés Ibn Ubayd Allah.

dad de la astronomía, y la superstición loca y la demencia del delirio astral, no había encuentro alguno. Amé el orden del cielo y mis primeros tratados fueron de lógica y de astronomía. Repudiaba con ellos —como filósofo y como científico— a la astrología. Nada, en las concesiones de la inteligencia, podía aceptar la existencia de astros benéficos o maléficos: la calidad de las esferas celestes es siempre la misma, y si no lo es, ello depende de la inestabilidad de la materia, no de las fechas de nacimientos de los individuos. Aserciones mentirosas son aquellas que dotan de vicio o de virtud y empujan a cometer acciones por la fuerza de los astros. Y si estas futilidades son ciertas, entonces, ¿cuál sería la utilidad de enseñar y estudiar, construir, empeñarse, rodear los peligros? Pretender que todo está determinado es contrario al conocimiento intelectual, o a la observación y, más que todo, destruiría la fortaleza de la ley.

Zaytun: Vuelves a la ley, Moisés, y todo lo que no cabe en ella no cabe en tu mundo. No quiero defender la irracionalidad. Sólo digo que, de todo lo que hay en el cielo, nadie sabe nada, excepto las pocas cosas que demuestran las matemáticas. Este cielo que hemos medido con palmos y codos tiene más misterios que órdenes. Cabe en él la sorpresa.

Maimónides: Leí las obras y las enseñé, desde el *Almagesto* hasta las tablas astronómicas de Ibn Aflah, que corregí con Ibn Aknin y el Istikmal matemático de Ibn Hud. En este trabajo común, hecho de orden y de secuencia, he sentido una gran alegría hacia el alumno que compartía mi trabajo y mi enseñanza, y hacia las leyes que confirmaba.

Zaytun: Lo sé. Ya hemos dicho que en ésta, más que en todas, la ciencia de lo inmenso, hay una excepción de placer y de angustia, parecida al gozo último de la vida en las fronteras de la muerte, y no te culpo. Más allá de la pasión de los hombres por el poder o por los demás humanos, el conocimiento del cielo es portador de alegría y de admiración. Pero, en el orden del cielo,

cabe también el desorden. Tu seguridad es limitadora. Tienes demasiada estima para tus propios logros científicos, que no consideras en nada inferiores. Dime, ¿acaso ha habido un solo filósofo cuyo aporte a la astronomía haya sido realmente importante?

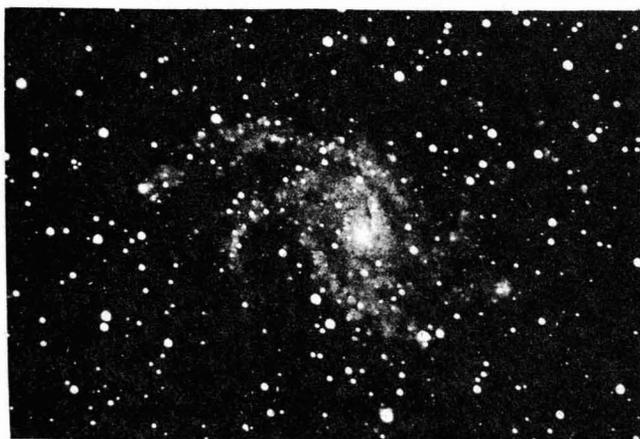
Maimónides: Todos fueron irresistiblemente atraídos por la reina de las ciencias. Todos han hecho astronomía.

Zaytun: No, todos se han interesado, se han acercado, han frecuentado la astronomía. Su aporte real fue prácticamente nulo en el nivel de los descubrimientos. ¿Por qué la querían entonces? Porque les permitía justamente esta distancia necesaria a la sabiduría, que llevaba a dar a cada cosa el lugar que le corresponde, y acceder así a la compasión. Has hablado de tu interés por los hombres. Pero los hombres no son interesantes, tampoco son amables. Si ésta fuera tu relación con ellos, los dejarías a su suerte y a su desgracia al descubrir qué tan poco valen tu interés y tu amor. La compasión no escoge, no pone condiciones, los toma a todos por igual: tontos y sabios, mercedores y perversos. Ahí están. Su presencia no era fatal. Podían no haber existido jamás. Pequeños insectos sin importancia, son hijos del azar. No eran necesarios. Pero ahí están y habrá que ocuparse de ellos, por justicia y por compasión. Para ello la distancia que da la astronomía: no la estudiamos para competir con aquellos que han apostado su vida sobre ella. No tenemos más vida que ellos y buena parte ya está hipotecada por la filosofía. Pero estudiamos la astronomía por necesidad filosófica. Lo demás es pretensión...

Maimónides: Entonces he pretendido. Cuando el mayor astrónomo y matemático de nuestra isla, Jabir Ibn Aflah, escribió su *Reforma del Almagesto*, eran los principios del siglo. Tuvo como alumno a un joven de nuestra casa, llamado Yusef Ibn Simón, quien fue perseguido más tarde por el régimen de los almohades. Huyó, pero no sin llevar con él el precioso libro. Llegando a Egipto, me lo entregó para corregirlo. Lo que hice. Así fue como pude difundir sus opiniones aquí, en Oriente, entre mis alumnos. Pero ni las críticas de Ibn Aflah, ni mis comentarios, donde ambos hemos tratado de recuperar la física de Aristóteles, pudieron dar lugar a la elaboración de un nuevo modelo astronómico.

Zaytun: Lo sé. También Ibn Rushd, en su juventud, había esperado ser el que realizara la gran reforma de la astronomía. Pero sólo acabó enunciando principios. En su resumen del *Almagesto*, se contentó con presentar los teoremas más indispensables. ¿Acaso algo le molestaba en la reflexión del viejo griego? Pensaba que los textos de Aristóteles que nos han llegado pudieron haber sido copiados con negligencia. Su descripción de la realidad sería correcta, y los errores debidos a los subalternos.

Maimónides: En él, pesó Aristóteles como sobre mí pesó Dios. Su libertad hubiera sido más grande si no pecara por falta de ignorancia.

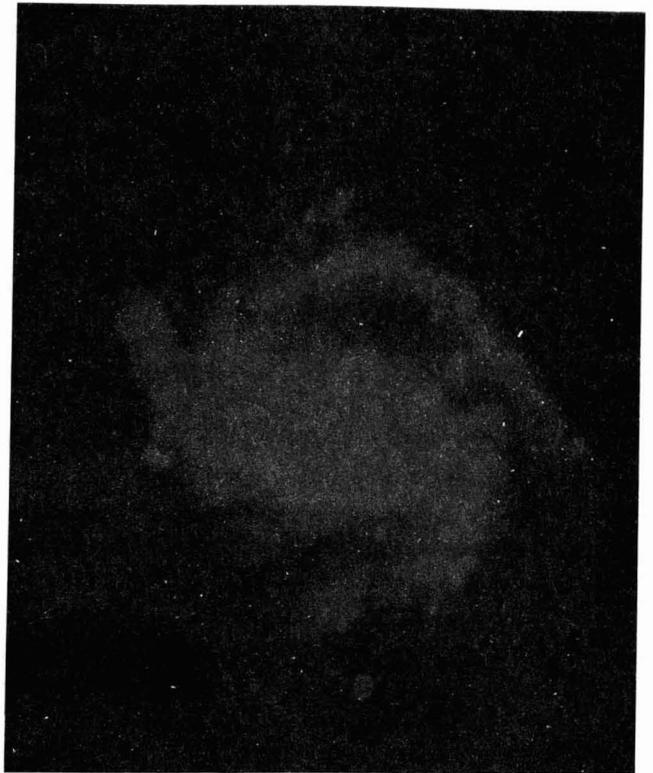


Galaxia espiral en la constelación de Cefeo.

Zaytun: Sí y no. Su *Pequeño comentario del tratado del cielo*, escrito en 1159, fue libre en relación con su texto de referencia. En él, procedió a demostraciones diferentes de las de Aristóteles. Al igual que él, no admitía una creación que partiera de la nada. El cielo era, según él, un ser animado y orgánico, que no nace ni perece, y cuya materia misma era superior a las cosas sublunares. Esta materia comunica el movimiento que le viene de la causa primera. Es eterna, y es la facultad de ser todo, a través de la forma que le viene desde fuera. En cuanto a esta forma, creía que estaba contenida virtualmente en la materia.

Maimónides: Comparto esta idea. Todo lo que existe, en este mundo, está construido por materia y forma. La materia es una posibilidad. La forma es lo que caracteriza cada cosa. La muerte es la privación de la forma. La destrucción es la privación de la forma. Toda corrupción o imperfección sólo tiene por causa la materia. Todos los errores sólo tienen por causa la materia. Sus virtudes vienen de su forma. Ésta modera su pasión y su ira, reflexiona sobre lo que hay que hacer y lo que hay que evitar. La pasión, el amor, la ira, los vicios, son los efectos de su materia.

Zaytun: Has ido muy lejos, mi amigo, en esta reflexión tuya, porque eres, tú también, al igual que él, más filósofo que astrónomo. Pero ¿cómo comparar? Vislumbro un tiempo que haría de los astrónomos unos técnicos, unos plomeros del cielo, y de los filósofos unos habladores ignorantes. Nuestro tiempo, por suerte, no ha llegado a esta locura. Los conocimientos astronómicos fundadores de Abul Walid están contenidos en este breviario del *Almagesto*. En él seguía al sistema de Tolomeo. En su comentario sobre la *Metafísica*, atacó otra vez las hipótesis relativas a los excéntricos y los epiciclos, compartiendo, como te lo dije, las opiniones de Ibn Tufayl. Pero no substituyó a los excéntricos y los epiciclos por otra cosa. Decía que la astronomía de su tiempo era exacta para los cálculos, pero no lo era para el verdadero estado de las cosas. Lamentó no haber podido escribir un trabajo especial sobre este tema, como se lo había propuesto. Lamentó su falta de tiempo, jamás su incapacidad. Mientras tanto, si bien no dio más y mejores leyes al cielo, había descubierto que la teoría podía ser justa, sin que fuera posible su aplicación práctica. Para él, el problema era, ante todo, la posibilidad de un mecanismo. ¿Cómo substituir la representación exacta de la realidad por la traducción geométrica de la estructura y de los movimientos del Universo? Admitía que el movimiento se comunicaba a todas las partes del Universo hasta el mundo sub-lunar. Pero ¿cómo? No pudo ir más lejos. El exceso de trabajo oficial lo hizo dejar la



Galaxia espiral M61 en la constelación de Virgo.

observación del cielo. Así que se acercó al texto de Aristóteles y empezó a tratar de darle una apariencia demostrativa en su *Comentario Medio*, escrito en Sevilla, en el año 1171. El *Gran Comentario* siguió 17 años más tarde. Estaba aún más cercano del texto matriz, el *Tratado del cielo*. Su insistencia sobre los aspectos demostrativos lo llevó a tocar otros temas además de la obra de Aristóteles. La realidad del cielo había quedado atrás. Abul Walid privilegiaba, a sus expensas, el sistema. Llegaba incluso a crearlo artificialmente.

No le molestaba la ideología sino la ignorancia de su tiempo. Si todos los fenómenos celestes debían ser obligatoriamente explicados, pero ya que no existían aún los instrumentos necesarios para su conocimiento, ¿qué hacer? Ésta era una actitud de filósofo, no de astrónomo; la lucha entre filósofos y astrónomos no era una cuestión de competencia científica. Ésta podía ser igual en ambos. Tampoco se debía a una diferencia de grados en la investigación: era una oposición entre unos técnicos que disponían de un esquema explicativo y que se contentaban con perfeccionarlo matemáticamente y detallarlo, y unos pensadores acostumbrados a meditar sobre los principios y las hipótesis, capaces —a veces— de inventar otros radicalmente nuevos, pero sometidos, en todo caso, a la ley de la autoridad, no a la ley de la experiencia.

Maimónides: Más fácil nos ha resultado ser la matemática. ■

SILVIA TORRES DE PEIMBERT

LA VÍA LÁCTEA Y OTRAS GALAXIAS

La apariencia del cielo nocturno nos proporciona muy pocos datos acerca de la estructura del Universo. El único elemento importante es la banda brillante, lechosa, que cruza el cielo y que los antiguos denominaron Vía Láctea. Galileo fue el primero que, al apuntar su telescopio en la dirección de la Vía Láctea, se dio cuenta de que esa zona brillante de luz difusa corresponde a la luz de muchísimas estrellas de poco brillo.

Las investigaciones de Copérnico llevaron al conocimiento de que la Tierra no es el centro del Universo. Estudios posteriores mostraron que el Sol es apenas una estrella entre millones de otras semejantes. Las siguientes preguntas que surgieron fueron: ¿existe un centro de simetría del conjunto de todas las estrellas? ¿Está el Sol en una posición privilegiada entre las estrellas? ¿Están las estrellas distribuidas al azar en todas direcciones o hay agrupaciones de ellas? Ha llevado mucho tiempo responder a estas preguntas. Los primeros estudios sobre la distribución de las estrellas se hicieron por medio de fotografías que permitieron el conteo de estos cuerpos celestes de diferente brillo y color, captados en distintas zonas del cielo, para tratar de establecer su posición y de ahí determinar la forma y extensión del Universo. La absorción de la luz por el polvo que se encuentra entre las estrellas impide observar en algunas direcciones a gran distancia del Sol y por lo tanto oculta parte de la estructura del gran sistema al que pertenece el Sol. Poco a poco se pudo aclarar que hay una gran concentración de estrellas en la Vía Láctea hacia la constelación de Sagitario, y que el Sol ocupa una posición lejana al centro de esta concentración.

En la década de los veinte se determinó que el Sol forma parte de un sistema muy grande al que se denomina *Galaxia* y que existen otros sistemas semejantes o galaxias. La palabra galaxia proviene, por extensión, de la voz griega que significa leche, ya que la Vía Láctea delinea el plano preferente de la concentración de estrellas observado desde la Tierra.

Para entender la estructura de nuestra galaxia recurrimos al estudio de otras galaxias. Examinando cuida-

dosamente sus propiedades vemos qué es lo que debemos esperar de la Vía Láctea, particularmente si la conocemos lo suficiente como para reconocer a qué tipo de galaxia pertenece. Así se aprovecha la gran cantidad de información directa que existe acerca de las propiedades y la estructura de la Vía Láctea, y se desarrollan dos campos de estudio al mismo tiempo: la estructura de la Galaxia y la estructura de otras galaxias.

LA VÍA LÁCTEA

Nuestra galaxia está constituida por un gran conglomerado de estrellas. Éstas se encuentran distribuidas en distintos sistemas a los que llamamos por su ubicación disco, halo, centro y abultamiento central. El Sol pertenece a la Vía Láctea, junto con otros 400 mil millones de estrellas.

Muchas estrellas se encuentran en un plano circular o *disco de la Galaxia*. El disco es muy extendido y aplanado (tiene un radio de 100 mil años luz y un espesor de 3000 años luz). Las estrellas del disco giran independientemente, cada una bajo la fuerza gravitacional de las demás pero prácticamente en órbitas circulares. De entre las estrellas situadas en un plano circular, las más jóvenes se encuentran concentradas en este disco en zonas que tienen forma de espiral.

Se denomina *halo* al sistema de estrellas y de cúmulos de estrellas que están distribuidos en forma esférica alrededor del centro de simetría de la Galaxia. El *centro* de ésta se refiere, como su nombre lo indica, a la región central de toda la Galaxia; adicionalmente hay una gran concentración de estrellas cercana al centro a la cual se le ha llamado *bulbo de la Galaxia*.

Además de estar constituidas por estrellas, las galaxias contienen gas y polvo que flotan libremente en el espacio. El gas y el polvo están concentrados en el disco y también se encuentran en movimiento casi circular alrededor del centro de la Galaxia.

Tanto las estrellas como la materia interestelar se pueden observar en las distintas longitudes de onda dis-

ponibles, que van desde los rayos gama, los rayos x, la radiación ultravioleta, la luz visible, la luz infrarroja, las ondas milimétricas hasta las ondas de radio. Cada una de las técnicas tiene sus ventajas y limitaciones. Sin embargo, hay un componente de la Galaxia cuya presencia se deriva de las observaciones de los movimientos de las estrellas pero que no se ha podido captar, por lo que no se conoce su naturaleza con exactitud. A este componente se le llama *halo oscuro* o *extendido* debido a que las mediciones muestran que este material está distribuido en forma extendida, aunque no sea visible. También se cree que contiene una fracción muy importante de la masa de la Galaxia; las especulaciones consideran que su contribución constituye desde el 10% hasta el 90% de la masa de la Vía Láctea.

El centro galáctico

La región central de la Vía Láctea permaneció durante mucho tiempo envuelta en el misterio debido a que la concentración de partículas de polvo en esa dirección no permite su observación en luz visible. Existe tanto polvo cerca del centro galáctico que la luz visible se absorbe muy eficientemente y sólo pasa una fracción (1/100 000 000 000) de la luz emitida. Cuando fue posible realizar observaciones a mayores longitudes de onda (más allá de la luz visible), se pudo investigar el centro galáctico.

La absorción que sufre la luz depende de la longitud de onda de la misma. Así, a mayor longitud de onda, la absorción es menor; por lo tanto, el polvo interestelar casi no afecta la luz infrarroja. En imágenes to-

madas en luz infrarroja se observa una emisión brillante producida por el polvo interestelar calentado por un conjunto de estrellas, las cuales están muy concentradas cerca del centro de la Galaxia.

Las regiones centrales han sido observadas en ondas de radio, y ahí se puede determinar que en el núcleo de estas regiones (de un tamaño de tres años luz) hay gran cantidad de masa muy concentrada, y que contiene en un volumen muy pequeño el equivalente a cinco millones de estrellas como el Sol. Esta concentración es muy alta y al compararla con la densidad de la región cercana al Sol, encontramos que en ésta, en un mismo volumen solamente hay una estrella, el Sol. Parte de este material está en forma de gas, parte está en forma de estrellas y existe un componente adicional de aproximadamente tres millones de veces la masa del Sol, posiblemente constituido por un *agujero negro*.

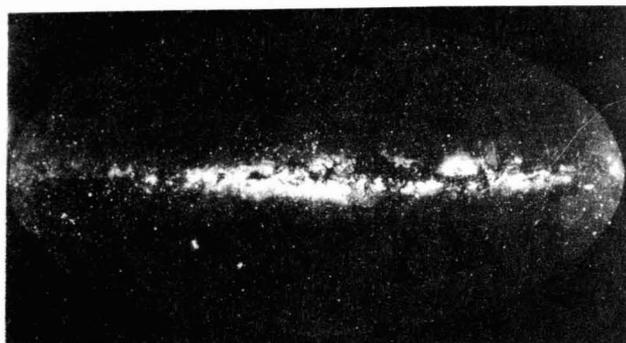
Los movimientos de las estrellas en la Vía Láctea

Las estrellas y nubes de gas en el disco de la Vía Láctea se mueven formando órbitas casi circulares alrededor del centro galáctico; les toma entre 100 y 400 millones de años completar una vuelta. Cada estrella tiene su propia órbita y distinta velocidad, cada una refleja la interacción de la atracción gravitacional de todas las demás estrellas y el *momentum* (= masa x velocidad) que tiene sobre su órbita. A partir de las leyes de la gravitación de Newton y de las observaciones del movimiento de acercamiento y de alejamiento de las estrellas en relación con la Tierra, se ha logrado conocer con bastante

PIRÁMIDE DE DISTANCIA*

distancia (años luz)	cuerpo típico	método
0.000 003	Sol	↓ radar y movimientos planetarios
0.000 03		
0.000 3		
0.003		
0.03		
0.3		
3.	Alfa Centauri	↓ paralajes trigonométricos
30.		
300.		
3 000.	Cúmulo de las Híadas	↓ método del cúmulo en movimiento
30 000.		
300 000.		
3 000 000.	Límite de la Vía Láctea Nubes de Magallanes Galaxia de Andrómeda	↓ ajuste de brillo-color
30 000 000.		
300 000 000.	Cúmulo de Virgo	↓ cefeidas ↓ estrellas más brillantes
3 000 000 000.		
30 000 000 000.		
		↓ galaxias más brillantes

*Tabla esquemática de los métodos que se usan para determinar las distancias a los distintos objetos en el Universo.



Mosaico fotográfico del cielo nocturno. La figura está contruida de manera que la Vía Láctea aparezca en el ecuador.

detalle las velocidades orbitales que la mayoría de las estrellas presentan a distintas distancias del centro galáctico. La velocidad del Sol alrededor del centro es de 240 kilómetros por segundo, que es una velocidad típica de las velocidades orbitales de las estrellas a la misma distancia del centro de la Galaxia.

La posición del Sol

Es muy importante determinar la ubicación del Sol en relación con la Galaxia para poder entender a la Galaxia misma. El Sol se encuentra sobre el plano galáctico a 28 mil años luz del centro de la Galaxia. Realiza un movimiento esencialmente circular y completa una vuelta alrededor del centro en 2400 millones de años. Durante su vida, que ha sido de 4500 millones de años, el Sol ha realizado de 15 a 20 vueltas alrededor de su órbita. También tiene un movimiento vertical que lo aleja y acerca al plano levemente; el ciclo completo del movimiento vertical lo realiza en un tiempo de 70 millones de años que lo lleva a posiciones de 300 años luz arriba y abajo del plano.

Las poblaciones estelares

Analizando los componentes de la luz de estrellas se ha determinado con gran precisión la fracción correspondiente a cada uno de los elementos químicos que existen en la superficie de las mismas. En la superficie de casi todas las estrellas hay de 74 a 76% de hidrógeno, de 24 a 25% de helio y apenas una pequeña cantidad del resto de los elementos químicos. Con base en la distribución de elementos en la superficie de las estrellas se han clasificado casi todas ellas en dos grupos que se denominan estrellas de *población I* y de *población II*.

Cerca del 1% de la masa de las estrellas de *población I* está constituida por elementos más pesados que el helio. Estas estrellas corresponden a las más jóvenes. Ciertamente, todas las estrellas extremadamente jóvenes (de menos de mil millones de años) son estrellas de *población I*. Por el contrario, la masa de las estrellas de *población II* contiene solamente un 0.1% o menos de elementos más pesados que el hidrógeno y el helio. Es-

tas estrellas aparentemente se formaron hace más de diez mil millones de años, cuando las nubes de gas y polvo que se condensaron en estrellas contenían mucho menor cantidad de estos elementos químicos.

Además de agrupar a las estrellas de acuerdo con su composición química, la clasificación por poblaciones remite a la ubicación de estos cuerpos celestes en las distintas partes de la Galaxia. Así, las estrellas de *población I* se encuentran ubicadas en el disco y las de *población II* en el halo. La edad de las estrellas del halo y del disco no es la misma. Las estrellas del halo son todas muy antiguas, mientras que las del disco corresponden a estrellas de todas las edades, desde muy antiguas hasta muy jóvenes, y aun hay algunas otras que están en proceso de formación actualmente. Es decir, las estrellas de las dos poblaciones presentan diferencias en al menos los siguientes aspectos: composición química, ubicación en la galaxia, movimientos y edad. Los modelos de la formación de la Galaxia deben de explicar estas diferencias.

Los cúmulos estelares

Algunas estrellas en nuestra galaxia, y en otras, forman grupos numerosos o cúmulos. De éstos, existen dos tipos distintos, los *cúmulos abiertos* y los *cúmulos globulares*. Los cúmulos abiertos se componen de apenas varios miles de estrellas, mientras que los cúmulos globulares se conforman de varios cientos de miles o aun millones de estrellas. Al estudiar las estrellas que los constituyen se ha llegado a la conclusión de que todos los astros de un mismo cúmulo se formaron al mismo tiempo y posiblemente de la misma nube. El estudio de los cúmulos tiene gran importancia; por ejemplo, permite analizar a un mismo tiempo las propiedades de un conjunto de estrellas que están situadas a la misma distancia del Sol y que tienen la misma edad. Frecuentemente se pueden encontrar propiedades generales de la galaxia mediante el estudio de sus cúmulos. Los cúmulos abiertos están en el plano de la Vía Láctea, mientras que los cúmulos globulares forman una distribución esférica alrededor del centro de esta galaxia. Los cúmulos abiertos consisten principalmente en estrellas de *población I*, mientras que los cúmulos globulares, por estrellas de *población II*, exclusivamente. Los cúmulos abiertos son aglomeraciones de estrellas poco ligadas que pueden no persistir como cúmulos definidos por miles de millones de años, mientras que las estrellas en los cúmulos globulares permanecerán gravitacionalmente ligadas por su mayor atracción gravitacional.

Un cúmulo globular típico es de 30 a 60 años luz de tamaño y está constituido por un millón de estrellas. Cada una de las estrellas se mueve alrededor de su centro de masa común. Incluso en tales cúmulos, aunque las estrellas están muy concentradas, prácticamente no

hay peligro de choque entre dos de ellas pues las dimensiones de éstas son muy pequeñas en relación con las distancias que las separan. La forma de los cúmulos globulares hace que sean perfectamente distinguibles en el cielo, tanto en el caso de nuestra galaxia como en el de otras. Se han elaborado mapas con la distribución de cúmulos globulares incluso en galaxias muy distantes. Los cúmulos globulares aparecen muy concentrados alrededor del centro de la galaxia en una distribución esférica. Debido a la posición relativa del Sol en la Vía Láctea se puede observar, dentro de un área relativamente pequeña del cielo, cerca de un tercio de todos los cúmulos globulares visibles. Este hecho dio la primera indicación firme de que el centro de la galaxia está alejado del Sol (como lo entendió Harlow Shapley en 1918). Se conocen actualmente más de ciento cincuenta cúmulos globulares en la Vía Láctea.

A diferencia de los cúmulos globulares, los cúmulos abiertos pertenecen claramente al disco de las galaxias espirales. Aunque los diámetros de ambos tipos de cúmulos son similares (de 15 a 60 años luz), los cúmulos abiertos contienen solamente un milésimo de las estrellas de los cúmulos globulares. Así, la densidad de las estrellas dentro de un cúmulo abierto es mucho menor que en los cúmulos globulares, y la atracción gravitacional es proporcionalmente menor. En general, los cúmulos abiertos tienen una densidad ligeramente mayor que el medio interestelar general. En la Galaxia existen cerca de veinte mil cúmulos abiertos, cada uno con unos cuantos cientos de estrellas.

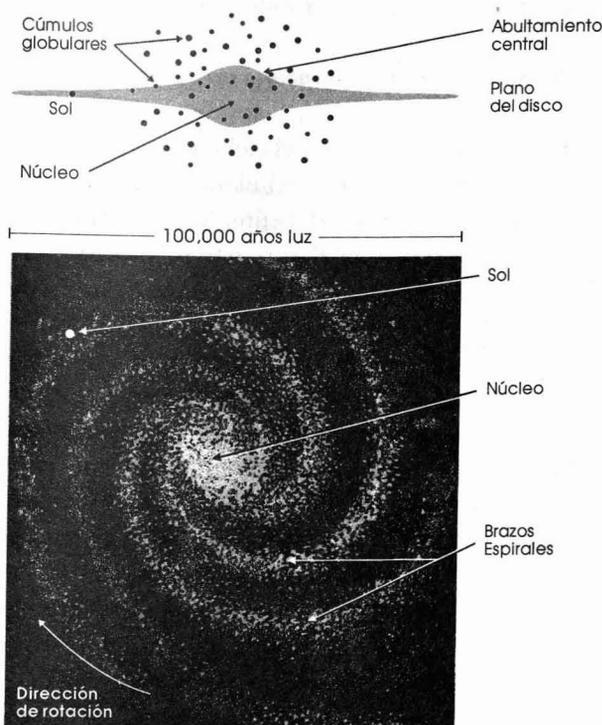


Diagrama de la estructura de la Galaxia.

Existen otras agrupaciones de estrellas de menor número de miembros que se denominan *asociaciones estelares*, constituidas por estrellas jóvenes que se mueven en una misma dirección en el espacio pero que se están separando y que en unos cuantos millones de años se habrán separado. El Sol comparte su movimiento con cinco de las siete estrellas de la constelación de la Osa Mayor, así como con las estrellas Sirio y Proción. Es posible que el Sol se haya originado en una asociación en nuestra galaxia; en todo caso, la separación gradual de los movimientos estelares ha eliminado cualquier oportunidad de encontrar a los otros miembros de la agrupación.

Vale la pena señalar que la mayoría de las estrellas, incluyendo el Sol, no pertenecen a ningún cúmulo sino que cada una de ellas realiza sus movimientos alrededor del centro de masa de la galaxia en forma individual o con unas cuantas compañeras.

La estructura espiral

Como veremos más adelante, hay un tipo de galaxias que muestra *brazos espirales* que se distinguen en las fotografías como las zonas más brillantes. Esto es porque contienen a las estrellas más jóvenes, más calientes y más luminosas de la galaxia; también concentran a las nubes incandescentes llamadas *regiones H II*. La Galaxia forma una espiral gigante pero dado que estamos en el interior de la misma es muy difícil determinar su estructura exacta; no obstante, podemos fotografiar con gran facilidad otras galaxias espirales y conocer muy bien sus formas.

A pesar de lo espectacular de los brazos espirales, la densidad de las estrellas es prácticamente la misma tanto dentro como fuera de ellos.

Mediante observaciones en ondas de radio, en longitudes de onda de 21 centímetros, se puede observar el gas de hidrógeno neutro que contiene la galaxia. También es posible determinar las velocidades a las que las nubes de gas se alejan o se acercan al observador, mediante el corrimiento en longitud de onda. Suponiendo que estas nubes se mueven formando órbitas circulares alrededor del centro de la Galaxia se puede precisar la distancia a la que se encuentra cada una de ellas en las distintas direcciones en que se observan. Con este método es posible construir un mapa de cómo están distribuidas las nubes de hidrógeno sobre el plano de la Vía Láctea. El resultado es que las nubes de hidrógeno están distribuidas conforme a un patrón de brazos espirales.

De los estudios de las distancias a estrellas jóvenes también se obtiene la posición de los brazos espirales en la región cercana al Sol. Como ya mencionamos, estos cuerpos celestes delimitan los brazos espirales de nuestra galaxia haciendo que los brazos se distingan del resto de las estrellas situadas en el disco. De hecho, éste fue el pri-

mer método de determinación de la estructura espiral. Con esta técnica se ha encontrado que el Sol se halla dentro de un brazo espiral en la Vía Láctea, originalmente llamado brazo de Orión puesto que contiene a las estrellas brillantes de esta constelación.

En la Vía Láctea no se conoce la ubicación de los brazos espirales con mucha precisión, debido a que los resultados de los distintos métodos no son totalmente compatibles, ya que cada tipo de observación adolece de distintas limitaciones. Sin embargo, todos los indicadores concluyen que nuestra galaxia tiene estructura espiral.

Las distancias a los objetos celestes

La determinación de las distancias de los distintos cuerpos celestes es una de las tareas más importantes de la astronomía. Son pocas las distancias que se conocen con gran exactitud, aunque se dedican grandes esfuerzos a obtener estos datos, ya que de ahí se deriva información básica. Por ejemplo, desde la Tierra se puede medir el brillo de una estrella; no obstante, el brillo observado depende de la cantidad de energía que emite la estrella y de la separación entre ésta y nosotros, por lo que para conocer las propiedades verdaderas de cada cuerpo en el Cosmos se requiere conocer la distancia a la que se encuentra.

Actualmente, por medio del radar se conocen las distancias en nuestro sistema solar con gran exactitud; es decir, se han medido exactamente las distancias entre muchos de los cuerpos que lo conforman. Este método no se puede usar en el caso de otras estrellas ya que es-

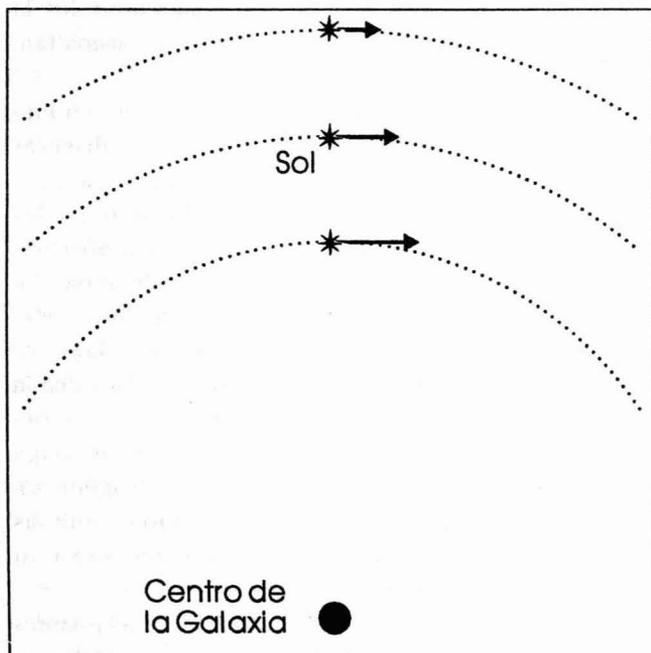


Diagrama con la representación de los movimientos de las estrellas cerca del Sol. Las estrellas más cercanas al centro de la Galaxia que el Sol se mueven más rápido que éste, mientras que las más externas lo hacen más lentamente.

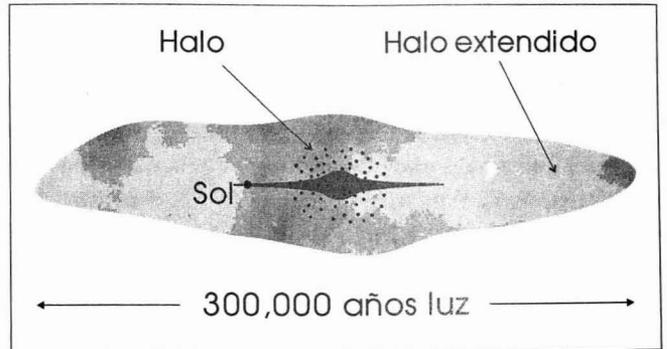


Diagrama del halo oscuro y extendido de la Galaxia. Se ilustra la forma y escala del halo extendido cuya presencia se deriva de los movimientos de rotación de las estrellas.

tán demasiado alejadas para emplearlo. El método que se aplica en este caso es el llamado *paralaje trigonométrico* (o de triangulación), en el que se toma como base del triángulo el movimiento de la Tierra alrededor del Sol; en esta forma se determina la distancia que nos separa de las estrellas más cercanas al Sol. Así, sabemos que la estrella más cercana al Sol se encuentra a cuatro años luz de distancia (nos referimos al sistema triple de Alfa Centauri) y que la densidad típica de la vecindad solar es de apenas 1/200 de estrellas por año luz cúbico.

La determinación de distancias mayores es más compleja e indirecta, y frecuentemente sólo se puede efectuar en algunos casos. Estas técnicas son el único medio disponible hasta el momento para determinar las distancias a las que se encuentran los cuerpos en el Cosmos; sin embargo muchas de estas determinaciones no son definitivas y están sujetas a verificaciones y modificaciones continuas.

La determinación de la distancia a las Híadas

Hay un cúmulo particular en el cielo que tiene una gran importancia en nuestro conocimiento de las dimensiones del Universo: se trata del cúmulo de las Híadas (situado en la constelación del Toro que se puede ver en el cielo de invierno). Al medir los movimientos transversales, *movimientos propios*, de las estrellas en las Híadas encontramos que todas éstas se mueven prácticamente en la misma dirección, paralelamente entre sí. Por efectos de perspectiva se ve como si todas las estrellas de este cúmulo se dirigieran hacia un solo punto de convergencia. Con la medición de las velocidades y de los ángulos se puede determinar la distancia que hay entre este cúmulo de estrellas y la Tierra. Esta distancia a su vez sirve de guía para determinar la escala del Universo.

Otros indicadores de distancia

Entre las estrellas variables pulsantes existe un tipo denominado *cefeidas*, las cuales cambian su brillo aparente

en forma regular con periodos de variación muy bien definidos. A principios de este siglo Henrietta Leavitt observó estrellas variables cefeidas en la Nube menor de Magallanes y encontró una correspondencia entre el brillo aparente y el tiempo en que se completa el ciclo de variación (o periodo); a las estrellas más brillantes les lleva más tiempo completar su ciclo de variación. Leavitt se dio cuenta de que esta relación debe ser válida en términos del brillo propio de las estrellas. Por lo tanto, si hay dos estrellas cefeidas con el mismo periodo y distinto brillo, la diferencia de brillo se puede atribuir solamente a su distancia relativa.

El estudio de las estrellas variables cefeidas permitió descubrir la gran incógnita de la distancia a la que se hallan las galaxias más cercanas a la nuestra, como la de Andrómeda y determinar, de golpe, que las estrellas están agrupadas en galaxias. Así, al descubrir en 1923 una estrella variable cefeida en la galaxia de Andrómeda con el mismo ciclo de variación que una cefeida en la Nube menor de Magallanes pero con un brillo aparente 80 veces menor, Edwin Hubble concluyó que la estrella en la galaxia de Andrómeda está aproximadamente a nueve veces mayor distancia de nosotros que la de la Nube menor de Magallanes.

OTRAS GALAXIAS

En las galaxias existen desde unos cuantos millones de estrellas individuales, hasta millones de millones de estos cuerpos celestes. Del conjunto de galaxias en el Universo se ha estudiado mejor a las más brillantes, que en general corresponden a las más cercanas. Como hemos apuntado, tenemos dificultades para determinar la estructura general de nuestra galaxia debido a que estamos en el interior de ella. Por esta razón, conocemos mejor, por ejemplo, la estructura global de la galaxia de Andrómeda, que la estructura espiral de la Vía Láctea.

Cerca del 90% de todas las galaxias se puede clasificar como galaxias espirales y galaxias elípticas. Al 10% restante se le llama galaxias irregulares, ya que tienen una estructura menos ordenada que las anteriores. Las *galaxias espirales* se caracterizan porque la gran mayoría de sus estrellas visibles se encuentra situada en un plano circular (es decir, en forma de disco). Además de estar constituidas por estrellas, las galaxias contienen gas y polvo que flota libremente en el espacio. Las galaxias espirales incluyen entre 1000 millones y 400 mil millones de estrellas.

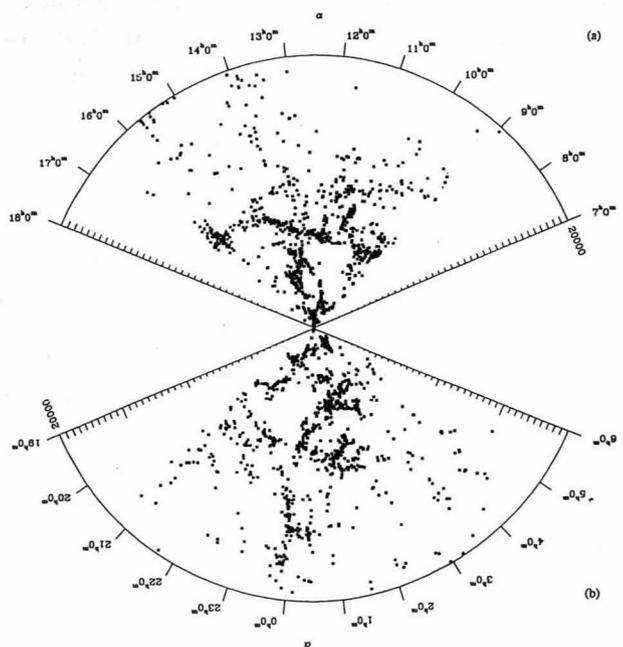
Casi la mitad de las galaxias conocidas son galaxias espirales, como la Vía Láctea, con un patrón de brazos espirales de estrellas jóvenes y brillantes y gas de hidrógeno interestelar. También se sabe que las partes inte-

riores del disco de las galaxias giran mucho más rápido que las partes exteriores, por lo que la pregunta que surge es ¿a qué se debe que existan estructuras espirales? Se supone que éstas deberían desaparecer en tiempos relativamente cortos.

Por otra parte, las estrellas en las *galaxias elípticas* están distribuidas en forma casi esférica y no se concentran sobre un plano circular (o disco). Las galaxias elípticas tienen muy poco gas y polvo interestelar y casi toda su masa está conformada por estrellas. Estos sistemas contienen desde unos cuantos millones de estrellas hasta un millón de millones de estrellas.

Existen también las *galaxias irregulares*, que no presentan formas definidas. Estas galaxias, en general, son de menor masa que las anteriores y contienen mayor proporción de gas y polvo interestelar.

Al examinar las galaxias cercanas a la nuestra se encuentra que también en ellas existen estrellas de población I y II. En las galaxias elípticas casi todo el material se transformó en estrellas, hace mucho tiempo, así que sólo están constituidas por estrellas de población II. Las galaxias espirales contienen ambos tipos. Ahí las estrellas de población II parece que se originaron cuando se contrajo la protogalaxia para dar lugar a una configuración en forma de disco, de manera que las estrellas de población II ocupan el halo; por el contrario, las estrellas de población I se constituyeron, y continúan consti-



Distribución de galaxias en la dirección norte y sur de la Vía Láctea. Para representar la estructura a gran escala del Universo es necesario determinar la distancia entre cada una de las galaxias de la muestra. No tenemos información de las galaxias en la dirección del plano de la Vía Láctea, debido a que el polvo de la misma no permite la observación a grandes distancias del Sol.

tuyéndose, después de que se estableció la estructura en forma de disco de la galaxia.

Grupos de galaxias

Nuestra galaxia es parte de un conjunto pequeño de galaxias al que denominamos *grupo local*. Este conjunto está compuesto por alrededor de veinte miembros; es un cúmulo muy pequeño en comparación con otros, como el de Hércules o el de Coma que contienen miles de galaxias.

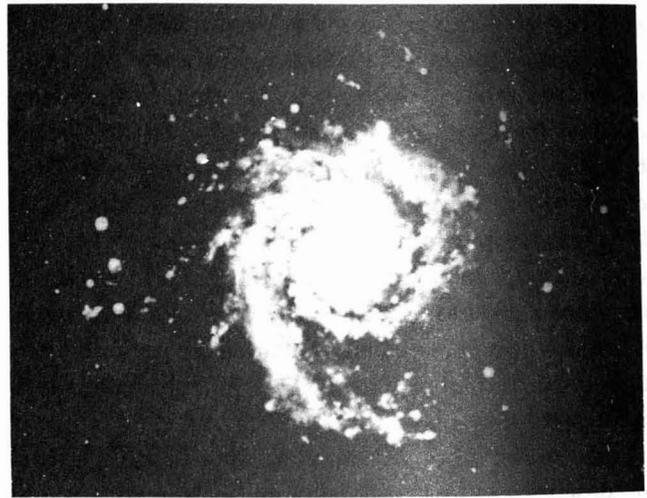
En el grupo local hay dos galaxias dominantes: la Vía Láctea y la galaxia de Andrómeda, que son las mayores; el resto de los miembros son galaxias de mucho menor masa, algunas de las cuales constituyen satélites de las dos grandes. La Vía Láctea tiene dos galaxias satélites: la Nube mayor y la Nube menor de Magallanes, que son sistemas irregulares cuyas masas representan apenas 1/30 y 1/150, respectivamente, de la masa de la Vía Láctea. El grupo local presenta toda forma de galaxias pues las hay espirales, elípticas e irregulares. Las estrellas que constituyen la galaxia de Andrómeda se encuentran a distancias 20 veces mayores que el diámetro de la Vía Láctea.

A distancias mayores, hasta los confines más distantes, se encuentran galaxias generalmente agrupadas en cúmulos. Algunos de estos cúmulos se componen de miles de galaxias y pueden ser cientos de veces mayores que el grupo local. Las distancias a estos cúmulos de galaxias van desde 20 veces la distancia a la galaxia de Andrómeda hasta 4000 veces esta distancia, en lo que respecta a los cúmulos más lejanos detectados.

Como ya se ha indicado, las galaxias tienden a estar localizadas en cúmulos y no están distribuidas homogéneamente en el Universo. A su vez, existen concentraciones de cúmulos de galaxias a las que se les denomina *supercúmulos*. Estas agrupaciones son las mayores estructuras que se conocen en el Universo. Hasta hace apenas unos años se pudo determinar cómo son estos supercúmulos, encontrándose que tienen formas de filamentos y superficies que rodean otras zonas más vacías. Es decir, si tratáramos de representar la estructura a gran escala del Universo lo haríamos con una esponja en cuyas paredes se encontraría la mayor parte de las galaxias y en cuyos espacios habría muy pocas de ellas.

PROPIEDADES DE LA VÍA LÁCTEA

número de estrellas	400 000 millones
distancia del Sol al centro	28 000 años luz
diámetro del disco	100 000 años luz
espesor del disco	3000 años luz
diámetro del abultamiento central	30 000 años luz
diámetro del halo	300 000 años luz



Fotografía de una galaxia espiral en la constelación de Piscis. El plano de esta galaxia es perpendicular a la línea de la visual.

La formación de las galaxias

Ha sido muy difícil saber cómo se formaron las galaxias. La dificultad principal está en las propiedades del Universo inicial, durante el primer millón de años. En esta fase el Universo era muy uniforme; es decir, que si existieron momentáneamente diferencias de densidad entre una parte del Universo y otra, debieron de desaparecer por la uniformidad de la radiación, que en esa época era muy intensa. Si se parte de este estado de uniformidad resulta complejo entender cuál fue el mecanismo responsable de la formación de las irregularidades iniciales que dieron origen a las galaxias. En todo caso, la fuerza de gravedad es la principal responsable de la condensación y formación de las galaxias (y de las estrellas), ya que debido a ella se espera que cualquier perturbación se amplifique, y las regiones más densas atraigan a la materia que las rodea haciéndose cada vez de mayor densidad.

Otro de los problemas importantes es tratar de entender cómo se forman las estrellas en las distintas galaxias. En general, en las galaxias irregulares la formación de estrellas se ha realizado lentamente, mientras que en las elípticas estos astros se formaron desde las primeras etapas; en las galaxias espirales el proceso de formación de estrellas ha sido lento y aún prosigue.

Aunque contamos con muchos datos acerca del gran conjunto de cuerpos que forman el Universo, la información no es completa y a veces es contradictoria. Esto solamente indica que nuestro conocimiento es imperfecto. Así, aunque día con día se avanza en el estudio del Cosmos, cada vez surgen nuevas preguntas. Ser partícipe de la actividad de investigación astronómica es muy estimulante; ésa es la opinión de todos los que la realizamos. ■

LA DANZA DE SHIVA Y LOS PROCESOS CÓSMICOS

En los Vedas, las escrituras sagradas más antiguas de la India, hay varios relatos sobre la creación del Universo e ideas muy diferentes acerca de la divinidad. Esto haría pensar en una inconsistencia, si no fuera porque el hinduismo sitúa la esencia de su propia sabiduría más allá de los credos y los dogmas, más allá, incluso, de las escrituras mismas.

Los himnos védicos se consideraron como la revelación tenida por diferentes *rishis*, sabios o videntes divinos, que en estados profundos de meditación recibieron el conocimiento de la filosofía así como de las diversas disciplinas y artes. Uno de estos himnos dice que tales sabios, que fueron también los primeros poetas, "por su sabiduría, hallaron el vínculo del ser con el no ser, al buscar en lo profundo de sí mismos".¹

Uno de los más distinguidos historiadores de la filosofía de la India, S. Radhakrishnan, quien fue filósofo él mismo, hace notar cómo tan sólo en el *Rig Veda* es posible percibir distintas fases de pensamiento religioso. Allí se concibe a la divinidad ligada a un panteísmo arcaico que personifica todas las fuerzas naturales, a un rico politeísmo en el que cualquier dios puede considerarse el dios supremo —noción que Max Müller llamó henoteísmo—, y finalmente a una visión no sólo monoteísta sino monista.

El Dios eterno, infinito, absoluto, trascendente, del cual son manifestación las muchas figuras de los diversos dioses ("El Ser es uno, los sabios lo llaman con muchos nombres", dice el *Rig Veda*), es una concepción teológica, similar a la del Yahveh bíblico o el Allah islámico. Sin embargo, no queda circunscrita a un carácter religioso sino que se convierte en una noción filosófica. No se habla ya de Dios, sino del Ser, el Uno, el Absoluto, Eso (*tat*), designaciones impersonales que revelan que la condición última del Ser está más allá del nombre y la forma, y más allá también de los atributos. En la India éstos serán asumidos por la multiplicidad de dioses, más asibles para la mente humana que un principio

abstracto. Detrás de cada uno de los dioses, sin embargo, está el Absoluto trascendente.

Más que frente a un monoteísmo aquí estaríamos ante un monismo, noción que reconoce un solo principio como origen, esencia y fin de todas las cosas. El monismo, o bien, el no dualismo, se encuentra presente en las corrientes filosóficas más vigorosas de la India. A pesar de grandes diferencias en el planteamiento y el alcance de esta idea, se halla en las Upanishads, en la filosofía de Shankaracharya (siglos VII y VIII d. C.), que representa la principal corriente del vedanta (vedanta advaita) hasta nuestros días, y en diversas escuelas shivaítas, especialmente en la de Cachemira (siglos IX al XIII d. C.).

Mencionaba al principio que hay en el *Rig Veda* distintos relatos de la creación del Universo. Vemos aparecer allí a Vishvakarman, el "hacedor de todo", una especie de arquitecto divino, lo mismo que a Hiranyagarbha, el "germen de oro", que a veces se describe como un huevo flotando en las aguas primordiales, de cuyo interior saldrá la creación. Se habla también del mundo surgiendo de los miembros del Pūrusha —hombre primordial— despedazado, y hay muchos relatos más.

También en el *Rig Veda* aparecen divinidades protectoras del Universo ya creado: el dios Varuna y el principio del orden cósmico o *Rta*, sostienen la creación, que de lo contrario se disolvería.

Igualmente, hay dioses de destrucción, como Nirrti, una diosa fatídica, o Rudra y los Maruts, que son deidades de la tempestad, del peligro y la catástrofe. Rudra, sin embargo, aparece como benévolo para sus devotos. De hecho, uno de sus epítetos, Shiva —el bueno—, es el nombre suyo que prevaleció —y que acaso fue el resultado final de un sincretismo entre el Rudra védico y un Shiva cuya antigüedad predata la escritura misma de los Vedas y el surgimiento de la cultura de la que provienen.²

²Anterior en muchos siglos a la supuesta inmigración de tribus arias, provenientes del Asia central y portadoras de la cultura védica, fue la gran civilización del Valle del Indo, donde aparecen las primeras estatuas con ciertos rasgos asociados tradicionalmente con Shiva.

¹ *Rig Veda*, X, 129, ("Nasādiya Sukta"), 4.



Sin tener en los Vedas un orden específico que permitiera suponer una prioridad o una mutua relación de estos tres conceptos de creación, sostenimiento y destrucción, de cualquier forma están ya prefigurando una noción importante y de gran continuidad en el pensamiento hindú: la de los procesos cósmicos.

El hinduismo clásico, posterior en muchos siglos a la época védica, asignó a distintos dioses estas funciones cósmicas: a Brahmā³ la de la creación, a Vishnu —dios que aparece escasamente en los Vedas— la del sostenimiento del Universo creado, y a Shiva la de su destrucción o disolución.

La disolución se ve, más que como un exterminio apocalíptico, como una reabsorción de lo creado en el seno del Ser. Shiva es también un símbolo de la liberación última, que disuelve el ego y funde el ser individual con el Absoluto.

El shivaísmo de Cachemira concibe también otros dos procesos cósmicos, además de la creación, el sostenimiento y la disolución, a saber: el ocultamiento y la revelación o gracia.

Dentro del shivaísmo, Shiva representa no sólo la destrucción sino todos los demás procesos cósmicos. Estos cinco procesos están simbolizados en una escultura donde aparece Shiva como Natarāja, el rey de los danzantes o de los actores. Ésta es una de las figuras más bellas y perfectas del arte de todos los tiempos. Junto a su espléndido movimiento, contiene en sí esta

³ Brahmā, el dios creador, no debe confundirse con Brahman, el Absoluto supremo, según lo designan las Upanishads.

concepción del Universo, que a su vez está expresada, en todo su alcance, en la filosofía del shivaísmo de Cachemira.

Durante la Edad Media abundaron en el sur de la India imágenes de Natarāja, hechas de bronce, con diversas variantes. Proliferaron tanto que es frecuente encontrar magníficas piezas en museos occidentales. Y aunque hay detalles que varían, los elementos más importantes son siempre los mismos y en ellos es donde quedan reflejados los cinco procesos cósmicos.

Shiva danza, y su danza representa esos movimientos. El Universo mismo es su escenario: el centro del Universo. Éste se encuentra en la sala dorada de Chidambaram, según una de las leyendas de los Puranas, y en última instancia ese centro del Universo está en el corazón de todo ser humano.

De las numerosas descripciones que se han hecho de esta figura, doy algunos datos. La descripción misma, partiendo del simbolismo de cada elemento, e independientemente de las explicaciones proporcionadas por las hermosas leyendas puránicas, revela el trasfondo filosófico del shivaísmo.

Shiva danza en un círculo de llamas que representa la manifestación. Algunas esculturas reproducen al pie de la estatua un *makara*, un animal acuático, sagrado, en este caso bicéfalo. De una de sus fauces sale el círculo de llamas, que llega a la otra. El comienzo y el fin son lo mismo.

La estatua muestra a un Shiva en movimiento, acaso saltando, con un pie al aire y los cabellos, de largos rizos enmarañados, flotantes. Su cuerpo es tan esbelto, que las personas no familiarizadas con la cultura hindú a menudo piensan que es el de una diosa. Tiene cuatro brazos, que representan sus muchos poderes. En su rostro hay una expresión de gozo sereno.

En la cabeza lleva varios emblemas: una luna en creciente que simboliza no sólo la energía en ascenso que sucede a la Luna nueva, sino también el *soma*. En sánscrito, *soma* designa a la Luna y en los Vedas es una bebida ritual y el néctar de la inmortalidad con que se embriagan los dioses; igualmente, es el néctar interior que el yogui prueba en estados de meditación profunda.

Hay también en la cabeza de Shiva una flor de datu-
ra, una calavera y la carita de la diosa del río Ganges. Los Puranas proporcionan las leyendas respectivas que explican el origen de estos elementos en Shiva, así como también el de la cobra que trae enredada al cuello a manera de guirnalda, la piel de tigre con que se cubre y la figura del enano sobre el que se encuentra.

La cobra y el tigre son animales consagrados a Shiva. Con frecuencia se le muestra sentado, meditando sobre una piel de tigre. La cobra es un emblema de la energía interior llamada Kundalini, que es también la

Shakti.⁴ Shakti quiere decir energía, y es la energía divina, el poder mismo de Dios. En los mitos aparece personificada como la consorte de Shiva, como su amada eterna. Hay otra escultura en donde Shiva aparece unido a Shakti de una manera tan estrecha que están en un solo cuerpo: la mitad izquierda es femenina, y la derecha, masculina. Esta figura se llama Ardhanarishvara, “el Señor que es mitad mujer”.

El Shiva danzante lleva un arete de hombre en la oreja derecha y uno de mujer en la izquierda, representando de una manera sintética al Ardhanarishvara, que es la totalidad, la unión de contrarios.

El shivaísmo no habla de dos principios sino de dos aspectos de un solo principio supremo, al cual llama Paramashiva. Cuando la creación va a empezar, este principio comienza a polarizarse en esos dos aspectos complementarios: Shiva y Shakti, que producen una vibración llamada *spanda*. Esta vibración será eventualmente la materia prima del Universo. La vibración es el sonido primordial —la sílaba *om*—, también llamado *nāda*, que se concreta en un punto infinitesimal de energía tremendamente concentrada, el *bindu*, de donde surgen todas las fuerzas de la creación y a donde vuelven. Al estallar —*Big bang, avant la lettre*—, el *bindu* da origen a la manifestación del cosmos, *kalā*. Y al término de la manifestación o, según apunta Mark S. G. Dyczkowski en *The Doctrine of Vibration*, “cuando la objetividad exterior se reabsorbe en su fuente trascendente, el *bindu* es el punto en el que todos los poderes manifiestos de la conciencia se reúnen y se fusionan”.⁵

La energía se convierte en materia en el camino descendente hacia la manifestación, y la materia en energía en el camino inverso. Shiva es un principio estático y trascendente, y Shakti, dinámico e inmanente. Por tanto, el Ser o Dios, en cuanto tal, es a la vez inmanente y trascendente, estático y dinámico. Ninguno de esos principios opuestos anula o disminuye al otro, y existen únicamente por el propósito de la creación. En sí mismo el Ser está más allá de cualquier par de opuestos.

El Universo también se describe como el juego amoroso entre Shiva y Shakti. Dice también Dyczkowski refiriéndose a ellos dos: “El eterno ritmo de la creación y la destrucción cósmica está en consonancia con el pulso de su unión y su separación. El *spanda* es la relación gozosa de estos dos aspectos a través de los cuales se despliega el Universo.”⁶

Volviendo a la figura de Natarāja, tenemos que se vale de diversos símbolos para expresar estos procesos. La

⁴Se considera que la Shakti o energía divina tiene dos aspectos: uno exterior, que crea el Universo y mantiene vivos los cuerpos; el otro, interior o secreto, en el individuo toma la forma de la Kundalini, energía espiritual latente, que al activarse tiene la capacidad de conducir hacia la iluminación.

⁵Mark S. G. Dyczkowski, *The Doctrine of Vibration*, SUNY Press, Nueva York, 1987, p. 188. Las traducciones de ésta y la siguiente cita son mías.

⁶*Op. cit.*, p. 100.



creación está representada en el tambor que sostiene en la mano posterior derecha. Su sonido es ese mismo sonido primordial que da origen al Universo. Más que creación, en el shivaísmo se puede hablar de manifestación o incluso de emanación. El pensamiento de la India no tiene una concepción lineal del tiempo sino cíclica. Ha habido muchas creaciones y cada disolución supone simplemente una nueva creación. Es el ritmo eterno del devenir. De igual manera, los seres humanos nacen y mueren para reencarnar otra vez. Sólo romperán ese ciclo al alcanzar la liberación definitiva, que es la meta final de todo.

La mano anterior derecha de Shiva, que tiene la palma extendida hacia adelante, se encuentra en el gesto llamado *abhāya mūdṛā*, que es una bendición, un gesto conciliatorio que quiere decir “no temas”. Lo que implica es la protección y el sostenimiento de ese Universo que se ha producido. Significa también esperanza y tranquilidad, la conservación de un orden. A veces se considera más importante que la creación misma, pues mucho más difícil que dar a luz una criatura es cuidarla y sostenerla.

La creación es el primer proceso cósmico, o la primera *kr̥tya* o acción de Shiva. El segundo es el sostenimiento. El tercero, la disolución. También es impropio

hablar de una destrucción, por las razones apuntadas. Más que destruirse, el Universo —o la conciencia individual— se reabsorbe y se disuelve, se funde en la unidad primordial. Asimismo debe señalarse que esos cinco procesos no sólo ocurren en el cosmos sino en el individuo. Todo proceso de pensamiento, todo acto de conciencia, e incluso el proceso de despertar del sueño, siguen esa secuencia. Lo que cambia es que el escenario donde todo ocurre no es el cosmos sino la mente humana.

La disolución está representada en el Shiva Natarāja por una llama que lleva en la palma de su mano posterior izquierda. Ése es el fuego de la disolución universal. En el shivaísmo el poder destructor de Shiva es muy importante, porque es el único capaz de destruir los males del individuo, la raíz de su ignorancia y su sufrimiento. En un nivel supramoral, es el fuego que lo reduce todo a la unidad, quema la conciencia fragmentada del individuo y “reduce todas las cosas a una sola semejanza”, para usar una sorprendente frase de Plutarco.⁷

El cuarto y el quinto procesos cósmicos, que en la figura están representados por los pies, son mucho más complejos y difíciles de entender. En principio, hay que recordar la doble lectura pues cada proceso ocurre tanto en el plano cósmico como en el individual. Igualmente hay que apreciar en la figura de Natarāja que uno de los pies está asentado y el otro se encuentra en el aire, indicando que Shiva toca dos realidades a la vez.

El cuarto proceso o acción cósmica es el ocultamiento. Por un lado se refiere al ocultamiento de la manifestación, que una vez disuelta vuelve a su estado seminal y queda en una condición latente, hasta la nueva creación. Por otro lado, desde la perspectiva del individuo, este ocultamiento alude al estado latente en que yace la Conciencia suprema dentro de él, como la energía Kundalini dormida. En ese estado sólo es posible la percepción de la realidad fenoménica, la apariencia, que es lo que el vedanta llama *Māyā*.

En el vedanta, *Māyā* tiene dos poderes, uno que vela y otro que revela. A medida que revela el mundo de los fenómenos, en razón inversamente proporcional vela a la Realidad suprema y viceversa, la misma *Māyā* tiene el poder de revertir ese proceso y velar las apariencias para revelar la Verdad.

En la figura de Natarāja la apariencia fenoménica, que tiene la connotación de una ilusión, de un engaño, está representada en el enano que Shiva pisa con el pie derecho. El enano es también una imagen de la contracción de la Conciencia suprema, que asume voluntariamente una serie de limitaciones para poder experimentarse a sí misma como un ser individual.

⁷En su tratado *De la E en Delfos*, Plutarco habla del “dios”, que a veces asume la forma de la multiplicidad y crea el Universo, aspecto bajo el cual es conocido como Dionysos o Zagreus porque se despedaza en la pluralidad de las criaturas del mundo, y otras, toma la forma en que reduce toda la diversidad a la unidad o a la semejanza, y entonces se le conoce como Apolo o Febo. La naturaleza del dios es alternar estas dos funciones.

En un esquema donde el shivaísmo habla de treinta y seis *tattvas*, que son principios o categorías cósmicas, o bien, planos de manifestación —y de conciencia—, es fácil ver cómo la omnipresencia de la suprema Conciencia divina se convierte en espacio, la eternidad en tiempo, la voluntad plena en deseos particulares, la omnisciencia en conocimiento parcial, la omnipotencia en acciones limitadas.

Un texto sintético del shivaísmo de Cachemira, la Doctrina del reconocimiento o *Pratyabhijñā-hṛdayam* de Kshemarāja (siglo XI), describe en veinte aforismos todo el proceso del cosmos, y en él tienen una relevancia muy específica los aspectos del ocultamiento y la revelación. En este libro se describe la acción de la Shakti, que es el poder divino de Shiva, para producir, sostener y disolver el cosmos. La Shakti es energía y conciencia a la vez.

Los aforismos dicen que la Conciencia suprema, por su voluntad soberana, es la causa de todos los procesos cósmicos; ella despliega al Universo de sí misma y sobre sí misma. Desde su estado más elevado, desciende hacia la manifestación, contrayéndose. La Conciencia suprema queda así convertida en la mente individual, que desconoce su identidad, su origen y el hecho de que ella misma puede también efectuar las cinco acciones o procesos cósmicos, tal como Shiva. Cuando lo descubre, en lugar de nutrir su permanencia en el mundo fenoménico, inicia el viaje de retorno hacia su estado originario. Lo que se había contraído se expande nuevamente; la mente individual vuelve al estado de la Conciencia última, y el individuo deja de ser tal y alcanza el estado perfecto, el del ser liberado, idéntico a Shiva.

El quinto proceso, llamado revelación o gracia (*anugrāha*) es lo que constituye el punto de retorno en todo el ciclo cósmico. En la figura lo representa la mano anterior izquierda de Shiva, que señala al pie izquierdo, levantado en el aire. Los pies son sagrados en la India y siempre se asocian con el Maestro espiritual pues se considera que por los pies fluye su energía hacia los demás. Que se señale el pie indica la acción misma de la gracia del Guru o de Shiva, que es el Guru primordial.

La gracia consiste en el despertar de la energía Kundalini, que pone en marcha todo el proceso de retorno a la unidad primordial. Si la Conciencia suprema ha elegido manifestarse hasta llegar a la contracción máxima, representada por el enano, también elige, llegado el tiempo, el retorno, por medio de la expansión y el ascenso, hacia su estado originario. La revelación o gracia representa la unidad del Ser consigo mismo.

¿Para qué todo esto? La respuesta misma está en la figura de Natarāja. Uno de los *Siva Sūtra*, la escritura más importante del shivaísmo de Cachemira, dice: “El Ser es un actor.”⁸ La sobreabundancia de gozo, la voluntad de juego es la única respuesta. El Ser juega a asumir los papeles de todos los individuos, e inicia la danza, la sostiene por un momento y finalmente, cuando termina, vuelve a ser él mismo. Desde este punto de vista, nosotros mismos somos ahora y aquí ese actor en plena representación. ■

⁸“Nartaka-ātma”. *Siva-Sūtra*, II, 14.

LUIS F. RODRÍGUEZ

EL MISTERIO DE LOS DESTELLOS DE RAYOS GAMA

El problema se conocía desde 1969, cuando se detectó el primer caso; sin embargo, su descubrimiento no se hizo público hasta 1976. De cualquier manera, hasta hace poco la mayoría de los astrónomos habíamos prestado escasa o nula atención al misterio de los destellos de rayos gama.

Provenientes de distintas regiones del cielo, aparentemente sin ton ni son, llegan a la Tierra breves pero energéticos chubascos de rayos gama. La duración de estos destellos es corta, generalmente entre una décima de segundo y 100 segundos. No se sabe qué clase de astro produce las efímeras emisiones pero conforme BATSE, el telescopio de rayos gama en órbita diseñado para detectarlos, detecta más y más destellos a la tasa de aproximadamente uno al día, la profundidad del enigma se ha hecho evidente.

El descubrimiento de los destellos de rayos gama (*gamma ray bursts*) ni siquiera tuvo que ver propiamente con la astronomía sino con las armas nucleares. En 1963 varios países que poseían armas nucleares firmaron un tratado que prohibía explosiones nucleares en la atmósfera o en el espacio exterior (las explosiones subterráneas se consideraron aceptables). Para vigilar que este tratado se cumpliera, los Estados Unidos pusieron en órbita la serie de satélites Vela que podía detectar los energéticos rayos gama que se producirían durante la fusión o fisión atómica de las explosiones. Los rayos gama son la forma de radiación con más energía que conocemos.

El espectro electromagnético se divide en seis *bandas* que en orden de menor a mayor energía son: las ondas de radio, la radiación infrarroja, la luz visible, la radiación ultravioleta, los rayos x y los rayos gama. Uno de los descubrimientos fundamentales de la física es que estas *distintas* radiaciones son en realidad el mismo fenómeno: fotones que viajan todos a la velocidad de la luz. El ojo humano sólo puede captar la luz visible pero las otras radiaciones son ya bien conocidas incluso para la gente común y corriente. Las ondas de radio se usan para transmitir señales de radio y televisión y para calentar comida en los hornos de microondas, la radiación ultravioleta es la que broncea nuestra piel al asolearnos, y los rayos x se usan para hacer radiografías y tomografías. Los rayos gama no se utilizan en aplicaciones cotidianas porque son muy difíciles de producir y por ser aun más peligrosos (por su gran energía) que los ya muy peligrosos rayos x. En términos comparati-

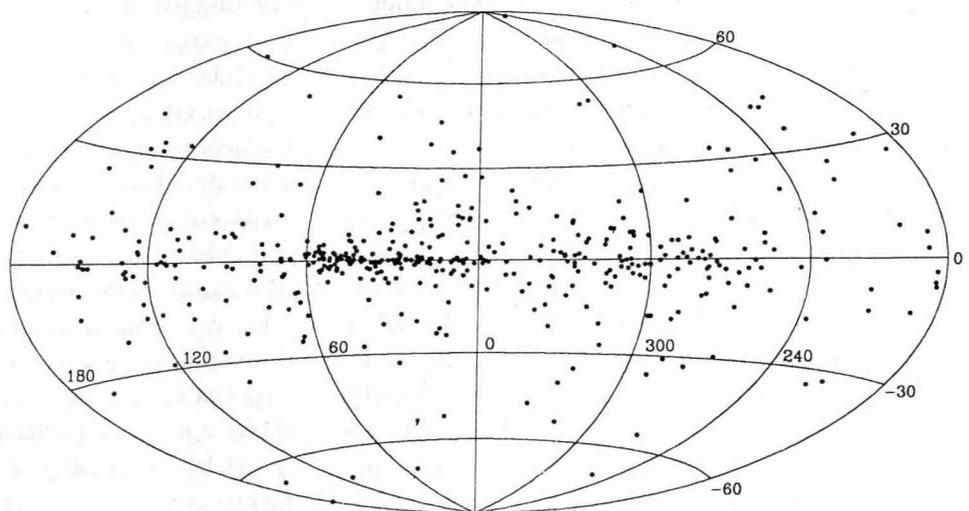


Fig. 1 Distribución en el cielo de los 440 pulsares conocidos en 1988. Las líneas aproximadamente horizontales dan la latitud galáctica, las aproximadamente verticales dan la longitud galáctica. La mayoría de los pulsares aparece cerca de la línea horizontal con latitud cero, la cual marca el plano de nuestra galaxia.

vos, un fotón gama contiene millones de veces la energía de un fotón de luz. Afortunadamente, la atmósfera terrestre nos protege de los rayos gama que existen en el espacio porque los bloquea. Por otra parte, la gran opacidad de la atmósfera a los rayos gama obliga a los astrónomos a colocar sus *telescopios* de rayos gama en órbita, por encima del manto protector de la atmósfera.

Los satélites Vela pronto comenzaron a detectar destellos de rayos gama pero éstos no provenían de la atmósfera terrestre o del espacio inmediatamente exterior a la Tierra sino de distintos puntos en el cielo. Los detectores de rayos gama colocados en éstos y otros satélites eran (y por desgracia siguen siendo) bastante primitivos en cuanto a su capacidad para determinar de qué punto exacto del cielo provenía el estallido. Es decir, no son propiamente telescopios en el sentido de que puedan ser apuntados hacia una dirección sino que detectan la radiación que les llega de cualquier ángulo. La manera de determinar de dónde viene esa radiación requiere de al menos dos o, preferentemente, de varios satélites. Así, si el satélite A comienza a detectar el destello una fracción de segundo antes que el satélite B, podemos concluir que la radiación viene del lado del cielo donde está el satélite A. Combinando los tiempos de llegada de los destellos a varios satélites se podía hacer una *triangulación* que permitía dar una posición celeste del origen de la radiación. Sin embargo, estas posiciones eran extremadamente inciertas, a veces sólo era posible afirmar que la fuente se encontraba dentro de regiones de 45 grados o más de tamaño (algo así como la extensión angular de un libro que sostenemos con las manos). Para establecer una comparación, la Luna tiene un diámetro de 0.5 grados (más o menos el diámetro angular del dedo pulgar visto con el brazo extendido). Otras ramas de la astronomía, como la astronomía óptica o la radioastronomía, pueden determinar la posición de las fuentes con una precisión millones de veces superior a la que logra la astronomía de rayos gama.

El fenómeno es verdaderamente espectacular y es una lástima que no se pueda ver a simple vista sino sólo con los detectores de rayos gama en órbita. Sin embargo, podemos imaginar cómo sería uno de estos destellos si hubiera un fenómeno equivalente (no lo hay) en la región visible del espectro electromagnético. Supongamos que en una noche oscura y despejada nos encontramos mirando la débil luz de las estrellas. Repentinamente, y en una parte cualquiera del cielo aparece por unos instantes una luz deslumbrante, tan brillante como el Sol, que se apaga de manera igualmente inesperada. Tratamos de averiguar cuál de los muchos astros que existen en esa dirección la produjo pero es inútil, hay demasiados de ellos y todo fue muy breve.

En efecto, dentro de las regiones tan grandes donde se proponía que estaba la fuente del destello de rayos

gama hay siempre un enorme número de estrellas, galaxias y nebulosas. ¿Cuál de ellas era la culpable? Era como preguntarle a un ciego de dónde había provenido el ruido de una explosión. "De por allá", contestaría, señalando vagamente una dirección.

Alrededor de 1976 se habían detectado unos sesenta destellos de rayos gama. Las posiciones se conocían tan deficientemente que no se podía apoyar o descartar siquiera si las fuentes que los producían estaban en nuestra galaxia. Si estas fuentes estuvieran distribuidas en nuestra galaxia aparecerían preferentemente en la dirección de la Vía Láctea. Como se sabe, el Sol es una de las 100 mil millones de estrellas que forman nuestra galaxia, que es un conglomerado de estrellas y nebulosas distribuidas en forma de una tortilla gruesa. Nosotros estamos cerca de la orilla de la galaxia y cuando ponemos en un mapa celeste las posiciones de fuentes que están en ella (por ejemplo, las llamadas nubes moleculares o bien las estrellas muy jóvenes), éstas aparecen en una banda que corresponde a la Vía Láctea. Desde luego, la Vía Láctea no es otra cosa que nuestra propia galaxia vista desde la Tierra.

Por otra parte, las fuentes que produjeron los destellos podrían ser, por ejemplo, otras galaxias lejanas, cada una como la nuestra, que se pueden encontrar en cualquier punto del cielo. Así, con tan sólo saber cómo están distribuidas las fuentes en el cielo, se empieza a entender su naturaleza.

Puesto que la ubicación de las fuentes de los destellos de rayos gama no se conocía bien, los astrónomos que estudiaban el problema favorecieron por muchos años a los pulsares como responsables del fenómeno. Los pulsares son el cadáver de lo que fue una estrella masiva; estrellas hechas de neutrones con radio de tan sólo unos diez kilómetros. Se les descubrió en 1967 y en la actualidad se conocen más de quinientos en nuestra galaxia.

Había buenas razones para favorecer a los pulsares. Primero, éstos son objetos galácticos, relativamente cercanos (astronómicamente hablando), y no era necesario atribuirles a los destellos de rayos gama energías extraordinarias, como sería el caso si colocáramos a las fuentes responsables en las mucho más lejanas galaxias externas, ya no digamos en los cuasares que en general están más alejados. Por ejemplo, un cerillo encendido colocado enfrente de nuestros ojos se ve tan brillante como una lámpara colocada a mucho mayor distancia pero intrínsecamente, el objeto más lejano tiene que ser más brillante.

Había otra razón para favorecer a los pulsares como las fuentes donde se producían los destellos de rayos gama. De los objetos que sabemos que existen sin lugar a dudas, los pulsares son capaces de producir los fenómenos y las radiaciones más violentas. Los hoyos negros, en caso de existir, los superarían pero su existencia no ha sido probada más allá de toda duda. Los pulsares son capaces de producir

emisiones de gran energía, porque aun cuando son pequeños tienen una gran energía rotacional (unos dan del orden de mil vueltas por segundo) y campos magnéticos inmensos, billones de veces los de una estrella normal.

Los pulsares galácticos son objetos que se encuentran distribuidos en el plano de nuestra galaxia. En la figura 1 mostramos la distribución en el cielo de los 440 pulsares conocidos en 1988. Como puede verse, los

pulsares aparecen preferentemente cerca de la línea horizontal en el centro del mapa, la que representa el plano de nuestra galaxia. Si los pulsares fueran los responsables de los destellos de rayos gama, deberíamos de ver que los destellos provienen preferentemente de esa banda en el cielo, la Vía Láctea. Pero hasta hace unos cuantos años los datos disponibles eran tan pobres que esta prueba no se podía realizar.

En abril de 1991, la NASA (National Aeronautics and Space Agency) de los Estados Unidos puso en órbita un satélite destinado a estudiar los rayos gama provenientes del Cosmos. De hecho, se trata de un verdadero observatorio de rayos gama en órbita y se le conoce como el Observatorio de Rayos Gama Compton (Compton Gamma Ray Observatory o GRO). Lleva el nombre de uno de los físicos más importantes de la primera mitad de nuestro siglo, uno de los primeros en trabajar con partículas y fotones de altas energías. Entre los instrumentos a bordo de este observatorio ocupa un lugar prominente el del Experimento para Detectar Fuentes Variables y de Destellos (Burst and Transient Source Experiment o BATSE). BATSE es una especie de octaedro en el que cada una de las caras es un detector de rayos gama. Los rayos gama tienen mucha energía y penetran los detectores, y son detectados por dos de las caras del octaedro. Si se conocen los tiempos exactos de impacto en cada cara, es posible dar posiciones con una precisión de unos seis grados (una precisión todavía bastante mala, si recordamos que la Luna tiene un diámetro angular de 0.5 grados). Por otra parte, BATSE tiene la ventaja de que puede ver casi todo el cielo de golpe (excepto el pedazo que le tapa la Tierra). Los telescopios ópticos y los radiotelescopios clásicos pueden ver las cosas con mucha precisión pero sólo pueden observar un pedazo del cielo a la vez.

BATSE es mucho más sensitivo que cualquier otro instrumento anterior y desde su puesta en órbita ha detecta-

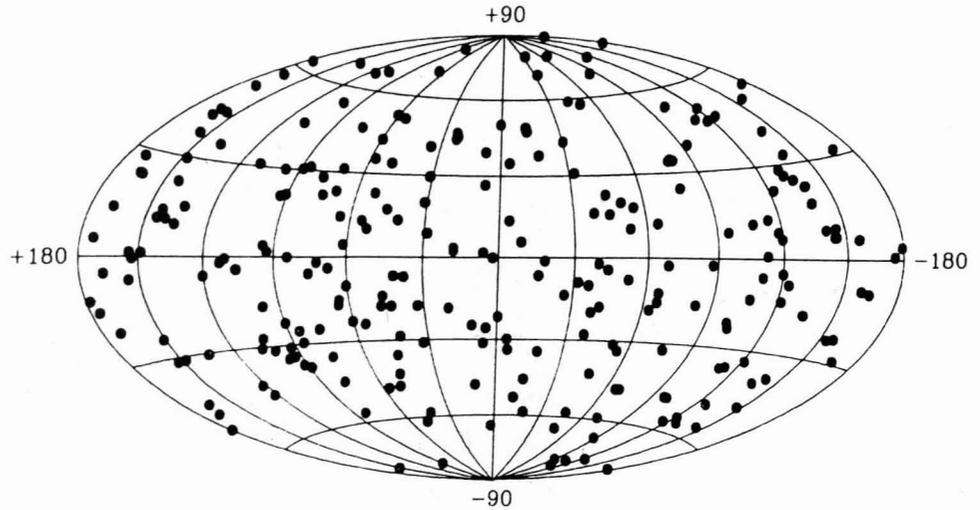


Fig. 2 Distribución en el cielo de los 260 destellos de rayos gama conocidos hasta principios de 1992. A diferencia de los pulsares (ver figura 1), los destellos están distribuidos uniformemente en el cielo, en lo que se conoce como una distribución isotrópica.

do destellos de rayos gama a la tasa de aproximadamente uno al día. Pronto el número de detecciones acumuladas excedió algunos cientos. Para la sorpresa de muchos, quedó muy claro que los destellos parecen venir de cualquier parte del cielo lo que descalifica a los pulsares como los responsables. En la figura 2 mostramos la posición en el cielo de los 260 destellos detectados hasta principios de 1992. Como se puede ver, están en todas partes, en lo que se llama una distribución isotrópica. Actualmente (mediados de 1994), el número de detecciones va ya por el millar y el resultado de una distribución isotrópica se ha fortalecido.

¿Qué cuerpos celestes pueden ser los responsables de los destellos de rayos gama si éstos están distribuidos isotrópicamente? Hay al menos tres cosas que se distribuyen isotrópicamente alrededor de nosotros. Por una parte, se podría tratar de algún fenómeno que se origina en algo cercano a nuestro sistema solar y que nos rodea. Por ejemplo, se cree que a nuestro alrededor podría existir una nube de asteroides y cometas (la llamada Nube de Oort en honor del astrónomo holandés que propuso su existencia; esta nube tendría un radio como de un año luz). Pero esta explicación es improbable: ¿cómo lograrían estos pedruzcos fríos e inertes producir los energéticos rayos gama?

Otra posible explicación es que los cuerpos responsables de los destellos estén en la corona de nuestra galaxia, una especie de esfera de unos cien mil años luz de tamaño en la que hay objetos viejos como estrellas que se formaron hace mucho y cúmulos globulares. Quizás en esta corona galáctica hubiese un gran número de objetos exóticos (¿hoyos negros?) que produjeran los destellos de rayos gama. Pero esta explicación tiene un problema. El Sol no está centrado respecto a la galaxia y a su corona sino que, como ya dijimos antes, estamos cerca de la orilla de ésta y

deberíamos ver más destellos hacia el centro de ésta que hacia afuera. Esto no se observa, al menos no con claridad.

La última posibilidad que nos queda es la llamada explicación extragaláctica: que los destellos se originen en otras galaxias lejanas. El problema de esta explicación es que para lograr que los destellos sean tan brillantes es necesario que el fenómeno que los produce, por encontrarse tan lejos, sea intrínsecamente de extraordinaria energía. Haría falta aniquilar estrellas completas para producir los destellos en otras galaxias. Hay, por otro lado, dos evidencias que favorecen la explicación extragaláctica. Por un lado, es posible estudiar los brillos relativos de los destellos y llegar a la conclusión de que las fuentes que los causan no se extienden indefinidamente sino que parecerían estar en una esfera de radio finito alrededor de nosotros. Se sabe que en el caso de distancias lo suficientemente lejanas estaríamos observando el pasado muy remoto, cuando aún no se habían formado las galaxias, con lo cual este resultado encontraría una explicación al no haber galaxias muy lejos.

Otro resultado que podría apoyar la hipótesis del origen extragaláctico radica en un estudio reportado muy recientemente. Al parecer, los destellos más débiles (que en principio corresponderían a las fuentes más lejanas), duran más que los destellos más brillantes (que en principio corresponderían a las fuentes más cercanas). Esta peculiaridad encuentra una explicación lógica en el modelo extragaláctico, puesto que en él los destellos débiles vendrían de fuentes que se alejan velozmente de nosotros (la ley de Hubble establece que mientras más lejana está una galaxia, más grande es su velocidad de alejamiento). Debido a las implicaciones de la teoría de la relatividad, el tiempo (visto por nosotros) transcurre más lentamente en estos velozes cuerpos cósmicos.

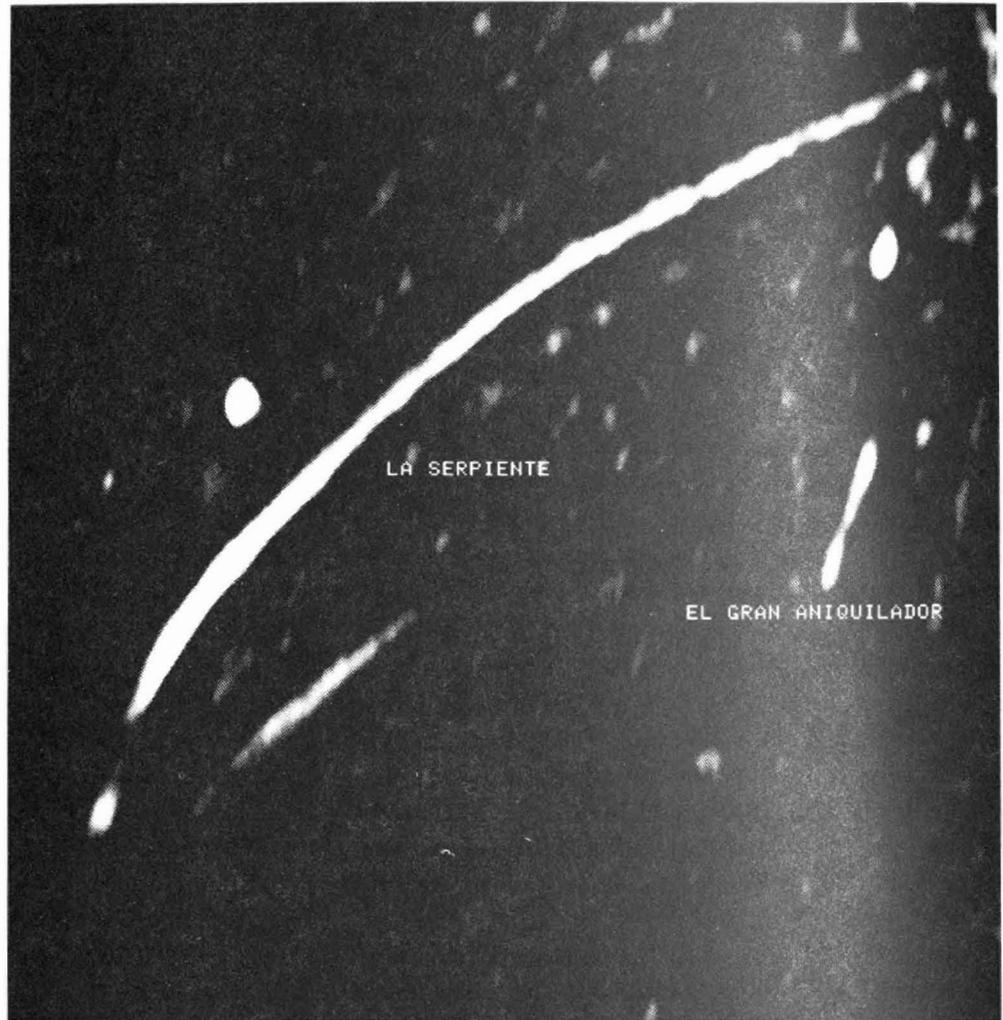


Imagen de una región cercana al centro de nuestra galaxia obtenida con el Conjunto muy grande de radiotelescopios a partir de ondas de radio con longitud de 6 centímetros. Dos objetos peculiares conocidos como "La Serpiente" y "El Gran Aniquilador" aparecen en la imagen. Este último es una fuente de rayos gama pero a diferencia de los destellos de rayos gama que tienen una duración muy breve y son muy intensos, la emisión de esta fuente es relativamente constante y más débil.

En cualquier caso, la identificación de las fuentes de las cuales provienen los destellos de rayos gama, las llamadas contrapartes, aún no se ha logrado. El problema es que: 1) las posiciones de los destellos son muy inciertas, y 2) los destellos duran muy poco, al grado de que cuando se enteran los astrónomos que están utilizando otros telescopios, ya sea en la superficie terrestre o en órbita, el destello ya terminó. Se ha establecido una red de colaboradores internacionales con objeto de que cuando se detecte un destello, su posición sea transmitida en segundos a los observatorios que forman parte de la red. También se habla de construir telescopios especiales que pudiesen ver todo el cielo, o al menos una parte muy grande de él, y que trabajen simultáneamente con algún telescopio de rayos gama. El costo de estos telescopios especializados es generalmente muy alto.

Todo parece indicar que pasarán muchos años antes de que encontremos la solución al misterio de los destellos de rayos gama. ■

HERNÁN LAVÍN CERDA

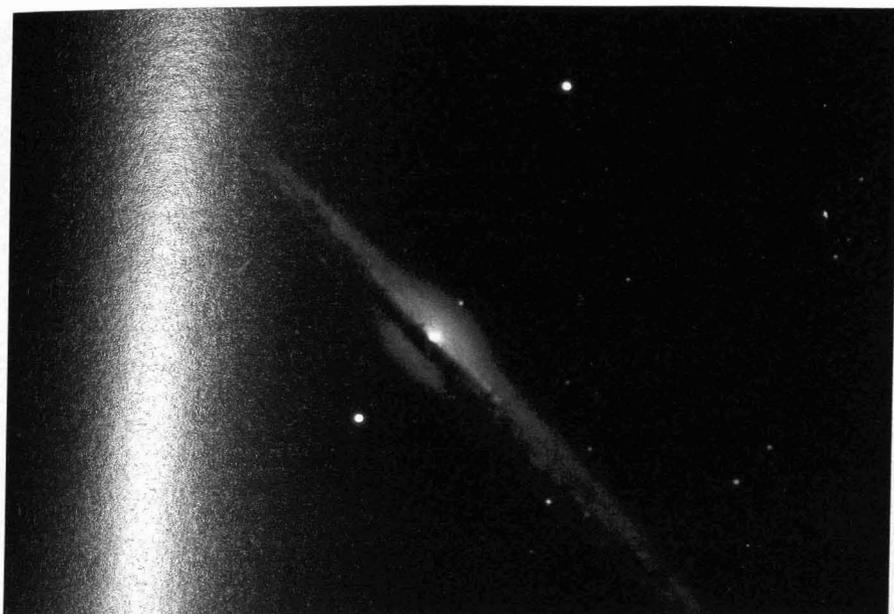
LA LECHE DEL AMANECER

*Te digo en serio que la muerte no existe.
De pronto lo descubres...*

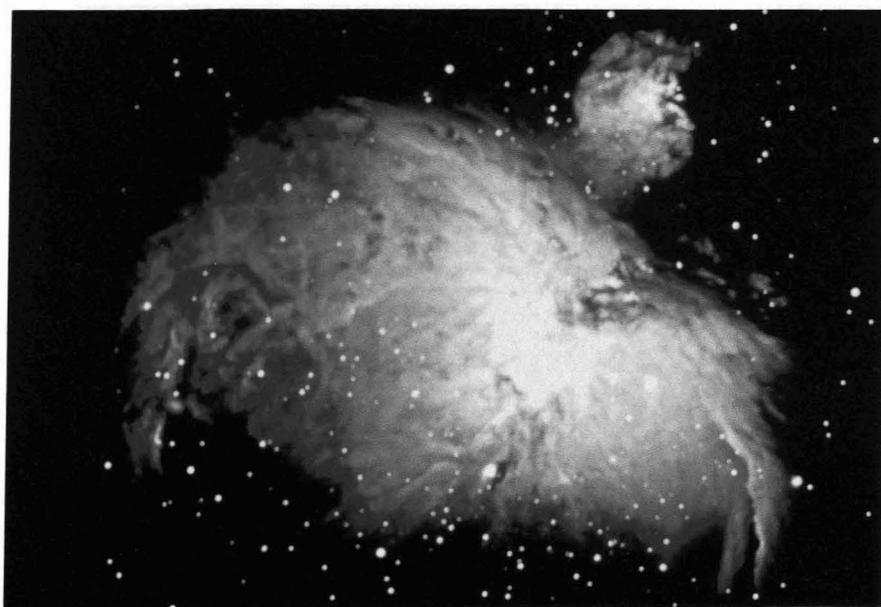
Jaime Sabines

Algunos dicen que sólo existe la muerte, aquel sonido puro, tal vez sólo existe la muerte inaugural, eso dicen, aquel sonido en la luz donde todo, casi todo se origina: luz verde y violeta, un verde arcaico, de roca milenaria, el arcaísmo del musgo que nace y muere en la región umbilical de las rocas, esa luz verde y violeta, casi todo se inaugura en el ámbar de aquella luz anfibia, el vértigo, sólo el vértigo en los huesos de la luz más antigua, sonido impuro, y más ambigua. El escándalo de la muerte en silencio, un silencio casi absoluto donde solamente se escucha el rumor de la luz amarilla, mientras las huellas van subiendo, suben y bajan las huellas de la luz con el zumbido de la muerte, aquella luz de ojos de gato, los gatos nocturnos con la luz entre las uñas, el silencio de la muerte que ya no existe, aquel sonido en la memoria, el desliz cuando tal vez sólo existen los huesos cuyo temblor es un río subterráneo de luz ingobernable, la lengua de los moribundos, el cántico, aquel zumbido más allá de la lengua del júbilo, aquella respiración que todavía es alabanza. Una vez más el espectáculo de la muerte en silencio, aquella luz más antigua y más anfibia, ese rumor en la luz de las aguas que se pierden sin descanso, aquellas aguas maternas, tan lentas y viscosas como la leche del amanecer. Toda la muerte, feliz, en movimiento perpetuo, como el viaje de aquellos trenes, el espectáculo de la muerte en estado de gracia, el más ambiguo de los viajes

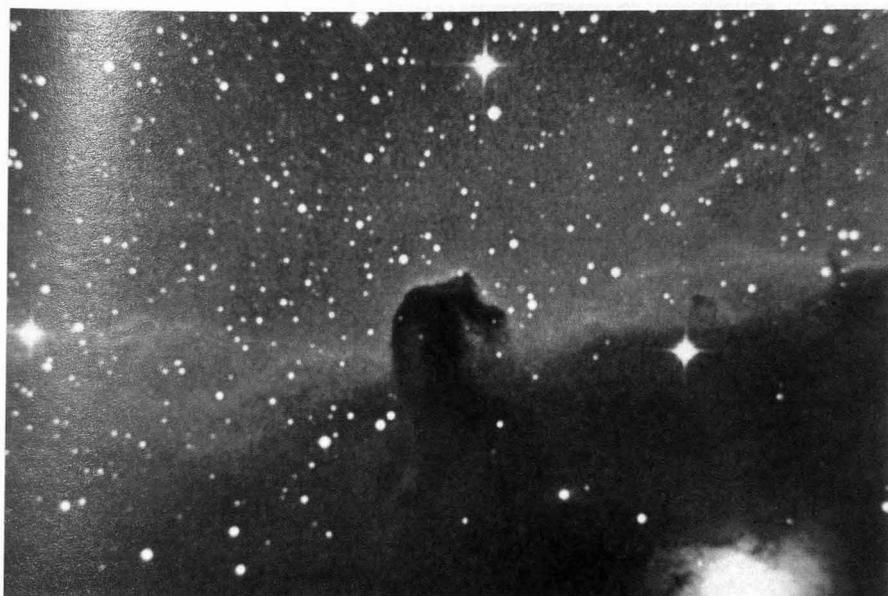
a través de la lluvia, el viaje más antiguo
a través del túnel de la lluvia, el movimiento solitario, verde
es el viaje, luz verde y violeta, aquella luz
más ambigua y más turbia, el viaje, sólo el viaje, aquel soplo,
aquel viaje al país de nunca jamás, de tal vez nunca,
allí donde llueve y las tórtolas son más pálidas
y más pensativas que los difuntos, allí donde sólo aquellos árboles
se iluminan desde el fondo de sus raíces enterradas en el agua materna,
ese verde arcaico, de roca anfibia, la roca
en su luz, los latidos de aquella luz, la luz más líquida:
llueve y llueve sin principio, hasta el fin
del mundo, lloverá, seguirá lloviendo sin principio y sin fin.
Ahora cantan los muertos, aquella memoria, la desnudez del origen,
los latidos de aquella memoria, verde es el río, el soplo,
ahora cantan los muertos y sopla un sonido en el corazón
de aquella luz, ahora cantan más allá de la lluvia
y todo es vertical y umbilical en el río de los moribundos
que seguirán cantando desde la luz de aquellas velas apagadas,
la luz más líquida en el abismo de las tumbas abiertas:
aún hay oxígeno en las tumbas y sopla el viento
del anochecer en la luz, aquella luz de ojos de gato,
los gatos nocturnos con la luz entre las uñas verdes,
aquel sonido en la luz donde casi todo se origina, luz verde
y violeta, casi todo es oscuro, todo se alumbra
en un soplo, aquella memoria, cantan los muertos, la desnudez
en la memoria, cantan los muertos y todo se alumbra una vez más,
aquella luz en el silencio de la muerte que no existe, sólo el vértigo. ■



Galaxia espiral en la constelación de Coma Berenice que aparece de perfil.



La Nebulosa de Orión es una región H II ionizada por estrellas calientes. (Fig. 2 / Artículo de M. Peña.)



La Nebulosa de la Cabeza de Caballo es una nube de gas molecular en la región de Orión. (Fig. 5 / Artículo de M. Peña.)



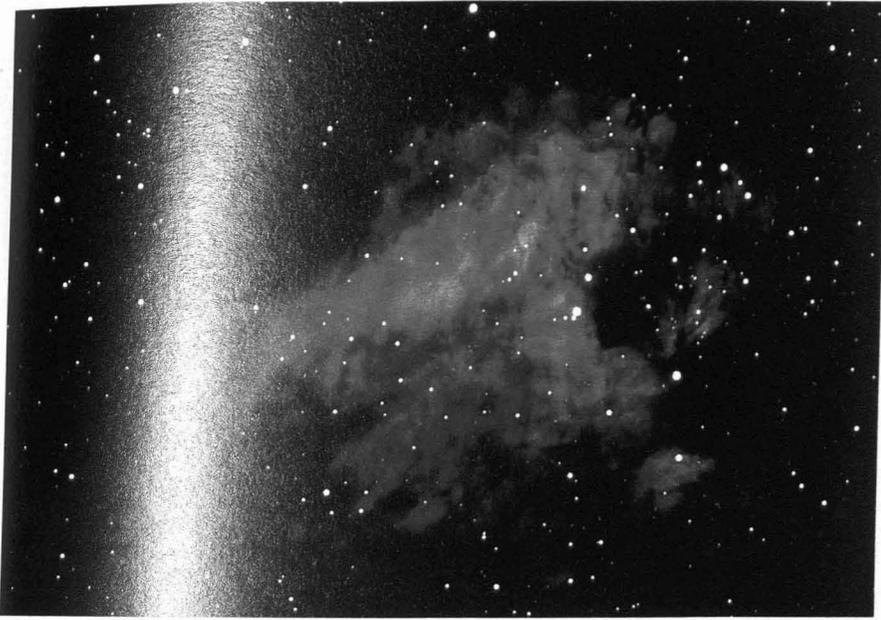
Fotografía de la galaxia de Andrómeda. La línea de la visual es tal, que aparece inclinada. En la fotografía también aparecen las galaxias elípticas NGC 205 y NGC 221, satélites de la de Andrómeda. (Véase artículo de S. Torres.)



Fotografía de un conjunto de galaxias llamado el "Quinteto Stephan". (Véase artículo de S. Torres.)

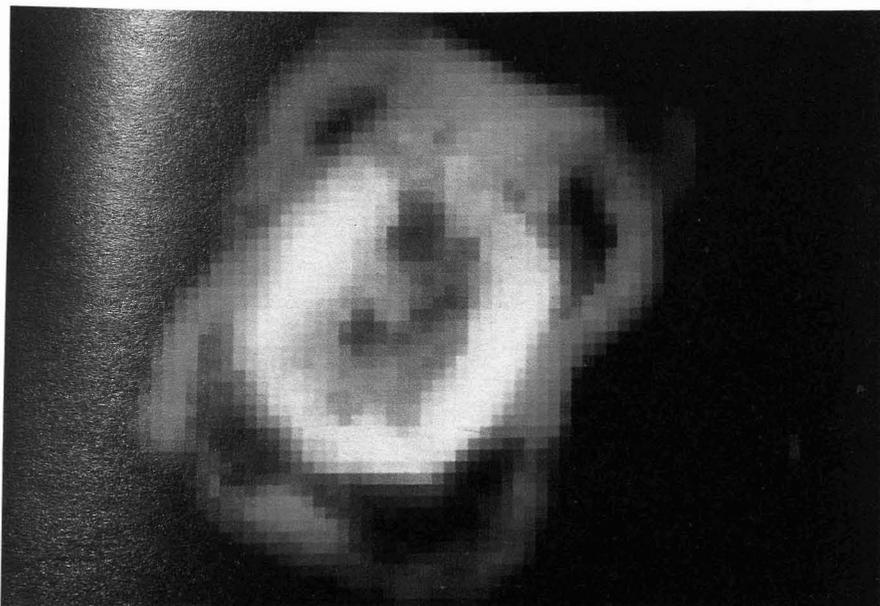
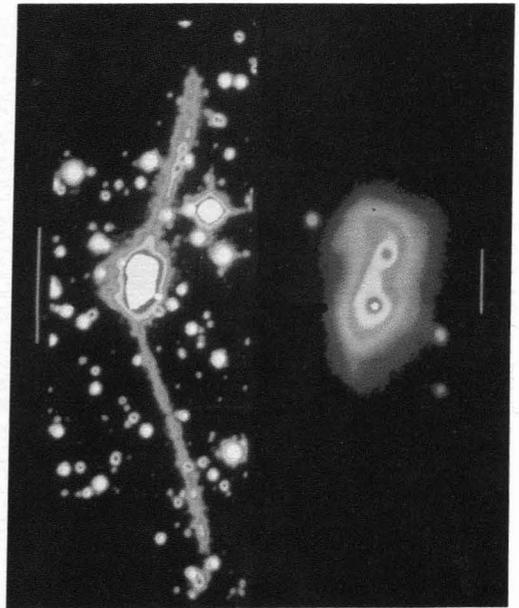


Región central de la Galaxia.



Región H II llamada La Laguna.

Galaxia conocida con el nombre de "Superantena". Originalmente descubierta por el satélite infrarrojo IRAS, esta galaxia emite casi toda su energía en el infrarrojo. En estas longitudes de onda (entre 20 y 100 micras) su luminosidad es diez billones de veces la luminosidad del Sol. En esta imagen óptica (en luz visible) tomada en el Observatorio Austral Europeo (ESO) en Chile con el telescopio MPI de 2.2 m, se ve que se trata realmente de dos galaxias que al chocar se han fusionado en una sola como resultado de la colisión. A la derecha se muestra una imagen profunda del núcleo en el que todavía se aprecia una estructura doble. (Tomado de Mirabel, Lutz y Maza, 1991, *Astron. & Astroph.* 234, 367.)



Una imagen compuesta por computadora de la nebulosa planetaria NGC 7027 en luz infrarroja.



Nube menor de Magallanes.



Región del cielo en la constelación del Cochero. La estrella más brillante es Capela y aparecen nubes tenues cercanas a ésta.



Región del cielo en la Nube mayor de Magallanes. La estructura complicada se llama La Tarántula. La estrella brillante es la supernova que explotó en febrero de 1987. Esta estrella ahora está muchísimo más débil.

JAVIER SICILIA

ALEGRÍA POR EL CUERPO

Eres, oh cuerpo oscuro, el siempre amado,
desnudo lecho en que los días fueron
y el placer de las noches donde ardieron
el sueño, la pasión y lo sagrado.

Por ti conoce el alma lo creado:
las formas de las cosas bajo el día,
tu desnudez más pura y la alegría
de sentirte en la sombra sosegado;
conoce el pan, el agua, la blancura
y el mar que bajo el cielo tiembla al roce
del ave y su secreta arquitectura...

Tantos dones al alma has entregado
que en la muerte, mi amor, sabré del goce
de haber vivido un día lo creado. ■

LA CREACIÓN DEL MUNDO Y LOS PRIMEROS HOMBRES ENTRE LOS CH'OLES DE CHIAPAS

Introducción

Los dos mitos que aquí presento forman parte de una rica literatura oral de los mayas y de su milenaria tradición cultural. Ambos relatos pueden considerarse típicos de su mitología contemporánea, por encontrarse muy extendidos en su territorio, por contarse con versiones escritas de los mismos registradas en varios de sus idiomas, y por el hecho de ser variantes de los mitos de creación, plasmados en el *Popol Vuh* de los maya-quichés de Guatemala.

El interés de las presentes versiones reside, por un lado, en que forman parte de una rica tradición oral de los ch'oles chiapanecos, de campesinos que hasta épocas recientes habitaron en un ambiente selvático, y cuya cultura ha sido poco estudiada debido a su relativo aislamiento. Por otro lado, se trata de mitos contados en español por un narrador muy especial, un *ladino* nacido en un pueblo indígena de la Sierra Norte. Estos mitos contados por Augusto tienen la cualidad de ilustrar un proceso poco reconocido de transmisión de la cultura indígena a la ladina, cuestionando así la noción unívoca que por lo general se tiene de estos procesos de interacción cultural.

El asunto cobra mayor relevancia en el contexto de los actuales sucesos en Chiapas, pues sugiere que la problemática social no se reduce a un antagonismo irreconciliable de ladinos contra indios, y que en todo caso, es necesario superar los abismos de incompreensión y discriminación prevalecientes. Y para ello, los mitos juegan un papel decisivo.

El registro de los textos lo realicé durante una práctica de campo en noviembre de 1988 al visitar a mi viejo amigo Augusto Gebhardt en el ejido El Limar del municipio de Salto de Agua. Conocí a Augusto en la primavera de 1984, la primera vez que trabajé en la región ch'ol y desde aquel entonces me impresionó su fluidez para hablar ambos idiomas y la profundidad de sus conocimientos de la cultura indígena, que como él reconoce, es la suya propia.

Salto de Agua, al igual que otros municipios ch'oles de la Sierra Norte, recibió una fuerte influencia de co-

lonos alemanes que llegaron a esas tierras, hacia fines del siglo pasado, para establecer haciendas cafeticultoras. Augusto nació en el poblado Potoja' del mismo municipio; es descendiente de alemanes e indígenas. Según cuenta, su interés por la cultura ch'ol le viene desde niño y, más adelante, por su experiencia de trabajo como informante del etnólogo Klaus Helfrich en la década de los sesentas. Para inicios de los setentas, Augusto participó en un movimiento de revitalización cultural promovido por misioneros franciscanos en la región. Producto de esa actividad fue la publicación de una breve gramática y vocabulario del ch'ol.¹ Posteriormente ese movimiento fue perdiendo fuerza pero Augusto continuó viviendo en El Limar, recogiendo en su memoria las tradiciones ch'oles y transmitiéndolas a los viajeros que como yo, supimos de él y lo visitamos.

Augusto me contó los dos relatos en cuestión con la idea de que algún día pudieran ser publicados y dados a conocer, para contribuir así a revalorar la cultura ch'ol. Ésa fue la intención al registrarlos en cintas magnetofónicas y al presentarlos ahora por escrito. Él se reconoce como un eslabón en la cadena de transmisión de la tradición oral indígena, cuya autoría corresponde en todo caso al pueblo maya en general. En esta tradición no suele darse "títulos" específicos a los relatos, como se acostumbra en la literatura occidental, de modo que en ambos casos, los he nombrado atendiendo a sus respectivas temáticas. Por otro lado, en esta transcripción he respetado íntegramente el lenguaje del narrador, sin agregar ni sustraer nada a lo dicho y tratando de reproducir los ritmos narrativos mediante los signos convencionales de puntuación.

La Creación

Ésta es una narración, la leyenda de un pueblo olvidado, los ch'oles, un pueblo al que sólo se le ha atribuido ignorancia, miseria y ¡cuántas cosas! Miseria, no se pue-

¹ Augusto Gebhardt y Fidel Torres, *Esqa-Ch'ol*, Chiapas, mimeo., s/f.

de negar, sí la hay pero ignorancia no; lo veremos en esta parte de su mitología.

Al principio no existía nada de lo que ahora existe, ni árboles, ni piedras, ni bejucos, ni nada. Sólo existía un ser, un ser omnipotente, un ser que lo creó todo, él es Ch'ujutat,² el amo del cielo, el que desde su corazón lo pensó y lo creó todo. Él es el único poderoso, nadie sabe de dónde vino, nadie sabe cómo se formó, él es nuestro hacedor, nuestro Dios.

Llegó el tiempo en que la Tierra debía ser, y Ch'ujutat, desde su corazón pensó, y desde su corazón movió todos los elementos para formar la Tierra. Así pues, dejó bajar un cordón, un cordón umbilical, cuyo extremo superior estaba unido a él, mientras en el inferior, allá en la profundidad, comienza a tener vida y forma la Tierra, que al principio era más blanda que el agua, más tenue que la nube, era casi como el viento. Pero el viento se convierte en nube, la nube en agua, el agua en lodo y el lodo en tierra. Ya una vez formada la Tierra, consistente, también forma Ch'ujutat doce seres, doce hombres, a quienes llamó *chumte' winik*. *Chumte'* es lo mismo que pilar y *winik*, hombre, de manera que *chumte' winik* lo podríamos entender como hombre-pilar.

Estos seres, muy fuertes, gigantes, fueron creados especialmente para cargar a la Tierra, doce *chumte' winik* cargan la Tierra, hasta hoy.

Pero estos seres cuando se cansan son relevados y mientras esto sucede, es cuando la Tierra se estremece. Una vez la Tierra sostenida por los *chumte' winik*, Dios creó también la primera generación, a semejanza de los que cargan la Tierra, por lo que también son llamados *chumte' winik*. Éstos también, fuertes y gigantes y además llenos de una prodigiosa sabiduría, lo mismo veían el tiempo hacia adelante que hacia atrás. Tanta era su sabiduría que no necesitaron de su creador y se rebelaron en contra de él, no reconociéndolo como a su creador.

Ch'ujutat, muy irritado, resolvió exterminarlos, y con ello deberían terminar también todos los animales que había creado. Eran de gran tamaño en aquel tiempo.

Así pues, viendo la soberbia del hombre, Ch'ujutat habló a la lluvia y le ordenó que bajara, y la lluvia obedeció, y la lluvia bajó, y llovió mucho, mucho tiempo llovió, hasta que la Tierra quedó completamente plana, quedó completamente inundada.

Algunos *chumte' winik* lucharon para salvarse subiéndose a la punta de los árboles, y así lo logran. Pasado el tiempo, las aguas se retiran pero quedan las espumas y éstas cada vez se fueron solidificando, cada vez más, hasta convertirse en las grandes rocas que ahora vemos.

También, después del diluvio, de la tremenda catástrofe, aparecen los cerros, a causa del movimiento de las aguas. En esta catástrofe todo pereció, menos aquellos

que se subieron a la punta de los árboles, el tepezcuintle y los peces.

Pasado el tiempo, Dios, el Creador, formó al zopilote y lo mandó a la Tierra, con el encargo de que no tocara nada de lo que viera. Pero el zopilote, de tanto volar, llegó cansado y hambriento y vio a los cadáveres y de ellos comió. Al regresar ante su creador, fue interrogado y maldecido. Desde entonces se alimenta de carroña.

Tiempo después, Ch'ujutat formó a la paloma y la mandó a la Tierra, y la paloma bajó a la Tierra, pero viendo tanta muerte, tanta desolación, tanta tristeza, no quiso quedarse y regresó a Ch'ujutat, a su creador, llorando y diciendo que la Tierra estaba muy vacía, triste, sólo había muerte, tristeza y humedad. Y así, por eso ahora la paloma, al volar, sus alas producen un sonido, como una sucesión de suspiros, recordando aquel tiempo de tristeza, muerte y soledad, que es cuando la paloma lloró.

Todavía pasa un tiempo más, y es entonces cuando Ch'ujutat baja a la Tierra y al llegar a ésta se encuentra con que todavía habían quedado algunos de los hombres, había algunos *chumte' winik*. Entonces Ch'ujutat les dijo: "¿qué, no yo he inundado la Tierra para que todo muera, para que todo perezca?" Por lo que los *chumte' winik*, los sobrevivientes respondieron: "si nos hemos salvado es porque tenemos inteligencia y no necesitamos ninguna ayuda. Por lo mismo tenemos derecho de seguir viviendo". Ch'ujutat les dijo, "está bien, seguirán viviendo" pero entonces los tomó y les arrancó las cabezas, colocándoselas después en los anos, para que éstas ya no fueran alimentadas con sangre sino con excremento y después les saldrían puras tonterías. Desde ese momento, los *chumte' winik* quedan convertidos en monos y trepan a los árboles, temerosos de que se vuelva a repetir el diluvio.

Pasa un tiempo más, y la Tierra comienza a producir plantas, siendo *ñox pimel*³ la primera planta. Esta planta es una solinacea, es tal vez la planta sagrada, la primera que nació después del diluvio.

Pasado algún tiempo, Ch'ujutat forma a dos niños, muy tiernos, pero sí robustos, inocentes, puros, y los deja sobre la Tierra. Ya la Tierra estaba cubierta de vegetación, se veían las imponentes montañas, verdes, los árboles hermosos, las praderas muy llenas de vegetación, por lo que ya era todo vida, todo alegría, todo era creación nuevamente. Así pues, los niños van creciendo, en cuerpo como en conocimientos, pues iban descubriendo, a cada paso, todo lo que el Creador había puesto.

Estos niños quedaron solos sobre la Tierra, aparentemente desamparados, pero no era así, porque eran bien protegidos por su creador. Así van caminando sobre la Tierra hasta llegar a las puertas de una cueva en donde había muchas piedras pero éstas tenían forma

² Ch'uj: "sagrado", tat: "padre".

³ Ñox: "vieja", pimel: "hierba".

de tigre.⁴ Uno de los dos tuvo miedo y se quedó en las puertas de la misma pero el otro se adentró y empezó a estudiar las piedras, y luego tocó una de ellas, y ésta, al momento cobró vida y se convirtió en un tigre. El niño se asustó pero al momento se dio cuenta de que el tigre no lo atacaba sino que daba muestras de afecto, de agradecimiento. Entonces el niño sale de la cueva y el tigre viene siguiéndolo cual si fuera un fiel perro. El que había quedado afuera, al ver salir a su compañero con el tigre se llenó de odio y envidia y sin dar tiempo a nada se lanzó sobre su hermano y lo mató. El tigre no intervino en defensa de su amo porque el fratricida, aunque de corazón malo, era creación directa de Ch'ujutat y no podía atraparlo. Sólo se limita a verlo, a ver cómo era muerto su amo y a la vez, cargado y llevado por una vereda y tirado en una laguna. Allí queda, el amo del tigre, flotando sobre la laguna.

Tiempo después, vienen tres zopilotes, bajan y se posan sobre el cadáver, discuten dónde debían comenzar el apetitoso banquete, pero en este momento interviene el tigre, que no se había separado de la orilla de la laguna sino que había quedado echado, siempre vigilando, y les dice: "no coman de eso, que es creación directa de Ch'ujutat". Los pajarracos inmediatamente obedecieron y emprendieron el vuelo. Pero al tomar impulso con sus patas, el cadáver fue echado hacia la orilla y así el tigre logra rescatar a su amo. Lo saca con mucho cuidado de la laguna y lo pone en un lugar plano, lo más cómodamente que pudo, y así el tigre comienza a lamer y lamer a su amo. Éste comienza a mover los ojos, las manos, los pies y se incorpora.

Desde ese momento son inseparables hombre y tigre. El hombre llama Wäy⁵ a su tigre y el tigre a su vez, lo llama Xän Ok.⁶ Y así, Xän Ok y Wäy siguen sobre la Tierra, siempre estudiando, siempre aprendiendo, siempre descubriendo. Llega Xän Ok a la edad *xinte'*, o "media vida", y es cuando descubre que necesita un compañero, y ese compañero no debe ser un hombre, sino una compañera, una mujer. Ésta era una prueba por la que debía pasar Xän Ok, esto esperaba Ch'ujutat que hiciera Xän Ok. Y así, él va en busca de la mujer, siempre estudiando, buscando, con la esperanza de encontrarla. Ya se acerca al lugar donde está ella, allí está con Ch'ujutat, y su hijo, ya que Ch'ujutat tiene un hijo. Pero al llegar cerca del lugar se encontró con que éste estaba resguardado por una enorme serpiente, que no era otra cosa más que Xiba', el demonio. De pronto comprendió Xän Ok que ésta era una prueba más y que debía pasarla. De pronto, y con la ayuda de su tigre y sin más pensarlo, se lanza sobre él y lo vence. Una vez vencido el demonio, entra al lugar de Ixik.⁷ Pero él no

dice nada a Ch'ujutat. Él, cuando es interrogado dice que ha llegado de pura casualidad. Eso también era una prueba por la que debía pasar Xän Ok.

Mientras tanto, el hermano, después de haberlo tirado en la laguna, se había adentrado al bosque y desde allí vigiló qué pasaba con su hermano y vio todo cuanto había sucedido, y ya no se le acercaba al hermano porque había visto la superioridad de éste. Pero al llegar al lugar de Ixik y ver que el hermano no pedía nada, se acercó y se presentó ante Ch'ujutat, reclamando y pidiendo un premio por todo lo que había descubierto, mintiendo, desde luego, porque nada más se había valido, había aprendido de lo que el hermano había descubierto. Pero a Ch'ujutat no se le puede engañar, y lo único que sacó el malo hermano es que Ch'ujutat lo destruyera, porque él pedía como paga diez mujeres, y esto no es permitido. Tan mala fue la acción de este malo hermano, que la sociedad no quiso recoger su nombre.

Después de todo, Ch'ujutat toma a la mujer y se la entrega a Xän Ok diciendo: "puesto que tú has pasado todas las pruebas, aquí tienes a la mujer, haz de ella cuanto quieras, ella está obligada a serte fiel y sumisa y jamás deberá levantarte la voz, te la doy para que te dé hijos".

Y es así señores, como principia nuestra generación. Xän Ok e Ixik son nuestros primeros padres, son nuestros *ña'al*.⁸

Los Primeros Hombres

Cuando todo esto sucedió, no existía el Sol, las gentes se alumbraban con la luz de Ñoj Ek',⁹ Venus. Pasado algún tiempo, en que los descendientes de Xän Ok e Ixik se multiplicaron, hubo una larga temporada de paz y tranquilidad, en la que la gente prosperaba siempre, a la poca luz de Venus.

Y así, aparecen sobre la Tierra, una mujer y su hijo. Nadie sabe de dónde venían, pero aparecieron sobre la Tierra. Eran semidioses, pero vivían sobre la Tierra para enseñar a los hombres, había necesidad de enseñarle tecnología a la gente, a los descendientes de Xän Ok e Ixik. Así iban enseñando a la gente en todo. Ella hilaba el algodón y hacía la tela, él trabajaba en la agricultura, como todo ser humano.

Todo esto ocurría a oscuras, con la luz de Ñoj Ek'.

Pero la mamá veía que él estaba muy solo, ella platicaba con él, pero ella veía que le faltaba un hermano. Y entonces, sin pensarlo más tuvo otro hijo pero se entiende que no fue obra de varón sino que ella era padre y madre a la vez, ella podía.

Y entonces, mientras éste se iba al trabajo, ella cuidaba al niño, lo sacaba a jugar, le llevaba flores, hojas de árboles y todo. Y en una de tantas, cuando regresó el

⁴ Así se nombra en la región al jaguar.

⁵ Wäy: "espíritu, compañero-animal". La letra /ä/ corresponde a la sexta vocal (media central) del ch'ol, llamada *schwa* en lingüística.

⁶ Xän: "andar", ok: "pie"; "pie que camina".

⁷ Ixik: "mujer".

⁸ Ña'al: "progenitores".

⁹ Ñoj: "grande", ek': "estrella".

muchacho le dice a la mamá: “¿qué pasa contigo, al-
guien vino a jugar, algún chamaco vino a jugar, o tengo
un hermano menor, tengo un *ijts'in*?” Y entonces le dice
ella: “no, no ha venido a jugar nadie, ni tienes un *ijts'in*”.
Pero era falso, porque sí tenía. Ella guardaba al niño en
un *kute*,¹⁰ allí escondía al niño.

Y entonces, el muchacho grande, el *askun*,¹¹ vamos
a decirle, allí sí ya adquiere nombre porque ya es el ma-
yor, le dice: “no, no me puedes engañar, les hablé a las
hojas, les hablé a las flores y me dicen que sí tengo un her-
mano menor”. Entonces le dice ella: “pues si te lo dije-
ron las hojas y las flores pues no te lo puedo negar”.

“Dímelo, yo voy a querer mucho a mi hermanito, voy
a quererlo mucho porque ahora me siento muy solo.”

“Sí, es por eso que lo traje, además lo traje para que
te acompañe pero no te preocupes que no te va a hacer
competencia en tu trabajo, él trae otra misión.”

“No, qué bien, enséñamelo.”

Y así, ella se lo enseña pero él sintió mucho rencor
al verlo, se sintió traicionado. Y así pensó, y tuvo que
guardar su rencor mientras crecía el niño, y sí veía
que el niño era mucho más inteligente que él.

Un día el niño le pidió a la mamá que le diera dos se-
millas de algodón. Y le dio pues, la mamá al niño. Y en
seguida agarró una y la convirtió en tábanos y la otra
en abejitas, y ya, se fueron. El hermano vio pues, inme-
diatamente que ya había tábanos y habían dos cosas que
él nunca había podido hacer, pues él se dedicaba a culti-
var la tierra, a sembrar cosas, a moler raíces y todo, a co-
nocer y a enseñarle a la gente todo lo que se podía comer.

Entonces él dice: “no, pues me supera”, y le agarró
mucho coraje.

Y así pasó el tiempo, y ya que tuvo cierta edad se lo
llevó al trabajo, le pidió a la mamá que ya iba a llevar a
su hermanito. Y sí, llegó allá, y en vez de trabajar se
puso a hacer una trampa para tepezcuintle pero le puso
más piedras de las que mataban a un tepezcuintle, y ya
que estaba, llamó al hermanito: “fíjate que yo estoy muy
grande, no entro abajo, mira, ponle, allí donde está el
palito ese atravesado, allí le vas a poner esta raíz para
que cuando venga el tepezcuintle la coma y ya caiga”.

“Sí, como no”, dijo el hermanito. Se mete, y a la
hora de tocar el palito que accionaba la trampa, pues
accionó y allí quedó prensado el niño.

Regresó a su casa Askun, la mamá preguntó por el
niño, y él dijo: “no, pues se quedó, dice que se quedó
haciendo una trampa, que porque él dice que sabe ha-
cer trampa de tepezcuintle y que va a traer un tepezcuin-
tle más grande”.

“Ah, bueno.”

Y apenas estaba descansando Askun cuando allí va
llegando el niño. “Mamá, mira, te traje esto, aquí. Lue-
go luego entró y allí está el tepezcuintle. Ahora vamos a
comer muy sabroso. A mi hermano guísaselo, mi her-
mano trabaja mucho.”

¡Híjole!, él sentía como golpes en la cara porque se
estaba burlando el niño de él. Empezó, comió, tuvo que
comer y al día siguiente lo llevó, y allá agarró una vara
de *chib*, una palma, una palmita que tiene el tallo mu-
cho muy duro, cortó una y con eso empezó a flagelarlo,
a matarlo, y mató al hermanito; su segundo intento.

Y regresó a la casa, la madre vuelve a preguntar, él
le dice: “pues ahora se quedó buscando frutas de *chib*,
que porque tiene ganas de comer, que lo trae aquí...”
Y estaba hablando y allí va llegando, “mira cuánto con-
seguí, mamá” le dice, “y comamos ahorita y hay que
darle a mi hermano”. Tercer fracaso. Y al día siguiente
se lo lleva a la orilla de un río y allí lo mata, mata al
hermano como pudo, y lo va partiendo en pedazos, en
pedazos, y lo va tirando al río, siempre cerciorándose
de que los peces lo fueran comiendo, pedazo a peda-
zo. Así quedaba completamente destruido el niño. Y
regresó a la casa, la mamá pregunta y le contesta: “se
quedó pescando”. Sí, al rato llega el niño, con pescado
y ya, “vamos a comer pescado. Pues mira hermano —di-
ce—, ahorita que estamos comiendo pescado, te voy a invi-
tar mañana —dice—; yo tengo algo que enseñarte”.
“¿Qué es?” “No, pues estaba jugando en un árbol de
tsu'um,¹² allí hay una colmena, allí hay una colmena,
vamos a tomar miel, vamos a comer miel allá mañana.”
“Cómo no —dice— vamos.”

Ya llegaron los dos allí al árbol y le dice: “allí está”.
“Ah, pues tumbemos el árbol”, le dice. “No —dice—,
cómo lo vamos a hacer, cómo lo vamos a destruir. Súbete
mejor y allá comes y tendremos todo el tiempo miel.”
“Ah, no, pues sí.” Y allí también volvió a demostrar el
niño *Ijts'in* que era más inteligente que Askun. Y éste lo
recibió como golpes en la cara, y aumentaba más su
odio. Y entonces el niño no subió pero sí le pedía de la
miel. Aquél al llegar a la miel se engolosinó y empezó
a comérsela pero al pedirle, le tiraba cera en vez de
miel, le tiraba a la cabeza. Y al llegar los golpes el niño
ni sentía los golpes, pero fingía que le dolía mucho, y
entonces él gozaba, cuando menos ya estaba haciéndolo
sufrir pero no, él lo que hacía era provocarlo para que
le tirara más bolas de cera. Y así en conjunto le tiró
doce bolas de cera, y con esas doce bolas de cera hizo doce
tuzas, topos, y a éstos, con la vara aquella con que había
sido flagelado, les puso los colmillos y las uñas, con la
vara de *chib*.

¹⁰ Utensilio hecho de la corteza del alcornoque o árbol de corcho,
que se emplea para guardar a los pavos por la noche.

¹¹ *Ijts'in*: “hermano menor”, *askun*: “hermano mayor”.

¹² *Tsu'um*: “matapalo”, una planta parásita que crece en otro árbol,
donde se desarrolla enormemente.

Y así, ya que estaban formadas las tuzas de cera, les dio vida y las metió bajo el tronco del árbol, aquél grande donde estaba el hermano, y entonces allí las tuzas empezaron a roer las raíces del árbol, y en un momento dado, ah, tronó el árbol, se iba a caer. Askun le reclama: “¿qué pasa, no me estás tumbando el árbol?” “¿Yo, cómo, yo qué puedo hacer? No, yo nada.”

Pero hacían mucho ruido las tuzas, entonces agarró un pedazo de madera y empezó a golpear, a golpear para que no oyera el hermano lo que estaba sucediendo. Y a un momento dado, se va el árbol, se desploma y cae. Allí Askun se hace pedazos, quedó convertido en pedacitos.

Inmediatamente, sin perder tiempo, el niño corrió y empezó a formar animales, todos los animales que hay sobre la Tierra, todos los animales empezó a formar, con los pedazos de la carne. Del corazón de Askun formó el colibrí, y de los dientes hizo el pájaro de pico blanco. De la sangre formó un pájaro que le llaman *tikab*. Entonces, ya que tenía todos los animales se fue a su casa. A la mamá le sorprendió que siempre llegaba Askun primero y ahora la cosa era al revés. “¿Y tu hermano?” “No, pues mi hermano —dice— viene arriando animales, porque encontramos muchos animales para que tú seas inmensamente rica.” Y así empiezan a llegar pues, venados, perros, gatos, los animales domésticos empiezan a llegar.

Pero Xiba', que siempre andaba buscando el mal, en forma de un perro negro se acerca... Ah, todavía le dice: “la condición para que queden estos animales aquí en la casa es que debes estar muy alegre, cantar, estar muy alegre, porque si te pones triste se van los animales y no vamos a tener nada, así que a estar alegre”. No, y la mamá qué alegre, recibiendo; ya todos los animales domésticos había recibido, cuando se viene el *xiba'* en forma de un perro negro y le dice: “no es cierto, todos los animales que están llegando son la carne de tu hijo que destruyó Ijts'in, de Askun, que lo destruyó en esta y en esta forma”. Entonces la mamá empieza a dar de gritos al tiempo que el venado entraba con su cola hermosísima, mucho muy larga, y se dio la regresada, al ver que lloraba la mamá. Todavía Ijts'in quiso asirlo de la cola pero se reventó la cola y así con el conejo y con todos los animales y se fueron, no pudo entonces, se echó a perder todo el trabajo. La intención de Ijts'in no era destruir a su hermano sino que era de introducir a todos los animales en la casa, y el último en llegar tendría que ser el colibrí, el corazón de Askun, para que a partir del colibrí pudiera formar a su hermano, y decirle: “ves cuánto puedo, deja de estar queriéndome matar; vivamos en paz, tú sigue enseñando tecnología, yo voy a enseñar ciencia a los demás”.

Ésa era la intención, pero el *xiba'* se metió y destruyó el plan de Ijts'in. La mamá quedó mucho muy triste

por lo que había pasado, siempre llorando. Ijts'in se sentía mal al ver a la mamá que sufría y todavía fue al monte a querer trabajar pero tenía mucho calor en las manos, quemaba todo lo que quería todo lo que quería sembrar, todo lo que quería enseñar, no había nacido para esas cosas sino que eran cosas más grandes las que él podía enseñar, y así no podía. En una ocasión se encontró un conejo muy blanco, mucho muy blanco y lo capturó y se lo llevó a la mamá y entonces sí vio que la mamá medio sonrió, y ¡qué alegría al ver que ya le había algún consuelo! La mamá sonreía y tenía al conejo porque era demasiado manso y la mamá sabía que era parte de Askun. Sí lo tenía que querer.

Entonces él tenía que ir, agarrar la misión de Askun y tenía que enseñar tecnología (entonces él decía: “yo voy a trabajar, a hacer la milpa”), según ella. Pero él llevaba una hamaca y la mamá pues decía: “bueno, ¿cómo es posible que se lleve una hamaca?” Y se fue a verlo y vio que cuando él se mecía, los árboles caían. Entonces él llamó a un mono, a un zarahuato, que le dicen *bats'* y le dice: “ve a gritar en la orilla del desmonte”. Y como grita muy fuerte ese animal, si ya no se oía el grito, hasta allí dejaba lo que sembraba, el cultivo que iba a darles a las gentes.

Ah, bueno, la mamá fue a verlo, vio que cuando se mecía tumbaba los árboles y ya no dijo nada, ni modo, admirada de su hijo. Pero dicen que al día siguiente del trabajo, llegó él y se encontró que todos los árboles estaban plantados de nuevo. “¿Qué pasó aquí?” Se fue, volvió a hacer el trabajo y entonces se va en la tardecita, se va a ver qué pasaba.

Entonces vio que venía un pájaro que lloraba su lamento pues no tenía dónde dormir, ya le habían destruido todo su bosque. Y nada más eso pero eso no podía ser. Pero sí, al rato vio que el conejo blanco, aquel que había dejado a la mamá, venía dando saltos y les ordenaba a los árboles que se plantaran y los árboles se plantaban otra vez, acabando con todo el trabajo. Entonces lo capturó de nuevo, le jaló las orejas y se las estiró muy largas, se lo llevó a la mamá. Entonces le dijo a la mamá: “ve lo que me ha hecho este conejo. Te lo di para que lo cuides. De hoy en adelante no vas a soltarlo, a donde vayas lo tendrás que llevar”. Y así la mamá pues, allí tenía a su conejito, ya no lo volvió a soltar.

Pero siguió muy triste, muy triste la mamá y el muchacho Ijts'in dijo: “bueno, yo ya no puedo seguir acá. Vamos a terminar con toda esa situación”.

En una ocasión, volvió la mamá a ver al hijo si estaba trabajando, porque él ya se había dado cuenta de que ella sabía que con la mecida de la hamaca trabajaba. Pero él tenía que borrar de la mente de la mamá eso. Agarró y habló al tábano: “cuando mi mamá venga me picas la frente”. Y a los zarahuatos también les dice: “cuando venga mi mamá me gritan”.

Y sí, volvió a ir la mamá cuando ya tenía al conejo capturado y lo encontró trabajando, ya no hubo hamaca ni nada.

Pero el joven no estaba a gusto y decidió terminar con esa situación y, en una ocasión, dio un salto hasta su casa, de allí da otro a un árbol y de éste saltó a un cerro y de allí vuelve de otro salto hasta la casa. Hace saltar a la mamá de la misma manera, y al estar juntos le dice: "bueno, ha llegado el momento de irnos de aquí porque aquí está muy triste y así debe ser. Llévate lo que más quieras de aquí". "Pues de aquí no me llevaré nada más que el conejo, que es lo que más quiero."

Entonces, de un gran salto llegan al cielo y allá se convierten en el Sol y la Luna. Por eso es que a la Luna se le ve un conejito.

Así termina el reino de Ñoj Ek'; es destruido, pues ahora ya gobierna el Sol de día y la Luna de noche.

Dicen los viejitos que estuvo muy bien que se haya destruido el hermano mayor, porque de otra manera habría dos soles y la gente nunca tendría descanso.

Comentarios

Si se comparan estos textos con otras versiones en idiomas indígenas pueden observarse marcadas diferencias pero así también notables similitudes. Con respecto a las primeras, es evidente el uso de términos como "tecnología", "ciencia" y otros neologismos que incorpora el narrador. En el aspecto lingüístico, se notan alteraciones a los vocablos como Ijts'in y Askun, que en ch'ol siempre aparecen con sufijos pronominales. Esto se debe, sin duda, a su incorporación como nombres propios en la narrativa castellana.

También se aprecia la introducción de ideas y valores cuyos contenidos provienen más bien de la cultura ladina que de la cultura propiamente indígena, tales como la identificación de la serpiente con el demonio, el castigo por pedir diez mujeres en vez de una, o el recibir una mujer fiel, sumisa y servil, o el énfasis puesto en el estudio y el conocimiento.

Sin embargo, al hacer una evaluación global de los textos, sin duda son más importantes las coincidencias y la reproducción que se hace de la concepción cultural indígena. De hecho, en ellos se hace evidente que el autor comprende el significado de los mitos y que se ha esforzado por narrar con una gran habilidad una versión completa, que incorpora información de las variantes regionales. Independientemente de su dominio del español, a veces incluso matizado por expresiones del centro de México, Augusto capta y reproduce la concepción ch'ol expresada en estos mitos. Esto se observa en los constantes diálogos en estilo indirecto, y en el uso de expresiones recurrentes como "entonces", "dijo", "le dijo", etcéte-

ra, que se emplean siguiendo los mismos patrones de la narrativa ch'ol.¹³

En términos antropológicos, esa concepción indígena del mundo se manifiesta en tres instancias o niveles donde se plantean rasgos esenciales de tres tipos de relaciones humanas: 1) con la divinidad, 2) con la naturaleza, y 3) entre los hombres.

1) *El hombre y lo divino*. El concepto de Dios, expresado en Ch'ujutat es sumamente complejo. Es el creador del mundo, es la sabiduría, la inteligencia y el poder supremos, pero a la vez también presenta características humanas, como el equivocarse y rectificar, pareciendo con ello actuar según un criterio de ensayo y error. Ch'ujutat concibe al mundo poblándolo de seres extraordinarios, entre ellos a los primeros hombres pero les otorga tanta sabiduría y poder que llegan a desafiarlo. Repara su "error", enviando la lluvia al mundo para acabar con *todos* sus pobladores. Pero también allí su voluntad no se cumple a cabalidad: ciertos animales logran salvarse, al igual que algunos de los superhombres que, despojados de su anterior poder, continúan poblando el nuevo mundo. De nuevo, corrige la situación convirtiendo a estos últimos en monos.

En varias instancias, la deidad parece reproducir la personalidad humana, con sus formas de proceder, sus aspiraciones, imperfecciones y debilidades. La actitud del hombre hacia la deidad es de respeto, de reverencia, pero sin que ello implique una sumisión total; hay una relación de dar y recibir. Ch'ujutat no es perfecto ni omnipotente.

Ch'ujutat siempre pone a prueba la fidelidad y honestidad de los humanos. La superación cabal de los obstáculos sólo la realizan los que se conducen de acuerdo con determinadas reglas y valores. La divinidad premia grandemente al vencedor, como lo es el darle la esposa a Xän Ok. El que contradice su voluntad, en cambio, recibe una muerte violenta. En este sentido, las pruebas y su superación por parte del héroe constituyen ejemplos paradigmáticos para la acción.

2) *Humanidad y naturaleza*. El carácter de la relación entre los hombres y la naturaleza se encuentra ricamente expresado en estos mitos. No olvidemos que son mitos de una cultura campesina selvática, cuya relación con la naturaleza es intensa, muy próxima y cotidiana. Los primeros hombres son llamados *xänte'*, refiriéndose a un tipo de madera preciosa de extraordinaria dureza, empleada para fabricar los pilares o columnas centrales de las casas ch'oles.

Algunos animales manifiestan pensamientos y emociones humanos, tal como el zopilote que desobedece las órdenes de Dios por cansancio y hambre, la paloma que suspira de tristeza o el pájaro que llora por haber perdido su nido. Otros animales, como el conejo y la tuza, representan vivamente aspectos de la personalidad del hombre o actúan como sus ayudantes.

¹³ Cfr. José Alejos García, *Wajalix bā t'an*, UNAM, México, 1988.

Hay un sentido sobrenatural en la relación entre hombres y animales expresado en el concepto del *wäy*, el animal compañero de Xän Ok. El *wäy* es un ayudante del héroe, es un don divino otorgado a un personaje especial que mediante sus poderes sobrenaturales permite al héroe la realización de sus fines.¹⁴

Es el *wäy* un motivo del odio entre los hermanos, y es también el que resucita a su amo y lo acompaña en el camino hacia la realización de su destino. El jaguar es, por su inigualable poder y fuerza en el mundo maya, el animal compañero de los hombres más fuertes y valientes, de aquéllos con cualidades especiales, mágicas; el de los héroes culturales predestinados a transformar la realidad existente.

En el segundo relato también se marca el carácter íntimo y determinante de la naturaleza en relación con los humanos, jugando ésta un papel activo en el curso de los acontecimientos. Las flores y las hojas de los árboles hablan para revelar la existencia del niño menor, desatando así sentimientos de odio y rivalidad. De igual manera, la primera demostración de poder del niño ocurre al convertir las semillas de algodón en tábanos y abejas.

La cera convertida en tuzas y la palma en colmillos y uñas participan en la destrucción de aquello que impide la realización de una voluntad superior. Pero así mismo, animales aparentemente inofensivos como el conejo pueden ejercer sus propios poderes para deshacer lo ejecutado por el héroe.

Por último, el concepto de riqueza está estrechamente ligado a la naturaleza. Así lo sugiere la provisión de alimentos del niño Ijts'in a la familia. La miel es la carnada que trae la victoria final del niño y la ruina del hermano mayor. Y son los pedazos del cuerpo de éste, convertidos en animales, en especial los "domésticos", lo que se considera el mayor don de riqueza: estos animales harían a la madre "inmensamente rica".

Al igual que la riqueza, la felicidad y, por oposición, la tristeza y el sufrimiento, aparecen vinculados también a la naturaleza. La vegetación exuberante y la abundancia de animales son signo de alegría, mientras que la destrucción de la naturaleza conlleva tristeza.

3) *Las relaciones entre los hombres.* Éstas se manifiestan en los relatos con toda intensidad y fuerza. En ambos casos el hombre aparece como el protagonista, mientras que la mujer, sea como esposa o como madre, aparece subordinada y dependiente del hombre, si bien las referencias son escasas.

Por otro lado, es clara la relación conflictiva entre los hermanos en ambos mitos. En uno, la aparición del

¹⁴ La figura del ayudante sobrenatural del héroe es un elemento que se encuentra en la tradición oral de otros pueblos del mundo. En la literatura antropológica sobre Mesoamérica, este concepto se conoce como el *nagual*.

tigre como animal compañero de Xän Ok provoca su asesinato por parte de su hermano y al final la muerte de este último es consecuencia de su apropiación ilícita de los méritos del otro. En el segundo mito, sobresalen la envidia, el odio y el asesinato como los rasgos definitivos de la relación del hermano mayor hacia el menor. Aunque no son manifiestas las mismas pasiones en este último, sí están presentes la burla, las muestras de superioridad y al final también el castigo y muerte al hermano agresor.

Otro tipo de relaciones es el de la madre y sus hijos en el segundo mito. La madre de Askun colabora con las tareas "tecnológicas" de éste, mas le preocupa su soledad y trata de resolverla concibiendo un segundo hijo. Pero esto mismo le provoca temor por la rivalidad que el niño puede ocasionar. Al parecer ella no reconoce las agresiones de Askun hacia su hermano menor, ni las provocaciones de éste hacia el otro; su muerte le provoca una gran tristeza, en parte aliviada por la compañía del conejo.

Más compleja es la relación de la madre con el hijo menor, a quien concibe para acompañar al otro, pero fundamentalmente para realizar *otra* misión;¹⁵ en un principio lo protege para evitar la rivalidad y la cólera del mayor, más tarde lo vigila en el trabajo y por último lo lleva a tomar la decisión de partir al cielo para convertirse en el Sol y la Luna respectivamente. Por otro lado, la reflexión de los viejitos es importante porque sugiere que el ultimogénito tiene un derecho de primacía en la estructura parental arcaica.¹⁶

En fin, de lo anterior se deriva que las acciones de la deidad o de los animales funcionan como paradigma para la conducta humana. La inteligencia sobre la fuerza, la rectificación de los errores, la audacia y valentía son ciertamente formas y expresiones que remiten al ser humano. Por supuesto que tales virtudes, así como la envidia, el odio, el rencor, etcétera, son generales a la humanidad y no directamente imputables a la existencia de mitos que los expresan; sin embargo es indudable que cada cultura posee sus propios marcos ideológicos de referencia.

Así pues, los elementos contenidos en los relatos míticos dicen cosas importantes acerca de la cultura y la conducta de sus miembros, al dotarlos de principios para la acción, de modelos de conducta paradigmáticos, más que programáticos, que en efecto tienen una incidencia en el modo de ser de la gente. ■

¹⁵ Su misión es más bien *civilizatoria*, en oposición a los conocimientos de subsistencia que enseñan Askun y su madre. Ijts'in trae al mundo los conocimientos y las artes *mágicas*.

¹⁶ Cfr. Nicholas Hopkins, "Classic Mayan Kinship Systems", en *Estudios de Cultura Maya*, UNAM, vol. 17, México, 1988, pp. 87-121.

RICARDO POHLENZ

LO AZAROSO

Estoy sentado en una silla ante el televisor. En la mesa hay una vasija blanca. Me levanto y me acerco a la mesa. Levanto la tapa de la vasija y meto la mano en ella. Saco una nuez. Contemplo por un momento la nuez. Cierro mi mano en torno de ella y la aprieto. Inútil romperla. Hay un tiroteo en el televisor. Tres heridos y un muerto. Vuelvo a contemplar la nuez y la deposito en la vasija, pongo nuevamente la tapa.

Paseo por la estancia con tres monedas en las manos. Suelto las monedas sobre la mesa. Dos cruces y una cara. Dos caras y una cruz. Dos cruces y una cara. Dos cruces y una cara. Tres caras. Contemplo a las monedas perplejo. Tres caras. Su disposición sobre la mesa me hace pensar en algo premeditado. No hay simetría. Existe una armonía poderosa. Tres monedas sobre una mesa. Pregunto. ¿Qué es?

Me vuelvo a la vasija blanca. No me acerco a ella. No levanto la tapa. Sé que ahí ya no hay nueces.

—Veo que vas cansado —dijo la culebra— y que no puedes caminar; ven acá, te tragaré y con eso llegarás presto. Esto dijo la culebra y tragóse al sapo. Desde entonces la culebra tiene a los sapos por comida y sustento.

Rojo, Rojo, Verde, Verde, Rojo, Rojo, Verde, Negro, Rojo, Verde, Negro, Rojo, Amarillo, Negro, Amarillo, Negro, Amarillo, Verde, Verde, Amarillo, Amarillo, Rojo.

Seis. Seis. Uno. Cuatro. Siete. Seis. Seis. Cuatro. Siete.

Recuerdo esos momentos. Sentado en la mesa. Mientras marco un número de teléfono. Cuelgo. Comienza a sonar. Lo dejo sonar. No me atrevo a descolgarlo. Cuando lo hago. Ya no hay nadie ahí.

Cinco uno cuatro seis siete seis uno dos siete

Tiro los dados. Llamo un número. Sólo un dado cae sobre la mesa. Los demás se han desvanecido. Son siete los puntos en la cara del dado.

**e' r'vii ene hael o'iehe yua'p mn
b'dnm f'agnr t'ui sudr' y'nuei
amot idn'gs n'km lelelov mar
n'nii ae esnaa udb**

El tiempo corre en un reloj de arena. Un dado cae y permanece silencioso. Cinco. e. e^x. Je^x. La televisión permanece oscura. De la vasija blanca emergen cucarachas. Me vuelvo. Sé que ahí ya no hay cucarachas.

Ah shantih!

Ah shantih!

Ah shantih!

Lo repito. Una y otra vez. Nada más. Y me sigue acechando. Tiro los dados. Éstos se vuelven ceniza.

(rosebud)

Sé que se esconde. No me importa. Lanzo tres monedas sobre la mesa. Tres caras. Eastwood en el televisor. Empuña una Magnum 44 en su mano.

(Go ahead, make my day)

Algo me acecha. Me vuelvo y sé que no va a estar ahí. Tiro los dados.

**hg'eliu cl'sodl mad g'po l'cg
msl'k pkmlu sd'y ehai dee
em'xii are'zrieo**

Siento a alguien respirar a mis espaldas. Tiemblo. Enciendo el televisor. Una pareja se besa.

Camino. Me alejo. La pareja sigue besándose a lo lejos. Anochece. No hay viento. Camino. Me alejo. La acera brilla. Anaranjada. Y me sigue. Siento cómo me sigue.

Ah shantih! —repito.

ne-gro-ro-jo-ama-rillo-ro-jo-ro-jo-ro-jo-ro-jo-ne-gro-ne-gro-ro-jo-ne-gro-ver-de-ama-rillo-ro-jo-ro-jo-ne-gro-ama-rillo-ama-rillo-ama-rillo-ver-de

La acera brilla —anaranjada— mientras soy seguido. Me detengo. La acera brilla ahora morada. Junto a la acera hay un jardín. Entro al jardín. El jardín es verde y las flores son azules verdes rojas. Hay rosas rojas. En el jardín hay una puerta. En el centro. La puerta está cerrada. Me acerco a la puerta. Muevo la perilla de la puerta. Ésta se abre. Entro.

El que me sigue hará lo mismo.

Tao da nacimiento a todas las cosas. La virtud las nutre. El mundo las recibe con formas distintas y la energía las complementa. Por eso lo manifiesto honra al Tao y estima la virtud por natural inclinación.

Tao. Tao. Tao. Tao. Zen. Zen. Zeus. Tao. π. σ. ρ. ω. Tao. Tao. Zen. Tao.

Ah shantih! —repito.

La puerta se cierra y me adentro en una inmensa bóveda iluminada por cirios. Avanzo y no siento avanzar. Tao. Veo y no siento ver. Tao. Lloro y río. Oigo cómo la puerta se vuelve a abrir. Siento un escalofrío sin sentirlo. Tao. Oigo sin oír. Tao. Me detengo un momento. Cierro los ojos y corro. Corro a través de la bóveda.

(your are number six)

La luz invade mis pupilas, mis ojos permanecen cerrados.

Verdeamarilloamarillooroamarilloverderojoverde negroamarilloverdeamarilloorojonegrooroamarillooroamarillonegro

Puedo oír la sincopación de mi corazón al correr. Cada vez más rápida.
Cada vez más primigenia.

**l'tf c'rao bl'aje 'sid y'tt
c'qut di'eaz 'r cil' quien
li c'oe s'jaa 'ey xii abo'tar
p'af bite 'ao atti af'dal**

Abro los ojos. Ya no está la bóveda. Me encuentro en un pasillo. Pasillo interminable. Corro a través de él sin sentir que corro. Hay puertas a la derecha. Hay puertas a la izquierda. Puertas. Puertas. Puertas.

Hay demasiadas puertas.

Oigo pasos detrás de mí.

Lao. Lao. Kung. Lao. Kung. Tse. Lao. Fu. Kung. Lao. Fu. Fu. Fu. Lao. Kung. Tse. Tse. Kung. Fu. Lao.

(a grasshopper beneath your feet)

Me detengo. Una puerta se abre y se asoma Alfred Hitchcock. Me contempla un momento y luego vuelve a cerrar. Vuelvo entonces a correr. El pasillo sigue ante mí. Pasillo interminable. Cierro los ojos. Corro. Alguien corre detrás de mí.

Los hombres de madera trataron de salvarse de la inundación.

¿Qué amas más, tu fama o tu persona? ¿Qué amas más, tu persona o tus riquezas? ¿Qué te hace más desdichado, ganar o perder?

Abro los ojos. Ya no estoy en el pasillo. Estoy en la bóveda iluminada en neón. Hay miles de puertas a mi alrededor. Miles de puertas. Todas abiertas. Abiertas. Puertas. Puertas. Puertas. Demasiadas puertas. Me vuelvo. A mis espaldas hay un vacío. No veo a mi perseguidor. Veo su sombra. Sólo su sombra.

Grito.

Ah shantih!

Ah shantih!

Shiva reh!

Shiva reh!

Ah shantih!

Shiva reh!

(a handful of dust)

Entro por una de las puertas. Está oscuro. Hay una presencia femenina. Detecto su perfume. Una ventana. Cortinas mecidas por el viento. Sal-

go. La sombra se acerca. Entro por otra puerta. Cae una lluvia de meteoros. Salgo. La sombra se acerca. Entro por otra puerta. Me veo a mí mismo llorando. Salgo. La sombra se acerca. Entro por otra puerta. Unos inmensos labios de mujer me esperan. Salgo. La sombra se acerca. Entro por otra puerta. La luz de una estrella me ciega. Salgo. La sombra se acerca. La sombra se acerca. Más. Más. Cada vez más. Entro por otra puerta. Sin fijarme en cuál. Cierro con violencia. A mis espaldas.

(*Alea jacta est*)

Cierro. Una habitación. Hay un gran atril. Y sobre él: un libro. Hojeo el libro y leo:

La luz desaparece. Se funde con la mortecina quietud. Reinan las sombras que van cayendo como gotas de lluvia sobre las estrellas.

Vuelvo a leer:

La luz ya no está. Estamos regidos por el oscuro y la verdad se ahoga en lamentos imperceptibles. Las serpientes se cuelgan de las paredes, reptan fuera de sus cubiles. Huyen de la llama que se va apagando.

Leo. No es lo mismo. Leo. No es lo mismo. Leo. Ya nunca será igual.

Los muchachos estaban jugando y tirándose la pelota cuando cantó el pájaro y dijo:

¡Vacco, Vacco! ¡Aquí está el Gavilán!

Los muchachos tomaron la cerbatana y le tiraron un bodocazo en el ojo, por lo que cayó al suelo y dijo:

—Curadme este ojo que me habéis reventado y luego os daré el mensaje que traigo en el vientre.

Los muchachos lo curaron y él vomitó la culebra.

Lo incompleto será colmado. Lo torcido será enderezado. Lo vacío será llenado. Lo consumido será renovado. Poser mucho es estar errado. Por eso el Sabio ateniéndose al Principio se olvida de sí mismo.

El cambio es un camino hacia arriba y hacia abajo y según esto genera el Cosmos. En efecto, al condensarse el fuego se humedece, y al consolidarse genera el agua, al congelarse el agua, se cambia en tierra, y éste es el camino hacia abajo. Pero la tierra a su vez se licua y de ella se genera el agua, y de ésta todas las cosas, reduciendo prácticamente toda la exhalación del mar: y éste es el camino hacia arriba.

Por la puerta entra la luz. La luz me ciega. Siento a la sombra. Se acerca. Se acerca. Cada vez más. Cierro los ojos. Tao. Me imagino muerto. No me siento. Me elevo. Surjo del agua y me ahogo. Me elevo. Ya no hay techo. Surgen alas.

Me elevo. Me elevo. Arriba. Arriba. Cada vez más alto. Arriba hay otra puerta. Me acerco. No la abro. Paso a través de ella.

Canto. Mi voz se llena. Canto y no me escucho. Emprendo el vuelo. Atravieso la puerta.

pi' new u 'adt edu'eg
xng'p ms p'sos ws t'pl
mud 'se pk'cu

Otra habitación. Ya no vuelo. He cruzado la puerta. Hay una lámpara prendida sobre la mesa. Un objeto junto a la lámpara. No distingo el objeto. Hay un sillón. Me siento. Estoy cansado. Ante mí. La sombra se presenta. Se ríe.

Ya no hay puertas.

Quien intenta darle forma al mundo. Moldearlo a su capricho. Difícilmente lo logrará. El mundo es un Vaso espiritual. Que no se puede manipular. Quien lo retiene lo pierde. Porque respecto a las cosas: Algunas van delante, otras hacia adentro. Algunas son fuertes, otras son débiles. Algunas pueden romperse, otras caer.

Hipócrates de Quios era un mercader viajero que fue asaltado por una nave pirata y, tras ser despojado de todo, llegó a Atenas, donde acusó a los piratas. Como permaneció en Atenas mucho tiempo a causa de la acusación mantuvo frecuente trato con los filósofos y llegó a tal punto su ejercitamiento en geometría que intentó descubrir la cuadratura del círculo.

od tu'ab i'yus cp'bret
ee' utab rot equ'r't
rep s'sa g'bne tq'u'te raf hen
opr'tkl l'amc oglm 'pt micu
p'tqu 'la e'yt eb'bhw g'da

Ah shantih!
Ah shantih!
Ah shantih!
Shiva reh!

Estoy sudando. No me puedo elevar. La sombra se acerca. No me puedo escapar. La sombra se acerca. No hay puertas. Grito. Vuelvo a gritar. Sigo gritando. La sombra se acerca.

Me vuelvo a la mesa. La sombra se acerca. Tomo el objeto junto a la lámpara prendida. La sombra está junto a mí. Lo reconozco. La sombra me cubre. Le empuño. La sombra ruge.

Dispara! Dispara! **DISPARA!**

(consumatum est)

r'su ta dios b'rniu
ano 'uy kot
that iva'sr v'tir

Jenófanes decía que desde esa parte inferior la tierra hunde sus raíces hacia el infinito, y que se solidifica a partir de aire y fuego.

La sombra se desploma herida de muerte.

(applause)

El Tao siendo eterno carece de nombre.

Estoy en mi cuarto. Acostado sobre la cama. Sudando. He regresado. En el televisor Bogart enfurecido le dice algo al pianista y éste toca al piano. Tres monedas sobre una mesa. Las lanzo al aire y nunca llegan a caer.

Ah shantih Shiva reh!

La sombra no tardará en llegar. ■

HACIA UN NUEVO TELESCOPIO

La astronomía es una ciencia eminentemente observacional y en fechas recientes ha sufrido cambios extraordinarios. Cada vez hay más instrumentos disponibles de mayor tamaño y de mejor calidad que han llevado a una verdadera revolución en nuestro conocimiento del Universo. Se han abierto nuevas fronteras para el estudio del espectro electromagnético en todas las longitudes de onda: rayos gama, rayos x, luz ultravioleta, luz visible, infrarroja y ondas de radio. Es tal la variedad de técnicas que ha sido necesario que los centros astronómicos se especialicen en unas cuantas de ellas y que compartan su información con centros que adquieren datos complementarios. También se han creado bases de datos internacionales a las que los investigadores profesionales tienen acceso.

En el Instituto de Astronomía de la UNAM está concentrado el mayor número de astrofísicos del país. Todos ellos han seguido los pasos de los pioneros en el campo y se reconoce mundialmente que en el IAUNAM existe un conjunto muy importante de astrónomos observacionales y teóricos.

Entre las técnicas que utilizan los investigadores del IAUNAM predominan las técnicas ópticas (en luz visible), por ser éste el campo donde tenemos nuestros instrumentos principales y una mayor tradición. También hay un grupo muy distinguido de colegas que realiza su investigación con observaciones de ondas de radio obtenidas mediante colaboraciones internacionales muy provechosas. Otro conjunto de astrónomos realiza parte de sus investigaciones mediante observaciones por medio de satélites, fundamentalmente el International Ultraviolet Explorer y ahora el Telescopio Espacial Hubble. Los astrofísicos teóricos hacen simulaciones numéricas de problemas muy complejos, además de otras actividades.

SAN PEDRO MÁRTIR EN BAJA CALIFORNIA, UN SITIO PRIVILEGIADO

Para realizar observaciones astronómicas en el intervalo óptico y en el infrarrojo se requiere un sitio geográfico:

1) que esté a gran altura sobre el nivel del mar, 2) donde haya pocos nublados, 3) que no reciba luces artificiales 4) con turbulencia atmosférica mínima y 5) que tenga un contenido de vapor de agua reducido.

El Instituto de Astronomía encontró en 1966 un sitio privilegiado para las observaciones ópticas e infrarrojas, que reúne las condiciones anteriores. Este sitio está localizado en la Sierra de San Pedro Mártir en la península de Baja California. Desde 1968 el IAUNAM estableció el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) en el Parque Nacional de San Pedro Mártir y ha tenido bajo su custodia este sitio para preservarlo y mantenerlo en condiciones óptimas para su uso astronómico.

En el mundo existen tres lugares privilegiados para instalar telescopios óptico-infrarrojos: Hawaii, Chile y la región de California y Baja California. Estos tres lugares presentan poca nubosidad y una reducida turbulencia atmosférica. San Pedro Mártir posee la ventaja de tener una menor contaminación atmosférica debida a la luz artificial y a partículas producidas por desechos industriales. Estas consideraciones hacen único en el mundo nuestro sitio en Baja California, lo cual nos lleva a asumir la responsabilidad, no sólo nacional sino mundial, de desarrollar a su máxima potencialidad el observatorio de San Pedro Mártir.

PROYECTO DE UN GRAN TELESCOPIO

Desde hace varios años el Instituto de Astronomía se ha percatado de la necesidad de construir un telescopio de mayores dimensiones en el OAN para aplicaciones ópticas e infrarrojas que incorpore los avances tecnológicos recientes. En esta certeza coincidimos con los astrónomos norteamericanos, europeos y japoneses, quienes han establecido que la prioridad principal para el desarrollo de la astrofísica, en los próximos veinte años, es la construcción de grandes telescopios optimizados para las regiones ópticas e infrarrojas.

El diseño y construcción de telescopios ópticos ha experimentado grandes innovaciones, lo que ha permi-

tido construir telescopios mayores, mucho mejores y menos costosos que en el pasado. Entre los avances que han ocurrido podemos citar algunos desarrollos muy importantes: 1) técnicas muy precisas de pulido de espejos con herramientas activas que logran mayor nitidez en las imágenes; 2) diseños de los espejos con alta concavidad o menor distancia focal del espejo primario, lo que permite telescopios más cortos y ligeros y cúpulas más pequeñas; 3) construcción de espejos parcialmente huecos para aligerar su peso; 4) construcción de cúpulas muy ventiladas para disminuir la turbulencia local del aire; 5) construcción de cúpulas integradas al telescopio que giran con él; 6) diseños mecánicos de las monturas con movimientos alrededor de un eje vertical o monturas *altazimuth*, y no con movimientos alrededor de un eje inclinado, paralelo al eje de rotación de la Tierra; 7) nuevos materiales de construcción, muy rígidos y más ligeros; 8) diseño de sistemas de flotación de los espejos para soportar espejos más ligeros y deformables, y 9) control por computadora de cada uno de los *servomecanismos* que regulan los movimientos, las flexiones y los instrumentos.

El IAUNAM propone construir un telescopio de 6.5 metros en su óptica principal, optimizado para aplicaciones ópticas e infrarrojas (de 350 a más de cincuenta mil nanómetros de longitud de onda). El espejo principal sería de una sola pieza. El diseño es un duplicado, con innovaciones, del telescopio Magallanes que la Institución Carnegie de los Estados Unidos planea instalar en el Cerro de las Campanas, en Chile.

El diseño óptico incorpora la óptica activa

El espejo principal sería construido con un material especial de borosilicato y tendría un peso total de 8.5 toneladas. Sus dimensiones son equivalentes al alto de un edificio de dos pisos y es delgadísimo pues tiene un espesor de tres a cuatro centímetros en sus paredes estructurales internas; el diámetro es de 6.9 m y su altura de 70 cm en las orillas y de 39 cm en el centro. Se obtiene la rigidez requerida con una estructura de *panal de abeja* en la parte interna con espacios hexagonales vacíos; el espejo tendría esta forma desde su fundición a partir del molde original. La fundición y el pulido del espejo se harían en el Mirror Laboratory de la Universidad de Arizona en Tucson. El pulido de los espejos sería interactivo con sensores de frente de onda interferométricos para alcanzar una calidad (nitidez) de las imágenes sin precedentes.

Adicionalmente se le instalaría una centena de *actuadores*, elementos mecánicos que corrigen continuamente la forma del espejo, cada uno con una precisión de 70 nm (nanómetros) para compensar las flexiones del mismo debido a su propio peso. De esta manera se logra que todo el espejo mantenga en todas las inclinaciones exactamente la misma forma (de parábola). Man-

tener esta forma al grado de precisión deseado requiere de un complejo sistema de control que corrige la posición de cada uno de los múltiples actuadores una vez por segundo.

En general para este tipo de telescopios se construyen varios espejos secundarios que se instalan de acuerdo con las especificaciones ópticas de la instrumentación requerida. En principio, nuestro telescopio necesita al menos dos espejos secundarios, uno "de gran campo" y otro con mayor detalle espacial. La ventaja de este esfuerzo para lograr una buena óptica es que se pueden obtener imágenes de objetos mucho más débiles con mucho más detalle.

El control mecánico: ¿un juego de niños?

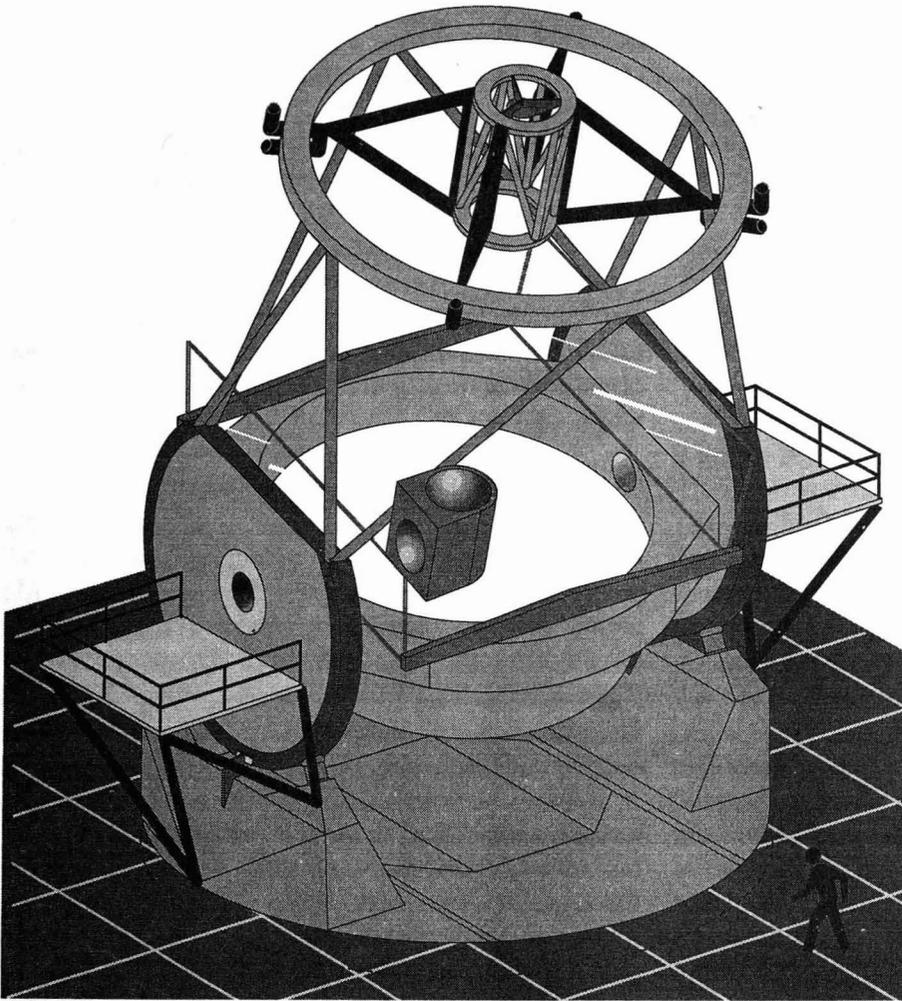
El peso del telescopio es de 140 toneladas, sin incluir el peso de la cúpula que también gira. Este gran instrumento debe apuntarse continuamente con una altísima precisión: 0.1 μm (micrómetros) en el extremo del telescopio. Esta orientación se corrige para compensar la rotación de la Tierra y otros efectos atmosféricos cada centésimo de segundo.

La construcción de la montura del telescopio también incorpora desarrollos tecnológicos importantes. Este aparato estará soportado por chumaceras hidrostáticas sin fricción; la transmisión de movimiento al telescopio será sin engranajes (y por lo tanto sin errores) por medio de acoplamientos directos por fricción. Estará dotado de codificadores de posición de sus ejes con resolución de 0.01 segundos de arco. Se está llevando a cabo un estudio por elementos finitos para analizar las mejores condiciones de diseño de las piezas que lo componen.

La instrumentación auxiliar

Un telescopio de estas características requiere instrumentación acoplada de gran calidad pues se trata de aprovechar al límite sus ventajas. Normalmente los observatorios obtienen su instrumentación en forma gradual: primero construyen los instrumentos básicos y poco a poco, dependiendo del proyecto científico emprendido, buscan instrumentos adicionales. Nuestro caso no es la excepción.

Así, deseamos construir equipo básico, como una cámara en el intervalo óptico (para luz visible) y otra en el infrarrojo, ambos de muy alta calidad. A estas cámaras se requiere acoplar detectores muy sensibles (que son de muy distinto tipo, si se trata de luz visible o infrarrojo) para tomar imágenes directas. También es necesario que estas cámaras estén provistas de filtros especiales para recibir imágenes de los objetos en longitudes de onda características de la emisión de un solo átomo. Por ejemplo, para obtener imágenes en la luz de la molécula de hidrógeno (H_2) y compararlas con las



Diseño del telescopio óptico infrarrojo de 6.5 metros de diámetro.

imágenes emitidas por gas de hidrógeno ionizado, en una región donde se están formando estrellas, es decir, para tener información de las distintas fases del gas.

También deseamos construir un espectrógrafo óptico de dispersión media y de alta resolución espacial para estudiar problemas de composición química del gas en nebulosas gaseosas y remanentes de supernovas en la Vía Láctea y otras galaxias.

¿Qué tecnología se requiere?

Un equipo de esta complejidad requiere del mayor avance tecnológico en todos los aspectos pues cada uno de los elementos del mismo demanda la mayor excelencia posible. Por dar un ejemplo, se requerirá construir una campana de vacío que albergue al enorme espejo para poderlo aluminizar periódicamente.

Esto significa que tendremos que desarrollar nuestros apoyos e instalaciones en una forma mucho más estricta que la actual. Deberá contarse con las mejores condiciones de laboratorios ópticos, los más avanzados laboratorios electrónicos de control y comunicaciones, los talleres mecánicos de mayor precisión y la mejor tecnología de vacío; además, deberá aprovecharse el desarrollo de *software* especializado de control, procesamiento

de señales, redes de cómputo para manejo masivo de datos, etcétera. Esto puede lograrse solamente mediante la incorporación inmediata de nuevos investigadores tecnológicos que participen en el proyecto.

El grado de complejidad del equipo requiere de la tecnología más refinada, con la ventaja de que, por ser un duplicado de otro telescopio, la tecnología que se empleará ya ha sido probada; esta circunstancia da mayor probabilidad de éxito en cuanto al funcionamiento y permitirá aprovechar más rápidamente este gran instrumento. Tal fue el caso de los telescopios gemelos de 4 metros de Kitt Peak y de Cerro Tololo del Observatorio Nacional de los Estados Unidos, donde el segundo resultó mucho más avanzado en su construcción y con menos problemas que el primero. Adicionalmente, en la medida en que el primer instrumento, el telescopio Magallanes, está en fase de diseño y construcción, se participará en el proceso de desarrollo tecnológico tan enriquecedor para los individuos involucrados.

Colaboraciones internacionales

La tendencia actual en astrofísica es que, dado el alto costo de los telescopios y lo complejo de la tecnología requerida, se establezcan frecuentemente grupos de universida-

des para construir y operar un instrumento. Así se han organizado prácticamente todos los telescopios grandes construidos en los últimos diez años. Nosotros no somos excepción, nuestro proyecto requiere de varios socios que contribuyan en los distintos aspectos señalados. Por lo pronto el proyecto ya contempla dos socios: la Institución Carnegie en Washington, que aportará los diseños y su experiencia en la construcción del primer telescopio Magallanes, y la Universidad de Arizona, que estará a cargo de construir y pulir el espejo principal.

¿Qué problemas científicos deseamos atacar?

Una de las enseñanzas que tenemos de la historia de las ciencias, y en particular de la astronomía, es que el conocimiento ha avanzado cuando se introduce un instrumento de frontera que permite realizar experimentos cualitativamente superiores a los anteriores. El telescopio que proponemos ciertamente estará dentro del conjunto de grandes telescopios del mundo que hará grandes aportaciones a esta ciencia. El tipo de problemas científicos que deseamos resolver es tan variado como las especialidades de los astrofísicos involucrados. Así, dado el perfil de los investigadores del IAUNAM deseamos ahondar en nuestro conocimiento de los problemas extragalácticos, de estructura galáctica, de propiedades estelares y de características de varias fases del medio interestelar.

A continuación listaremos unos cuantos ejemplos del tipo de problemas científicos que deseamos atacar; para llevar a cabo estos proyectos existen en estos momentos investigadores preparados.

Astronomía extragaláctica

1) La determinación de la estructura a gran escala del Universo incluye los estudios de las nubes intergalácticas de gas para establecer su presencia, campo de velocidades y composición química; con estos elementos se puede avanzar en nuestro conocimiento de las etapas iniciales del Universo.

2) Información de la estructura y naturaleza de los núcleos de las galaxias activas. Aunque se conocen muchas propiedades de las galaxias activas no se ha logrado penetrar en la verdadera naturaleza de todos los fenómenos que ahí se presentan. Esta área se desarrollará ampliamente por medio de las observaciones infrarrojas, que permiten avanzar en el conocimiento de algunas de las estructuras de polvo y moleculares de estas zonas. También las observaciones ópticas nos permitirán avanzar en el conocimiento de las regiones cercanas al núcleo.

3) El comportamiento de las galaxias en interacción. Éste ha sido un campo en el que hay muchas incógnitas y en el que se podrá profundizar.

4) El conocimiento de la proporción de las distintas estrellas que constituyen las galaxias lejanas. Esto se

puede realizar con estudios espectroscópicos de la luz de las mismas.

La estructura de la Galaxia

La determinación de la extensión de la Galaxia y contenido de estrellas en la misma. Se tiene información de las estrellas brillantes y de estrellas como el Sol pero nos falta mucha información acerca de la presencia de estrellas de menor masa que este astro (y por lo tanto menos brillantes); se cree que éstas son muy abundantes y que pueden representar una fracción importante de la masa total de la Galaxia. Las observaciones ópticas e infrarrojas darán aportaciones significativas en este campo.

La evolución de las estrellas

1) Mejor conocimiento de los procesos de formación estelar. Son muchos los detalles que pueden enriquecer el conocimiento del campo en términos de los discos que rodean las estrellas jóvenes y que son parte de su fase de formación, la presencia de estructuras en el gas que rodea las estrellas jóvenes, etcétera.

2) El estudio de las estrellas variables. Es de gran interés determinar espectroscópicamente las condiciones en la fotosfera de este tipo de cuerpos celestes.

Problemas de materia interestelar

1) Las propiedades de las nebulosas gaseosas en la Vía Láctea. Se podrá obtener información de nebulosas gaseosas muy débiles y conocer con mucho más detalle espacial sus características.

2) Las propiedades de los remanentes de supernovas. Se tendrá más información de los procesos hidrodinámicos y su interacción con el gas ambiente.

EL FUTURO

La construcción y puesta en operación del telescopio de 6.5 metros nos pondrá en la frontera de la investigación astrofísica durante los próximos veinte años. La descentralización de la investigación científica recibirá un impulso extraordinario. Nos permitirá desarrollar tecnología de punta en las áreas de óptica, electrónica, mecánica de precisión, control de procesos, etcétera. El desarrollo de la astrofísica como ciencia básica permitirá a su vez un mayor desarrollo de ciencias básicas afines y, como en el pasado, será un motor importante para el progreso de la ciencia aplicada y la tecnología nacionales.

Somos muy optimistas, pensamos que nuestros sueños se convertirán en realidad pues consideramos que este proyecto reúne todos los elementos para tener éxito. ■

LOS ENIGMÁTICOS CUASARES

Los cuasares son objetos celestes que por más de treinta años han cautivado e intrigado a los astrónomos. El primero de estos objetos se descubrió en 1960 pero fue hasta 1963 cuando los astrónomos comprendieron (o creyeron comprender) lo que estaban viendo. Aunque el objeto parecía ser una débil estrellita azul, desde un principio se sospechó que no se trataba de ninguna estrella ordinaria ya que inicialmente fue detectado por su emisión de radiofrecuencia y sólo después se identificó esta emisión con un objeto visible. Las estrellas no emiten con esa intensidad en radiofrecuencia.

Una de las técnicas más utilizadas en astronomía para analizar la luz de los objetos es la espectroscopía, mediante la cual podemos descomponer la luz blanca y analizar por separado los diferentes colores (longitudes de onda o frecuencias) que la componen. Pues bien, al analizar el espectro de este primer cuasar quedó claro de inmediato que, a pesar de su apariencia de estrellita azul, no se parecía a ninguna estrella por sus características espectrales (que reflejan básicamente temperatura). De hecho, no se parecía a ningún cuerpo celeste conocido hasta entonces. Maarten Schmidt resolvió este enigma cuando logró identificar en el espectro de uno de estos objetos el patrón de emisión producido por el hidrógeno, el elemento más abundante en el Universo. Pero las longitudes de onda en las que aparecía este patrón habían sido desplazadas sistemáticamente hacia el lado rojo del espectro (aparecía con longitudes de onda mayores que en el laboratorio). El desplazamiento era tan grande que los astrónomos tardaron tres años en encontrar un patrón reconocible. Al poco tiempo se logró una identificación similar para otros objetos.

Después de descartar otras posibles causas de ese corrimiento hacia el rojo, se llegó a la interpretación aceptada hasta hoy por la gran mayoría de los astrónomos: el corrimiento hacia el rojo se debe a la expansión del Universo. A causa de esta expansión todas las galaxias se alejan unas de otras. Ésta es una de las predic-

ciones más importantes que se desprenden de la teoría de la relatividad general, formulada por Albert Einstein alrededor de 1915; tal predicción fue comprobada por Edwin Hubble unos años más tarde. Además, Hubble logró establecer una relación entre la distancia a la que se encuentra una galaxia —de nosotros— y su aparente velocidad de alejamiento debida a la expansión del Universo. Esta correlación se conoce como la ley de Hubble y establece que la velocidad de recesión (o alejamiento) es mayor cuanto más lejos se encuentra una galaxia, en proporción directa a la distancia de esta última. El corrimiento hacia el rojo de los patrones espectrales ya se había detectado (aunque nunca en la forma tan drástica como apareció en los cuasares) y, siendo éste una medida de la velocidad de recesión según la ley de Hubble, se usaba para determinar la distancia de galaxias lejanas. Al medir el corrimiento espectral del cuasar conocido como 3C273 se obtuvo un valor de 15.8%. El corrimiento hacia el rojo, que se designa con la letra z , se define como la diferencia entre la longitud de onda de la luz al ser emitida y la longitud de onda al ser observada, dividida entre ésta; para 3C273 el valor es $z = 0.158$. Aplicando la ley de Hubble, se obtiene una distancia tal que la luz debe viajar 2000 millones de años para llegar a nosotros desde este objeto (esto se expresa diciendo que el objeto se encuentra a 2000 millones de años luz de distancia). Estaba claro entonces: no se trataba de una estrella sino de un objeto fuera de nuestra galaxia y el más lejano de los conocidos hasta entonces. El nombre de *cuasar* proviene de las siglas en inglés de *objeto cuasi estelar*. Hoy en día se conocen más de dos mil cuasares (15 llevan el nombre del observatorio mexicano de Tonanzintla) y el 3C273 es... ¡el más cercano! El más lejano detectado hasta ahora tiene su espectro corrido hacia el rojo en casi 500% ($z = 4.897$), lo que implica una velocidad de recesión muy cercana a la de la luz (300 000 km/seg), que es la velocidad límite en la naturaleza para el movimiento de la materia y la energía. La velocidad de recesión de este cuasar lo sitúa en los confines del Universo observable.

El siguiente hallazgo sorprendente fue la variabilidad en el brillo de ciertos cuasares. Se encontró que existían algunos que duplicaban su emisión de luz en un día, lo cual indica que la región que produce esta luz no puede ser mayor que *un día luz*, o 25 millones de kilómetros (dos veces el tamaño del sistema solar). Es decir, algunos cuasares producen mucho más energía que una galaxia normal —con sus cientos de miles de millones de estrellas— en una región tan pequeña como el sistema solar.

En los últimos veinte años se ha realizado un intenso trabajo para, por un lado, observar los cuasares en todas las frecuencias posibles, desde las radiofrecuencias (radiación de baja energía) hasta los rayos gama (la radiación más energética), lo que ha sido posible gracias al gran avance de la tecnología astronómica de los observatorios espaciales. Y, por otro lado, para formular teorías que puedan explicar los fenómenos físicos que ocurren en los cuasares, muy especialmente la fuente de tan colosal energía. A partir de las detecciones más recientes de cuasares en rayos gama se sabe que, al menos en estos objetos, el origen de la energía no es, definitivamente, estelar. Además, los datos de variabilidad en las frecuencias de rayos x ponen límites aún más severos al tamaño de donde proviene la emisión de esta energía.

Algo que ha quedado claro a lo largo de todos estos años es que los cuasares no representan un fenómeno tan insólito en el Universo como se pensó en un principio. Al ir juntando pacientemente las piezas del gran rompecabezas ha emergido el hecho de que fenómenos muy similares ocurren en los núcleos de varios tipos de galaxias: en las llamadas radiogalaxias, en unos objetos conocidos como objetos tipo BL Lacertae (“primos hermanos” de los cuasares), y en las galaxias conocidas como galaxias Seyfert (por su descubridor). Los núcleos de todos estos objetos son muy parecidos a los cuasares, aunque la potencia emitida, y algunas otras características, varían de un tipo a otro. Asimismo, se han logrado detectar las galaxias que rodean a los cuasares que están en el centro de ellas; de modo que, hablando genéricamente, todos estos objetos se agrupan bajo el nombre común de *núcleos activos de galaxias*.

Las tres propiedades comunes más importantes de todos los núcleos activos de galaxias son: altísima luminosidad, radiación de electrones ultrarrelativistas —es decir, acelerados a velocidades cercanas a la de la luz en fuertes campos magnéticos (esta radiación se llama *sin-crotrónica*)—, y estructura muy compacta. Para explicar la generación de energía equivalente a decenas y hasta cientos de veces la emitida por toda una galaxia desde una región del tamaño del sistema solar (y aun menor), se han propuesto varias teorías. No tenemos la posibilidad aquí de analizar los pros y contras de cada una, basta decir que la mayoría ha sido desechada por diversas razones. La que ha predominado es la idea propuesta

hace treinta años por un astrónomo ruso y por uno norteamericano. En 1964, Yakov Zeldovich y Edwin Salpeter propusieron, cada uno por su lado, que la fuente de energía de los núcleos activos de galaxias podría deberse a la caída de material (gas y estrellas) a un agujero negro de entre uno y varios millones de veces la masa del Sol, situado en el centro del núcleo. Lo que pareció en un principio la idea más descabellada ha resultado ser, a lo largo de estos últimos treinta años, la más probable y la más aceptada por la comunidad astronómica.

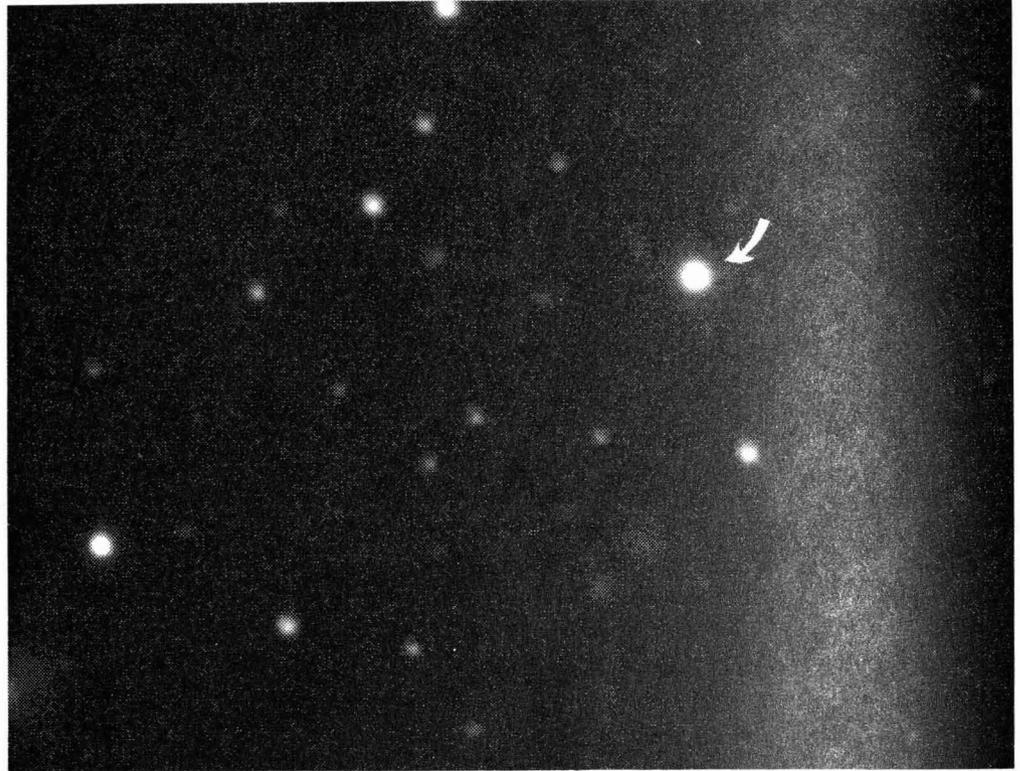
En la ciencia nada es dogma de fe, por lo que hay quienes sostienen ideas alternativas. Por un lado, hay quienes piensan que tal vez los cuasares y objetos relacionados no están realmente a las distancias que implica el corrimiento hacia el rojo debido a la expansión del Universo. Si los cuasares estuviesen cerca y si, por ejemplo, fuesen objetos de nuestra galaxia, su luminosidad real (intrínseca), deducida a partir de la observada (aparente), sería mucho menor y, consecuentemente, el requerimiento energético también. Si esto fuera así, entonces tendríamos que buscar otra explicación del corrimiento hacia el rojo... pero no la hay. La única alternativa podría ser el corrimiento hacia el rojo producido por la fuerza de gravedad que, como demostró Einstein, actúa también sobre la luz; sin embargo se han hecho estudios que demuestran que este efecto no es el predominante, ya que si lo fuera habría una contradicción con lo observado respecto a los cuasares. Por otro lado, hay evidencias de objetos aparentemente conectados entre sí, que tienen corrimientos muy disímiles. Dicho de otra manera: parecen estar en contacto físico pero resultan estar a distancias muy diferentes. Podrían deberse a efectos de proyecciones casuales en el plano del cielo, aunque la probabilidad de que esto suceda es muy baja. O... en fin, eso es parte del chiste, no todo tiene una respuesta. Uno de los argumentos más fuertes en favor de las distancias cosmológicas de los cuasares es el efecto conocido como *lentes gravitacionales*. Este efecto consiste en la distorsión de las trayectorias de los rayos luminosos provenientes de los cuasares, producida por la atracción gravitacional de galaxias que se interponen entre un cuasar y nosotros. Se ha observado que estas distorsiones producen imágenes múltiples (como cuando “vemos bizco”) o alargadas como enormes arcos en el cielo. Para que esto suceda los cuasares deben estar mucho más lejos que las galaxias que producen el efecto de lente gravitacional, distorsionando la luz de éstos.

Por otro lado, algunos astrónomos han revivido y desarrollado recientemente una de las primeras teorías que surgieron para explicar los cuasares: la de las explosiones casi simultáneas de estrellas muy masivas (supernovas) como fuente de energía y de aceleración de electrones. En la versión moderna de esta teoría se estudia la posibilidad de que en un medio sumamente denso y en un volumen muy reducido tenga lugar una gran can-

tividad de explosiones de este tipo, así como la evolución de los remanentes de dichas explosiones. Sin embargo, esta alternativa, cuyo atractivo principal es no recurrir a objetos cuya existencia es hipotética —los agujeros negros—, no ha resultado atractiva para la mayor parte de la comunidad por varias razones. Una de ellas es que las explosiones de supernovas que observamos en nuestra galaxia ocurren, en promedio, una vez cada 300 años, y lo que esta teoría requiere es, aproximadamente, una explosión diaria. También resulta hipotético suponer que esto puede ocurrir en los núcleos de las galaxias. Otra razón importante es que, aun si tales explosiones ocurren, la

teoría en cuestión excluye la posibilidad de explicar los objetos más energéticos como las radiogalaxias, los objetos BL Lac y los cuasares emisores de rayos gama; no ofrece, por lo tanto, el esquema unificador que se desprende del modelo del agujero negro. En particular, el modelo de explosiones de supernovas no puede explicar la emisión de chorros de plasma extremadamente colimados y energéticos que se observan en muchos de estos objetos; los más espectaculares son los de las radiogalaxias que se extienden a distancias de hasta miles de años luz. No obstante, a la luz de los descubrimientos más recientes que se mencionan más adelante, veremos que es muy posible que ambas teorías sean complementarias en lugar de ser excluyentes.

Veamos con más detalle el modelo del agujero negro central. La teoría de la relatividad general describe la fuerza fundamental a gran escala en el Universo, la gravitación, en términos de la geometría del espacio-tiempo. La presencia de objetos masivos le da curvatura a este espacio-tiempo; esa curvatura se manifiesta como una fuerza de atracción hacia esos objetos masivos. Esta teoría amplía la concepción newtoniana de la gravedad y muchas de las predicciones adicionales han sido ya corroboradas. Sin embargo otras todavía no, como la que plantea la posibilidad de que existan regiones del espacio cuya curvatura es tan intensa que las cierra sobre sí mismas, desconectándolas (desde el punto de vista de intercambio de información) del resto del Universo, formándose



Una imagen del cuasar 3C66A. En la fotografía aparecen también algunas estrellas mucho más cercanas a nosotros pero que se encuentran en la misma dirección que el cuasar. La imagen fue tomada con el telescopio de 2.1 m del Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, Baja California.

un agujero negro en el espacio-tiempo. Podemos entender esta idea en el marco de la física clásica: la masa y el radio de un cuerpo esférico están relacionados por la expresión: $R = 2GM/v^2$, en la que R y M designan el radio y la masa, respectivamente, G es la constante de gravitación universal y v es la *velocidad de escape*, es decir, la velocidad que debe imprimirse a un objeto para que se libere (escape) de la atracción gravitacional del cuerpo. Como ejemplo, pensemos en los cohetes que impulsan a las naves espaciales. Estos cohetes deben imprimir una velocidad mínima de 11 kilómetros por segundo a dichas naves para que éstas puedan escapar de la atracción gravitacional terrestre y salir al espacio, ya que si anotamos la masa y el radio de la Tierra en la expresión de arriba obtenemos precisamente 11 kilómetros por segundo. Pero si la masa de la Tierra fuese la misma y su radio aproximadamente medio centímetro (en lugar de poco más de seis mil kilómetros), la velocidad de escape que nos daría la expresión de arriba sería mayor a trescientos mil kilómetros por segundo, es decir, mayor que la velocidad de la luz. En ese caso, *nada*, ni siquiera la luz, podría escapar a la acción de la gravedad de un cuerpo con esas características, y ésta es, precisamente, la definición de un *agujero negro*. Como se ve, la palabra *agujero* resulta un tanto imprecisa pues no se trata de un agujero en el espacio, sino más bien de una enorme condensación de materia.

Veamos ahora por qué se cree que este tipo de objetos pueden existir en los núcleos de los cuasares y en al-

gunas galaxias, y cómo se genera la energía en su entorno. En los núcleos de las galaxias existen cúmulos sumamente densos de estrellas; se han realizado cálculos que muestran que estos cúmulos pueden colapsarse bajo la acción de su propia atracción gravitacional hasta convertirse en un agujero negro. De manera análoga, se piensa que las estrellas más masivas, al final de sus vidas, al no tener ya soporte para su propio peso por la presión de la radiación (la estrella ha agotado sus fuentes de energía), ni conocerse estructura alguna de la materia con la suficiente "rigidez" para soportar pesos de más de unas cuatro masas solares, se colapsan bajo la acción de su autogravedad hasta formar agujeros negros. Sólo que, en el caso de los núcleos de las galaxias arriba mencionados, la masa del agujero negro resultante del colapso gravitacional de un cúmulo sería de varios millones de masas solares. Otra teoría sostiene que estos agujeros negros pueden ser de origen *primordial*, es decir, algo así como pedazos de la singularidad original, a partir de la cual se inició la expansión del Universo, que se quedaron sin expandir. Estos agujeros negros primordiales podrían servir de "semillas" para la formación posterior de galaxias por condensación de materia alrededor de ellos, lo que ayudaría a resolver uno de los problemas más difíciles de la astrofísica: el del origen de las galaxias. En todo caso, la confirmación de la existencia de los agujeros negros es probablemente el tema más candente de la astrofísica moderna.

El modelo de generación de energía puede resumirse de la siguiente manera: la enorme fuerza gravitacional del agujero negro atrae material de la galaxia circundante, gas y estrellas, que por su momento angular (o cantidad de rotación) forman una especie de remolino o disco alrededor del agujero negro. Las estrellas se destruyen previamente por la acción de potentes fuerzas de marea al orbitar en las cercanías del agujero negro. El disco de gas así formado se calienta por la gravedad y la fricción, pudiendo radiar tanta energía como un billón de soles aunque sus dimensiones son apenas mayores que las del sistema solar. La mayor parte del material acaba cayendo y desapareciendo en el agujero negro de modo que, para que se manifieste la actividad, el disco debe tener una fuente de suministro de gas; mientras dure el suministro, durará el fenómeno. En la jerga profesional se habla de que se emite energía cuando —y mientras— "el monstruo tenga qué comer". Sin embargo, parte del gas, el más lejano al plano ecuatorial del disco, logra ser acelerado en el borde interno del remolino y emitido en forma de chorros de plasma perpendiculares al plano del disco. Este escenario puede explicar, además, los chorros de plasma de alta colimación observados en cuasares y otros núcleos activos de galaxias, en particular las radiogalaxias.

Al preguntarse los astrónomos de dónde obtiene el agujero negro central tanto material para "engullir" —una vez agotado el gas normal del núcleo galáctico—, al-

gunos han llevado este modelo más lejos al afirmar que un cuasar sólo puede formarse cuando ocurre una colisión de dos galaxias de masa similar. Cada una de estas galaxias puede poseer ya un agujero negro central (en cuyo caso se "fundan" en uno solo con la suma de las masas de cada uno), o éste puede formarse en el proceso de la colisión. En cualesquiera de los casos, la colisión provoca que una gran cantidad de gas fluya hacia el núcleo de la nueva galaxia "encendiendo" un cuasar. La idea de las colisiones de galaxias no es nueva; ya en los años setentas se podía explicar que varias morfologías peculiares como *colas*, *puentes* y *plumas* en galaxias se debían a fenómenos de interacción entre ellas, ya fuera de manera directa (fusión de galaxias) o indirecta (fuerzas de marea por encuentros cercanos). Un ejemplo típico es el sistema conocido como *la antena* en la constelación del Cuervo. En aquella época, las simulaciones de la interacción de galaxias que era posible realizar en las computadoras sólo tomaban en cuenta las estrellas, no el gas, lo que era una gran limitante. Cuando dos galaxias, cada una con 100 mil millones de estrellas, chocan y se fusionan, no sucede gran cosa con las estrellas pues las distancias interestelares son tan enormes que la mayoría de las estrellas ni se toca entre sí. Para hacer simulaciones que incluyan el gas se requieren supercomputadoras (como la Cray que adquirió recientemente la UNAM); éstas han arrojado resultados sumamente interesantes. Debido a la colisión, el gas que llena los enormes volúmenes del espacio interestelar se aglutina en el centro de la galaxia remanente de la fusión.

Recientemente se ha descubierto que los cuasares no sólo tienen gran cantidad de gas sino que lo tienen en forma molecular, es decir, de alta densidad. En este esquema, no cualquier colisión de galaxias crea un cuasar sino sólo aquellas en que ambas progenitoras tengan mucho gas, preferentemente molecular. Así, el cuasar sería la manifestación más extrema del proceso de fusión de galaxias. La evidencia clave para confirmar esta idea vino de los descubrimientos hechos con el satélite IRAS (Infrared Astronomical Satellite), que en 1983 detectó una serie de galaxias cuya luminosidad en el espectro infrarrojo (estamos hablando de longitudes de onda de 12 a 100 micras) es tan grande como la luminosidad visual de los cuasares. Cuando dos galaxias se colisionan para detonar un cuasar, éste inicialmente estará oculto en una gran cantidad de gas y polvo que rodea al núcleo. El polvo absorbe la enorme radiación del cuasar, lo que lo hace indetectable en longitudes de onda de luz visible. Pero el polvo, al absorber esta radiación, se calienta y radia gran cantidad de energía justamente en las longitudes de onda del espectro infrarrojo que mencionamos arriba. El satélite IRAS descubrió galaxias que emiten hasta el 90% de su energía en el infrarrojo, y varias de ellas tienen luminosidades en estas longitudes de onda de miles de millones de soles, es decir, como los cuasares. Más aún, al examinar estas galaxias con imágenes en luz visible, se encuentra que *todas* muestran



Par de galaxias conocido como "Kar 29" de morfología mixta (una galaxia elíptica y la otra espiral). El estudio de este sistema realizado recientemente (Marziani, Keel, Dultzin-Hacyan y Sulentic, 1994 *Astrophys. Journal*, en prensa) muestra que la galaxia elíptica atravesó el disco de la espiral desencadenando actividad nuclear e intensos brotes de formación estelar en la espiral (la galaxia de abajo). En la imagen, tomada con el telescopio de 2.1 m del Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, se observa la distorsión del disco de la galaxia espiral.

morfologías de galaxias en colisión. El prototipo de estos objetos es la galaxia conocida como Arp 220.

Al producirse la colisión, el enorme flujo de gas hacia el núcleo genera ondas de compresión y de choque que producen enormes brotes de formación estelar. Las estrellas más masivas del brote pierden gran cantidad de masa en forma de fuertes vientos y evolucionan rápidamente hasta estallar como supernovas. Después de algunos millones de años, estos eventos despejan el entorno del cuasar "enterrado" y la luz de éste empieza a verse. De hecho, también se cree haber encontrado objetos en esta fase transitoria. La galaxia Markarian 231 es el prototipo de transición entre *cuasar infrarrojo* y *cuasar visible*. Emite el 90% de su energía en el infrarrojo, a pesar de que ya tiene claramente características de *cuasar visible* y su morfología refleja indudablemente colisión de galaxias; además, se le ha detectado una enorme cantidad de gas molecular, requisito indispensable para detonar un cuasar.

Hay que decir que, como siempre, no todos los astrónomos que trabajan en este tema están de acuerdo con estas ideas; algunos piensan que la interacción de galaxias puede ser una condición suficiente pero no necesaria para formar cuasares, es decir, que no todos los cuasares se for-

man así. Recientemente se ha logrado obtener imágenes muy profundas de varios cuasares con el telescopio franco-canadiense en Hawaii y en aproximadamente el noventa por ciento de los casos se ha detectado una galaxia subyacente con morfología de interacción. Sin embargo, estas observaciones sólo han sido posibles en los casos de los cuasares más brillantes. Por otro lado, algunos astrónomos piensan que si bien todas las galaxias superluminosas detectadas en el infrarrojo por IRAS parecen ser producto de colisiones, no necesariamente todas son *protocuasares*. Se argumenta que la colisión puede generar sólo un brote gigantesco de formación estelar en el centro y éste puede explicar las propiedades observadas. Para dilucidar este punto existe una prueba crucial que deberá hacerse: si las galaxias infrarrojas son cuasares disfrazados (o *protocuasares*) deben tener la misma distribución en su corrimiento hacia el rojo que los cuasares.

Se sabe que la gran mayoría de los cuasares tienen corrimientos hacia el rojo entre $z = 2$ y $z = 3$. Es importante señalar que cuando la luz de esos objetos fue emitida hace miles de millones de años —que es lo que ha tardado en su viaje por el espacio hasta llegar a nosotros—, el Universo era mucho más joven y estaba menos expandido. Por lo tanto, la densidad de galaxias en un volumen dado del espacio era mucho mayor y, consecuentemente, la probabilidad de colisión entre ellas era también mayor. Esto explicaría el hecho de que ya no se formen cuasares (no hay cuasares cercanos), y que las galaxias actualmente no tengan tanto gas como cuando acababan de formarse pues lo han "usado" para formar estrellas. El punto fundamental es averiguar si la distribución de corrimientos hacia el rojo de las galaxias infrarrojas es la misma que la de los cuasares. Pero para ello debemos esperar a tener un telescopio infrarrojo que nos permita ver galaxias infrarrojas más lejanas. Esto será factible a principios del próximo siglo, cuando se espera lanzar el telescopio SIRT (Space Infrared Telescope Facility).

Por ahora, lo que la mayoría de los astrónomos trata de averiguar es qué tipo de procesos físicos domina la emisión observada en distintas frecuencias de los diversos núcleos activos de galaxias (incluidos los cuasares). La hipótesis de trabajo mayoritariamente admitida es que, dependiendo de cuánto material tenga a su disposición "para engullir" el agujero negro, la energía de este proceso (energía de origen gravitacional) dominará la emisión de radiación —como probablemente ocurre en las galaxias con núcleos activos más energéticos— o será opacada por la emisión de estrellas masivas y supernovas de un brote de formación estelar circunuclear o, incluso, en el caso de los núcleos menos energéticos, será opacada por la emisión de las estrellas, el gas y el polvo del resto de la galaxia. En la mayoría de los casos, observamos una mezcla de estos procesos con contribuciones distintas en diferentes rangos de frecuencias. Uno de los grandes retos de este campo es el poder desentrañar el origen de todas las contribuciones a la emisión de estos objetos. ■

LEONARDO MARTÍNEZ CARRIZALES

LA IDENTIDAD GENERACIONAL DE JUAN VILORRO

Una de las primeras noticias de los narradores mexicanos nacidos en los años cincuentas es el trabajo de Juan Villoro (1956) como cuentista (*La noche navegable*, 1980; *Albercas*, 1985). A pesar de que esta promoción de escritores compareció por vez primera ante el público en los ochentas, sus páginas suelen evaluarse a la luz de ciertas categorías críticas sugeridas por los estudios de las obras, los hombres y los intereses de La Onda. Quienes así proceden, han tenido en cuenta su lado menos afortunado, también el menos frecuente; por lo demás, han incurrido en un error previsible: las obras de estos narradores no alcanzan todavía a articular un grupo de ideas estéticas, de convicciones humanas y de actitudes públicas capaz de oponerse al vigoroso sistema constructivo que sostiene a La Onda. Cuestión de tiempo. Sin embargo, la situación comienza a cambiar. *El disparo de argón* es una prueba pues anuncia la madurez de aquella primera noticia generacional: Juan Villoro.

A contrapelo de ciertos elementos comunes, el panorama adolescente que Juan Villoro describió en los cuentos de *La noche navegable* no puede identificarse con el de las obras más representativas de La Onda. Villoro prefiere una paleta de colores menos violenta, menos elocuente pero rica en matices internos. Olvidado de las obligaciones testimoniales que obsesionaron a sus antecesores, Juan Villoro enriqueció el mundo adolescente al señalar estados anímicos y actitudes mentales desconocidos hasta entonces: desestimó el escándalo de los rituales de rebelión y trabajó sobre los procesos de autoconocimiento y reconocimiento de estos adolescentes ante sí mismos y ante el otro.

Los personajes de Juan Villoro se bajan de su patineta, salen de un reventón o un concierto de rock y se echan a caminar, perplejos, por algunas zonas de su conciencia: la vacilación entre la camaradería varonil y el primer llamado femenino; las intuiciones personales que contradicen las certezas de los hermanos mayores; el irremediable destino

de la rebeldía: la intimidad; el escepticismo y su vacío —un escepticismo sin voces públicas, sin programa ni proyecto—; el vértigo de las posibilidades abiertas por el libre arbitrio. La soledad del viajero, el reverso silencioso del amor y de la música, el júbilo sin voz del sexo, son otras claves de un mundo cuyos sistemas internos de construcción comienzan a madurar.

El gusto de Juan Villoro por el rigor oculto de la meditación y la sensibilidad de sus personajes comporta una cuidadosa arquitectura de asuntos equidistante de la simpleza propia de algunas páginas de José Agustín, y del celo renovador de las técnicas narrativas familiar en Gustavo Sainz. Villoro reivindicó la sensibilidad inteligente de los argumentos. Los personajes de *La noche navegable* se detienen, trémulos, ante el precipicio de un recuerdo, de una vacilación moral; entonces, el desarrollo de la anécdota sufre el tropiezo de los argumentos accesorios. El trabajo de Villoro sobre la trama contenía la promesa de su inteligencia futura, aunque lesionaba la eficacia de sus cuentos, el atractivo de sus historias. El riesgo de estas digresiones practicadas en el cuerpo esbelto del cuento, a una década de distancia, parece justificado: la tarea que Villoro iniciaba entonces consistía en hallar una respuesta diferente de la de sus antecesores a los sucesos, las inquietudes, las emociones y las ideas cifradas en 1968.

La aparición pública de la generación de Juan Villoro (Leonardo Da Jandra, Alberto Ruy Sánchez, Adolfo Castañón, Ethel Krauze, Carmen Boulosa, Agustín Ramos, Víctor Roura, Alberto Paredes, Daniel González Dueñas...) coincide con el claroscuro que producen los tiempos donde un ciclo termina y otro se abre; Villoro escribe que uno de sus personajes es miembro "de los que venían después, después de todo, del movimiento del 68 y el Festival de Avándaro". Su condición es todavía más dramática: los narradores nacidos en los años cincuentas llevan a cabo su educación sentimental e intel-

lectual en medio de los sucesos que caracterizan la década de los setentas, secuela social y cultural de una crisis política gestada en fechas anteriores a 1968. Ante los narradores de los cincuentas, las convicciones populares y nacionalistas comenzaron a librar un combate con opiniones de orientación contraria; ante ellos, los modelos de desarrollo económico provocaron una de las catástrofes más perdurables para el país; ante ellos, el sistema de partidos políticos comenzó una recomposición todavía inacabada; ante ellos, las organizaciones cívicas reclamaron una curul en los debates políticos de carácter nacional. Otros hechos acompañan el crecimiento de estos jóvenes narradores: el ahogo del vocabulario y las acciones radicales, el prestigio de la crítica de los liberales y la democracia electoral, el terremoto de 1985, las transformaciones del PAN, los convenios de la izquierda mexicana, la fe ecologista, las elecciones de 1988, el Tratado de Libre Comercio.

El desencuentro de Carlos Fuentes con México a partir de 1968 es tan conocido como el anacronismo rotundo de las ambiciosas novedades editoriales de José Agustín y Gustavo Sainz en 1991 (*Tragicomedia mexicana* y *A la salud de la serpiente*, respectivamente). Sin embargo, ni la generación de Fuentes ni la de José Agustín han abandonado el escenario; el patriarcado de sus ideas y de sus actitudes públicas persiste.

No obstante, los narradores nacidos en los cincuentas han mirado con escepticismo el código de comportamiento de sus mayores. Cautos, obligadamente cautos, los miembros de esta generación han comenzado, a su modo, silenciosamente, una labor crítica sobre el pasado inmediato (de *La región más transparente* a *Gazapo*, de la Revolución cubana al festival de Avándaro), y con ella, la postulación estrictamente literaria de su tiempo. La tarea de Villoro y de su generación consistió en un doble ajuste de cuentas con la imagen tutelar de sus antecesores, una cuenta moral y otra estética: forjar un estilo de vida lo mismo que un estilo de escritura. Quizás uno y el mismo problema si comprendemos el vocablo estilo como la convocatoria, en la página escrita, de una responsabilidad bifronte: construir a un mismo tiempo los enunciados de la vida personal y los de la gramática.

Albercas, el segundo libro de cuentos de Juan Villoro, cumple, en su vertiente gramatical, con el compromiso adquirido por el joven narrador en lo

que se refiere a la confirmación de un espacio propio en las letras mexicanas. Es difícil agrupar esos textos en torno de un tema. Es preferible señalar, en cambio, la madurez de Villoro como diseñador y ejecutor de argumentos. En estas páginas reconocemos, sin menoscabo de la eficacia de la narración breve, como ocurría en *La noche navegable*, el éxito de las geometrías concebidas por una inteligencia refinada, la pertinencia aritmética de las fórmulas fantásticas, la dificultad premeditada del suspenso y del enigma. Ante la sospecha de una interrupción entre las tribulaciones de los adolescentes de su primer libro y las piezas del segundo, oponemos los productos más acabados de la cosecha de Villoro: personajes y situaciones cuya enunciación no es ajena a la complejidad, ambigüedades y sorpresas de una absoluta verosimilitud literaria, el hilo robusto e inexorable de sus historias. La figura tutelar de este libro deja de ser La Onda para ceder sitio a Adolfo Bioy Casares, de cuya influencia benéfica y correctora importa menos destacar sus temas —el trato perturbador entre realidades de diferente origen y dimensión— que la asimetría deliberada, los “excesos”, las arbitrariedades y las operaciones absurdas que engendran el necesario y progresivo interés de lo narrado, el rigor del argumento y su sentido humano: la invención y la trama. Nada que agregar sobre un rasgo ya aparecido en *La noche navegable* como una seña de identidad: la limpieza de la escritura.

El disparo de argón concluye los compromisos adquiridos por Villoro en materia de expresión literaria desde sus primeras páginas y revela sus implicaciones. En esta novela se reúnen los recursos más destacados de cada uno de sus libros de cuentos: el gusto por las complicaciones argumentales, las digresiones, el trabajo de la memoria, así como el secreto y sostenido rigor de la invención y la trama, remarcado en estas páginas por una historia que narra una intriga y un asesinato.

El asunto de la novela es pequeño, un pequeño asunto contado en 300 páginas, luego de las cuales Villoro multiplica los argumentos accesorios hasta convertir el reducido personal de la clínica de ojos donde ocurren los acontecimientos fundamentales de la novela en un barrio que prefigura a la ciudad procelosa. Si los protagonistas de la intriga son pocos, los personajes accidentales desempeñan un papel tan importante como su

número y nos conducen del misterio que rodea a la maquinación al aspecto por el cual Villoro cobra una súbita importancia entre nuestros escritores maduros: la postulación literaria de una mirada sobre la sociedad mexicana contemporánea. Una postulación inédita y una mirada sorprendente en el ambiente más bien previsible de la novela mexicana.

Villoro recurrió al enigma riguroso de una intriga contra la paz y la prosperidad de los métodos tradicionales de una clínica de oftalmólogos que basan su éxito en el prestigio legendario de su director y en el alto nivel de sus capacidades profesionales, para meditar en torno de una identidad en crisis: la de las comunidades tradicionales de nuestro país ante la conspiración transformadora de centros de decisión tan lejanos como desconocidos para ellas. Junto al interés provocado por un argumento eficaz y las sugerencias inteligentes de personajes y situaciones, Villoro expuso ante nosotros, sin el oropel escenográfico de otras épocas ni la estridencia de anécdotas pasadas, la imagen radicalmente contemporánea de nuestra ciudad, y en ella, un diagnóstico de la salud anímica y mental de sus habitantes. Los antecedentes de esta ficción, así como de sus propósitos humanos y literarios, no son escasos; sin embargo, nos atrevemos a señalar la novedad absoluta del temperamento que rige los procedimientos y los recursos necesarios para llevar a cabo, desde la literatura, este nuevo retrato.

Juan Villoro sólo tiene puntos de comparación entre sus coetáneos, pues son ellos, y sólo ellos, quienes han aprendido a descifrar un enjambre de signos enloquecidos sin fórmulas ni recetas heredadas. Sin pasar por alto la peculiar posición de la segunda promoción de novelistas del 68, narradores tardíos (publican al terminar la década de los setentas) cuyo modesto prestigio es inversamente proporcional a la profundidad sugerente de sus libros y que sin duda están en la base de esta lenta mutación de sensibilidad literaria entre nosotros (Luis Arturo Ramos, Hernán Lara Zavala, Jesús Gardea, Ricardo Elizondo Elizondo, Ignacio Solares, Severino Salazar...)

Juan Villoro aprueba con *El disparo de argón* su examen de madurez y añade a nuestra literatura una exégesis de nuestros días. Celebramos la generosidad del autor con la promesa de un comentario más detallado de una obra que, junto a otras, proponen y reclaman un nuevo cuerpo de ideas literarias. ■



Fondo de Cultura Económica

María Vanicsek
(compiladora)

LA TRANSFORMACIÓN ECONÓMICA DE HUNGRÍA

Presenta los puntos de vista de varios especialistas húngaros, para que el lector descubra y analice las transformaciones de la economía de este país y qué implicaciones tendrá a futuro

Julia Carabias, Enrique Provencio y Carlos Toledo

MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y POBREZA RURAL

Los autores ponen de manifiesto los profundos rezagos en que se encuentra inmersa la población rural mexicana, en especial en las regiones donde habitan grupos indígenas, que tienen a su favor un gran potencial de recursos naturales

En el FONDO hay libros para...
T O D O S

Empezamos con cultura económica y hoy somos Cultura Universal

DANIEL GONZÁLEZ DUEÑAS

ALEXANDRO JODOROWSKY: SALTAR HACIA LA CARNE PARA ENCONTRAR LO INMATERIAL

El descentrarse para buscar el centro, la furia como llave, la indignación como método de vida:

Es terrible pensar hasta qué punto la sociedad tiene necesidad de la muerte. Para obtener trabajo, funerales, industrias, medicinas, la sociedad nos asesina. En México se ha encontrado sangre en esqueletos que tenían cuatrocientos años, y la sangre seguía viva. Si la sangre puede vivir cuatrocientos años, usted puede vivir cuatrocientos años. [...] Me doy cuenta de que durante cuarenta años no he hecho más que prepararme. Pienso que un ser humano tiene necesidad de cien años para realizarse. Y otros cien para realizar algo. Es terrible. Debemos cambiarlo todo, comenzando por uno mismo.¹

De padre ruso y madre argentina, Alejandro Jodorowsky-Prullansky nace en 1929 en Iquique, ciudad costera del norte de Chile:

Mi abuelo, que era un judío ruso, dejó su país, Ucrania, para huir de los pogroms. En lugar de dirigirse, como muchos de sus compañeros de infortunio, a los Estados Unidos, por azar se encaminó a Chile, el país más lejano de América del Sur. Al llegar fundó una pequeña fábrica de zapatos y pronto pudo lograr que su familia se le reuniera. Mi padre llegó ahí a la edad de cinco años. En el momento de la gran fiebre del oro, que hizo del norte de Chile una suerte de nueva California, cuando todos los judíos se precipitaron a la búsqueda de fortuna, mi padre siguió el movimiento y se instaló en una pequeña ciudad del norte del país donde conoció a una joven cantante de ópera, hija de un bailarín de ballet ruso. Se casaron y, después del proceso habitual, nació yo. He ahí, en pocas palabras, la historia de mi familia.²

¹ Edith Cottrell, "A Conversation with Alejandro Jodorowsky", en *Zoom*, Núm. 54, noviembre de 1973, Nueva York.

² Jacques Zimmer, "Entretien avec Alejandro Jodorowsky", en *Image et Son*, Núm. 282, marzo de 1974, París.

A los ocho años se traslada a Santiago, la capital, con sus padres y su hermana Raquel; comienza a leer con avidez: Salgari, Verne, London... Descubre también el cine:

Mi padre tenía una tienda en la calle Matucana y al lado, en San Pablo, estaba el teatro Minerva, donde se pasaban tres o cuatro películas por día. Yo me escapaba al cine. El cine era mi droga, mi manera de sobrevivir. Se sobrevive soñando. Yo sobreviví gracias a la imaginación. Sin la imaginación me habría muerto.³

Continúan las lecturas: Homero, Víctor Hugo, Lautréamont, Kafka, Breton, el encuentro con Neruda, Borges, Vallejo, Parra, Huidobro. Ingresa a la Universidad de Chile y más tarde abandona la carrera de medicina y estudia psicología y filosofía. A la vez se desempeña como payaso en un circo, bailarín y dibujante. En 1945 obtiene notoriedad al publicar sus primeros poemas; a los 16 años se dedica a las marionetas; a los 17 debuta como actor y a los 18 crea un grupo consagrado a la pantomima.

Poco después se integra a la cofradía de poetas encabezada por Nicanor Parra y Enrique Lihn (que tiene como figura tutelar a Pablo Neruda y como grandes marginales a Pablo de Rokha y Juan Emar); el grupo revive la antigua fiesta de la primavera y celebra carnavales con elementos paganos. En 1953 Jodorowsky escribe en Santiago su primera obra de teatro, *El Minotauro*, bajo los elementos de la tragedia griega pero con un coro formado por payasos. Ese mismo año viaja a París y estudia pantomima con Étienne Decroux, maestro de Marcel Marceau y Jean-Louis Barrault y estrena en Berna y Zurich el mimodrama *La máquina de oro*. En 1954 se une a la compañía de Marceau; con éste realiza giras mundiales y para él diseña algunas rutinas que luego se harán famosas, como "La jaula" y "El hacedor de máscaras"; se entrevista con Breton y el grupo surrealista; dirige a Maurice Chevalier cuando éste reasume su carrera en el Teatro de la Alham-

³ Edmundo Magaña, "Un creyente incrédulo", en *La Jornada Semanal*, Nueva época, Núm. 168, agosto 30 de 1992, México.

bra, con una orquesta dirigida por Michel Legrand en su primera presentación en público. En 1959 tiene una primera experiencia filmica al realizar un cortometraje que adapta un texto de Thomas Mann, *Las cabezas trocadas* (*Die Vertauschten Köpfe*, 1940), en versión para pantomima. El filme, cuya única copia se ha perdido, contaba con una introducción escrita por Jean Cocteau.

Los métodos plurales se suceden a lo largo de la experiencia vital pero coexisten en cada una de sus etapas: "La pantomima fue para mí un intento de búsqueda interior. Un asumir mi cadáver. Un deseo de saltar hacia la carne para encontrar lo inmaterial. Un 'caer de la piel al alma', como dice Neruda."⁴ En 1960 el grupo de Marceau visita México; Salvador Novo y Rubén Broido proponen a Jodorowsky quedarse en este país y asumir la dirección escénica. Durante esa década y los primeros años de la siguiente, Jodorowsky ha de montar más de cien obras teatrales; éstas generarán un impulso inusitado en la medida en que obligan a reformular los marcos de referencia del teatro mexicano. Tal impulso se concentra en el movimiento artístico que en febrero de 1962 Jodorowsky funda en la capital francesa en colaboración con Fernando Arrabal y Roland Topor: el Pánico, centrado en tres elementos básicos: terror, humor y simultaneidad.

El Pánico es la demanda de un pensamiento libre de fajas lógicas, de corsets racionales, de cepos hechos de decencia y sentido común. Es, por tanto, heredero de esa línea secreta que se entretiene en el curso de la Historia y que a lo largo de ella recibe varios nombres (por ejemplo, surrealismo). Búsqueda de la total transparencia humana, el Pánico encarna la búsqueda del *uno con todos*, del *uno en todos*. Acaso no hay meta más comprometida con el hombre y su circunstancia: "Para mí la obra artística es crear conciencia, toma de conciencia; pasar del nivel inconsciente a uno de mayor grado de despertar hasta llegar, entre todos, a una enorme conciencia."⁵ El paso inicial es el sacudimiento pero es sólo el inicial, aquel que abre camino y crea el territorio donde otros registros de la expresión puedan existir. El terror no "elimina" al humor, la simultaneidad es un sistema y no un fin.

El modelo de un teatro vivo, contemporáneo y cosmopolita había recorrido bajo diversos apelativos el siglo xx mexicano. En 1952 se intenta en México una

⁴ James R. Fortson, "Retrato 'pánico' de Alejandro Jodorowsky", en *Caballero*, Núm. 26, abril de 1969, México.

⁵ Edmundo Domínguez Aragonés, *Tres extraordinarios*, Juan Pablos Editor, México, 1980.

de estas propuestas orgánicas: el Teatro Universitario que dirige Carlos Solórzano y que se impone producir al menos uno o dos estrenos al año tanto de autores clásicos en puestas al día como de autores de vanguardia en transcripciones de alta calidad. Uno de los directores invitados es Jodorowsky, quien debuta el mismo año de su llegada —1960— con *Acto sin palabras* y *Fin de partida* de Samuel Beckett. En 1961 realiza otro montaje para el Teatro Universitario: *Penélope* de Leonora Carrington, diseñadora además de escenografía y vestuario.

El tipo de teatro que hacemos es difícil porque no sólo pone en juego la emotividad del espectador sino que provoca la aparición de conflictos enterrados en el alma de cada actor. Es por esto que los actores y el público al cabo de cierto tiempo tienen la sensibilidad a flor de piel y actúan y observan en estado de total concentración en su lucha contra los propios fantasmas, lucha que todo humano debe intentar para alcanzar su madurez.⁶

Según estimaciones de Carlos Solórzano, en 1960, para una Ciudad de México que contaba con unos tres millones de habitantes, la cantidad de público interesado en espectáculos escénicos de calidad oscilaba entre mil y mil quinientas personas. Una década más tarde, con cinco millones de habitantes en la misma ciudad, ese público era de tres mil a tres mil quinientos espectadores, cifra que permanecerá casi intacta en las décadas siguientes pese al vertiginoso aumento en la población. Hacia la época en que Jodorowsky llegó a México, el teatro exigente se hallaba tan aislado del “gran público” como lo está ahora. Sin embargo, la estrategia fue atrapar de modo agresivo esa atención y dirigirla hacia los sitios en donde actuaba la vanguardia; luego, invertir los marcos de referencia: el teatro experimental no “falla” por contar con poco público sino acierta en ello, es decir, en heredar una llamada que por fuerza es minoritaria mientras no se lleve a cabo su gran demanda, la de invertir *por fuerza* todos los marcos de referencia mayoritarios.

Moverse más allá del número de actos aceptados por lo social atrae el adjetivo “demasiado”: soberbia punible por su intento de rebasar las “limitaciones humanas”. Y sin embargo, ante otros marcos de referencia, ramificar vías de acción equivale a un solo acto unitario, continuo e integrante, centrado en la mirada y en el instante presente:

⁶ A. J., “Penélope: tragedia surrealista”, en *Diorama de la Cultura*, septiembre 17 de 1961, México.

La memoria caracteriza al ser dormido. El estado de alerta y de percepción pertenecen al despierto. Hay personas que viven exclusivamente de recuerdos. Son incapaces de estar alertas a todo lo que viene [...]. Me gustaría estar en ese estado de alerta. Dicen que el samurai prevé. En el fondo, no prevé: está alerta. El ser dormido vive en el ruido interior y el ser despierto vive en el silencio.⁷

Jodorowsky empieza a ramificar actividades: además de formar el grupo Mimos Mexicanos —y mostrar el arte de la pantomima, prácticamente desconocido en México—, funda el Teatro de Vanguardia Mexicano, compañía que lleva a la escena grandes provocaciones en busca de una confrontación casi litúrgica con el público. El escándalo responde con virulencia: *La sonata de los espectros* de Strindberg y *La ópera del orden* son clausuradas por la censura el día del estreno. Para burlarse de estas “obras de un solo día” —y en eco de las llamadas de Artaud hacia un teatro alquímico, una terapia ritual de *shock*—, el director crea los *efimeros*, precursores del *happening* y del *performance*: una serie de manifestaciones interdisciplinarias traducidas en ruptura violenta de los lugares comunes. La respuesta de la sociedad a los veintisiete *efimeros pánicos* puestos en México resulta colérica, mas ello está previsto: para atacar, el aparato social debe atender; excreando esos actos, los publicita; condenando las irreverencias, las coloca en oídos de quienes muy bien pudieran entenderlas como una forma de salud a mitad de un letargo instituido. (Lo prueban, entre otras, las obras que Julio Castillo, Juan José Gurrola y Abraham Oceransky realizarían en México durante las décadas siguientes.)

“Olvidemos el pasado. Olvidémoslo completamente. Destruyamos los museos, los templos griegos. He aquí en lo que creo.”⁸ El escándalo es inevitable ante una declaración como ésta y, no obstante, en ella el acento está colocado menos en la acción “propuesta” que en la actitud entrevista (de ahí que difiera tan diametralmente del totalitarismo que busca borrar el pasado para borrar el presente de los hombres). No se trata de una destrucción por la destrucción misma sino de una sistemática demolición de fachadas que busca el *rostro*: “[Debemos] romper los reflejos condicionados. Matar el pasado, cambiar de nombre, modificar nuestros movimientos. Limpiar la mente, limpiar el corazón, limpiar el sexo. Hacer

⁷ Brunot Solt, “Le Cabaret Mystique”, en *Terre du Ciel*, Núm. 18, mayo-junio de 1993, Lyon.

⁸ Entrevista de Edith Cottrell, *op. cit.*

un orden y trenzar sexo, corazón y mente. Ser nuevos. Cambiar todos nuestros hábitos.”⁹ Destruir el pasado comienza en el artista: él tiene como primera necesidad construir su pretérito, crear a sus precursores, tomar los hilos esenciales de la madeja y con ellos tejer la armadura que portará al salir al mundo.

De forma paralela a su desempeño escénico, Jodorowsky despliega una actividad igualmente intensa en otros territorios: unifica a los intelectuales mexicanos dispuestos a ampliar sus foros y propuestas personales; edita varios libros (*Cuentos pánicos*, *Juegos pánicos*, *Teatro pánico*) y discos (música original de sus puestas en escena); funda un grupo de músicos, Las Damas Chinas, y con ellos ofrece conciertos de “antimúsica”; crea el *comic* mexicano de ciencia-ficción (*Anibal 5*) y la primera revista consagrada en México a esta especialidad, *Crononauta*, en colaboración con René Rebetez e ilustrada por Cuevas, Gironella, Felguérez, Coen, Gas, Corzas; colabora en diversas publicaciones (entre ellas la revista *S.Nob.*, que dirige Salvador Elizondo); realiza programas radiofónicos y televisivos en los que juega con ciertos elementos de los *efimeros*.

El sacudimiento sin precedentes que provocan las puestas en escena de Jodorowsky revivifica los foros mexicanos, despierta o reformula vocaciones y replantea los términos de la relación artista-Estado. En esta época, el director llega a tener dos y hasta tres espectáculos simultáneos en cartelera; la lista de autores que lleva a la escena incluye a Arthur Schnitzler, Jean Tardieu, Strindberg, François Billeudoux, Ionesco, Arrabal, Elena Garro... Bajo su dirección, dos actores mexicanos, Narciso Busquets y Carlos Ancira, revitalizan el monólogo en dos respectivas puestas de gran resonancia: *El gorila* (adaptación del texto “Informe para la Academia” de Kafka) y *El diario de un loco* de Gogol, obra que a lo largo de las décadas alcanzó varios miles de representaciones. Hacia el final de los sesentas y el principio de los setentas Jodorowsky cierra esta etapa de su trabajo escénico en México con *Zaratustra*, *Drama Pop* y *El juego que todos jugamos*. “Si el objetivo de las otras artes es crear obras, el objetivo del teatro será cambiar directamente a los hombres. Si el teatro no es una ciencia de la vida, no es un arte.”¹⁰

En 1965 realiza, dentro del Festival de París de Libre Expresión, el efimero pánico de cuatro horas de duración *Melodrama sacramental*, un violento rito de

⁹ Rick Kleiner, Jules Siegel y Richard Ballad, “Alejandro Jodorowsky, Film Maker”, en *Penthouse*, Vol. 4, Núm. 10, junio de 1973, Nueva York.

¹⁰ A. J., “The Goal of the Theatre”, en *City Lights Journal*, Núm. 3, San Francisco, 1966.

ruptura que escribe, dirige, co-produce y actúa, y en el que denota sin la menor concesión la esencia de su credo teatral. "Creo muchísimo en la violencia artística [...]. Se necesita una violencia fría y tremenda para crearse un alma. Entonces hay que torturarse mucho, hay que trabajar mucho sobre sí mismo. Si no manejamos la violencia no podemos llegar a la liberación."¹¹ Regresa a México en 1967 y vuelve a multiplicar actividades: continúa su labor teatral; durante varios años difunde semanalmente sus *Fábulas pánicas* en un suplemento cultural bajo la forma del *comic* a color; vuelve la atención hacia el cine. El primer largometraje de Jodorowsky, *Fando y Lis*, surge en un momento en que se habla de un nuevo cine mexicano: tras el auge de los cuarentas y la grave crisis de los cincuentas y principio de los sesentas, un grupo de escritores y teóricos había impulsado la formación de cine-clubes y de una crítica especializada, así como la creación del Centro Universitario de Estudios Cinematográficos y del Primer Concurso de Cine Experimental (1964), donde triunfara una cinta que de modo excepcional incursionaba en la poesía netamente filmica y que sin ese reconocimiento se hubiera diluido: *La fórmula secreta* de Rubén Gámez. En ese instante de transición y como un reto de asumir verdaderamente lo nuevo, Jodorowsky adapta a la pantalla *Fando y Lis*, la pieza de Fernando Arrabal que ya había llevado al teatro en 1961. El desafío de la cinta estalla al proyectarse en la Reseña Mundial de Festivales Cinematográficos en Acapulco, donde se levanta un escándalo que el director no había conseguido aun en la más atacada de sus puestas en escena. *Fando y Lis* no se estrenaría en los circuitos comerciales mexicanos sino hasta 1972.

En 1969 Jodorowsky emprende el rodaje de *El Topo*, un filme que bajo la forma del *western* contiene una compleja fábula pánica a través del Zen. Por medio de la empresa AVKO de Allen Klein (el productor de The Beatles), John Lennon compra los derechos del filme para su distribución internacional; erigida en película de culto, *El Topo* se exhibe en Nueva York durante más de doce meses consecutivos. En México, esta película da origen a uno de los movimientos más revitalizadores que ha experimentado el cine mexicano: la ambiguamente llamada "corriente esotérica" (puesto que ese término no proviene de sus integrantes), de la que forma parte un filme aparecido el mismo año, *Anticlímax* de Gelsen Gas. En 1971 esta corriente produce la mayor parte de sus títulos: *La mansión de la locura* de Juan López Moctezuma, *Pubertinaje* de

José Antonio Alcaraz y Pablo Leder, *Ángeles y querubines* de Rafael Corkidi y *Apolinar* de Julio Castillo. Cabe incluir un documental rodado en 1975: *La magia* de René Rebetez, así como los siguientes largometrajes de Corkidi (*Auandar Anapu*, 1974; *Pafnucio Santo*, 1976; *Deseos*, 1977), en los que se concentra la mirada de este artista plástico que imprimiera —como fotógrafo de todos los filmes mencionados— los elementos visuales característicos de la "corriente esotérica": una alta estilización en el encuadre, la composición y el uso de la luz, un exigente tratamiento de los espacios y los valores de la imagen. Esta corriente, menos representada por una breve lista de películas que por su impulso (la necesidad de asumir el cine como arte de contemplar y ventana a lo invisible), imprime su huella en las contadas cintas mexicanas que a lo largo de las décadas se han atrevido a una verdadera búsqueda a mitad de una crisis que parece permanente.

En 1972 Jodorowsky realiza la más ambiciosa película emprendida en México hasta ese momento: *La montaña sagrada*. El proyecto implica una serie de rupturas: un muy extenso periodo de preparación y filmación; el empleo de casi toda la capacidad laboral de los Estudios Churubusco y la rehabilitación de los Estudios Tepeyac, cerrados hacía años; un muy amplio reparto y numerosas locaciones; escándalo superlativo cuando el director rueda una secuencia en uno de los sitios de mayor religiosidad católica en la Ciudad de México... Hacia la mitad del rodaje Jodorowsky emigra a los Estados Unidos en busca de fondos para terminarlo; es Allen Klein quien se muestra dispuesto a costear el resto de la cinta. Ésta, al término del proceso de montaje a cargo de Federico Landeros, consta de diez horas de duración y sufrirá una serie de cortes determinados por los canales de distribución hasta una copia final de 150 minutos (aun ella cortada por el distribuidor en México hasta los 105 minutos). Esta versión se proyecta, como *midnight cult movie*, durante 16 meses continuos en Nueva York.

Creo en el hombre colectivo. El hombre es humanidad. En *La montaña sagrada* el héroe son doce personas; diez de ellas forman el sistema solar; dos más completan el zodiaco. Y entonces vamos a la aventura completa, como un grupo. [...] Al hablar de un hombre colectivo no quiero decir el estar con otras personas. Hablo de un hombre que siente en su interior la totalidad de lo humano, incluso aunque trabaje solo y no pida nada.¹²

Tras la distribución internacional de *El Topo* y *La montaña sagrada*, Jodorowsky se enfrasca en un proyecto de aún mayores repercusiones pese a que no llegó a realizarse: *Dunas* (inspirado en la novela de ciencia-ficción escrita por Frank Herbert), cuyo guión diseña con el dibujante Moebius (Jean Giraud). En la extensa etapa formativa, y gracias al apoyo del productor Michel Seydoux, Jodorowsky contrata a Dan O'Bannon para crear los efectos especiales, a Christopher Foss para diseñar naves fuera de los lugares comunes hollywoodenses, a H. R. Giger para esbozar ciertas escenografías, al grupo Pink Floyd para escribir e interpretar la música, e incluso a Gloria Swanson para actuar el rol de una sacerdotisa, Bene Gesserit, a Orson Welles para encarnar al barón Harkonnen y a Salvador Dalí para desempeñar el papel de Padishah, el delirante emperador de la galaxia. Hollywood inicia una campaña tendiente a sabotear el rodaje, y a la vez aprovecha esa experiencia que le muestra la posibilidad de emprender cintas de ciencia-ficción a gran escala: el único antecedente de esa magnitud, *2001: Odisea del espacio* (Stanley Kubrick, 1968), estaba considerado una "curiosidad" excepcional que ningún filme podría igualar tanto en ambiciones como en éxito de taquilla. Tres años después de haberse cancelado el proyecto de *Dunas*, una "superproducción", *La guerra de las galaxias* (George Lucas, 1977), origina la "edad de oro" de ese género en su vertiente filmica. En 1979 los promotores de otra película nacida de esa tendencia, *Alien* de Ridley Scott, contratan a O'Bannon, Foss y Giger y emplean parte de los diseños que éstos realizaran para *Dunas*. A partir de una adaptación muy lejana a la de Jodorowsky, la novela de Herbert llegará a la pantalla en 1984, producida en México por Dino de Laurentis y dirigida por David Lynch.

Lo emprendido equivale ya a una culminación, del mismo modo en que culminar es generar nuevos puntos de arranque simultáneos. Sólo de modo aparente resulta contradictoria la certeza de que sumergirse en el inconsciente es el primer paso de la afinación de la conciencia:

Hay muchas formas de hablar. Usted puede gritar a una persona o hablarle muy bajo, dulcemente. Por lo común, una película habla a ciertas partes del ser humano. Solemos hacer una distinción entre la parte atlético-muscular del hombre y su vida sexual, su vida mental y su vida emocional. Yo no hablo a ninguno de esos centros en particular. Hablo desde mi inconsciente hacia el inconsciente de usted. Es otra clase de

¹¹ Entrevista de Edmundo Domínguez Aragónés, *op. cit.*

¹² Entrevista de Rick Kleiner *et al.*, *op. cit.*

lenguaje. Trato de colocar los sueños en la realidad, no la realidad en los sueños. [...] Cada uno de nosotros tiene símbolos en su inconsciente. Usted lo tiene todo en su mente. El hombre no es un creador, pero todo el tiempo está descubriendo (o podría descubrir) lo que lleva dentro.¹³

Tras la experiencia de *Dunas* Jodorowsky rechaza dos ofrecimientos: el primero, la adaptación cinematográfica de *El señor de los anillos* de Tolkien, proviene de John Lennon y Yoko Ono (aquél como productor y ésta como actriz); el segundo es la propuesta enteramente comercial, por parte de Allen Klein, de llevar a la pantalla *Historia de O*, la novela erótica de Pauline Réage. A la vez, hace frecuentes viajes a los Estados Unidos para revisar posibles proyectos filmicos que no llegaron a realizarse: *El rey del mundo*, un *thriller* para el que había contratado a Sylvia Kristel y Alain Delon; *Rael*, libreto que escribe en colaboración con Peter Gabriel, entonces vocalista del conjunto de rock Genesis, basado en la ópera-rock de este grupo, *The Lamb Lies Down on Broadway*. En 1980 dirige en la India *Tusk*, con producción francesa y basada en la novela *Poo Lorn the Elephant* de Reginald Campbell; el productor retiene nueve décimas partes del presupuesto prometido al cineasta y edita la versión final sin el consentimiento de éste: un recurrente episodio en la historia del cine, también sufrido por David Lynch en su transcripción de *Dunas*.

Jodorowsky se instala definitivamente en París, donde publica una reunión de cuentos pánicos, *Les Araignées sans Mémoire*.¹⁴ Se consagra además a la escritura de varias series de *comics* de ciencia-ficción con elementos esotéricos que esa misma editorial parisina difunde en lujosos volúmenes de gran tiraje; el dibujo queda a cargo de artistas de diversas nacionalidades: Moebius, Arno, Sylvio Cadelo, Zoran Janjetov, Georges Bess, Jean-Jacques Chaubin, Katsushiro Ootomo, Jean-Claude Gal, Juan Giménez, François Boucq, Víctor de la Fuente... La frecuencia y prolijidad de esta producción —publica un volumen cada tres meses y afirma tener contratos al menos por diez años— responden a su demanda: estos libros de “bande dessinée” de colección son pronto traducidos a más de diez lenguas. De modo paralelo crea en la capital francesa una escuela, a la que irónicamente bautiza como “Cabaret Místico” y que combina ciertos aspectos

del psicoanálisis con una revisión profunda de la lectura del Tarot. Publica uno de los ensayos más completos sobre el tema: *Ancien Tarot de Marseille ou L'Art du Tarot*.¹⁵

En 1989 retorna a México para rodar su quinta película, *Santa Sangre*, una coproducción italo-mexicana. El filme se estrena en la sección oficial del festival de Cannes y obtiene el Gran Premio del Festival de París del Filme Fantástico. El reconocimiento internacional ganado por la cinta abre para Jodorowsky los canales filmicos: en 1990 rueda en Inglaterra su sexto largometraje, *The Rainbow Thief (El ladrón del arcoiris)*, con actuaciones de Peter O'Toole, Omar Shariff y Christopher Lee. En París se consagra a la escritura de *comics*, las lecturas del Tarot, las conferencias y cursos sobre lo que llama *psicogenealogía* y *psicomagia*. En 1984 la editorial parisina Flammarion le había editado una novela, *Le paradis des perroquets*, primera parte de una trilogía; escrita originalmente en español, sólo hasta 1991 es publicada por Hachette en Sudamérica con su título original: *El loro de siete lenguas*. En 1992 la misma Hachette edita en Santiago de Chile otra novela de Jodorowsky, *Donde mejor canta un pájaro* (publicada en 1993 por Planeta en México y en 1994 por Seix Barral en Barcelona), tercera parte de esa trilogía que se complementa con *Las ansias carnívoras de la nada* (1991; la versión francesa, aparecida ya en 1988, lleva por título *Enquête sur un chemin de terre*).

Los proyectos cinematográficos que Jodorowsky menciona con más frecuencia son *Los hijos de El Topo* (continuación de la historia original), *La loca del Sagrado Corazón*, *Juan Solo y Perdido en la Ciudad Luz*; algunos de ellos serían filmados en México. En 1994 recibe un encargo póstumo de Federico Fellini: la dirección de un libreto escrito por el director italiano, *Viaje a Tulum*, cuyo rodaje se llevaría a cabo íntegramente en tierra mexicana. En este guión, Fellini relata el viaje que hizo por la selva yucateca acompañando a Carlos Castaneda, que preparaba una tesis doctoral sobre las propiedades de las plantas psicotrópicas. En el transcurso de esta experiencia, el autor de *8 1/2* diseñó el esquema de un guión cinematográfico basado en la búsqueda de los misterios de los hechiceros mayas y de la sabiduría tolteca. Aunque más tarde Fellini anunció en Roma que no realizaría el proyecto, al parecer no lo abandonó del todo: al heredar el guión

cinematográfico a Jodorowsky, le encomienda un arduo desafío no sólo por las ineludibles referencias (una, visual, al mundo felliniano; otra, temática, al mundo de Castaneda) sino por la irreplicable conjunción que le dio origen: “Me parecía en verdad una bella historia”, declaraba Fellini, “fascinante y sugestiva por su misma indescifrabilidad. Era una película que no se parecía a ninguna otra.”¹⁶

De igual manera que la suma de luz y oscuridad es luz en sí misma, la convivencia de construcción y destrucción, serenidad y furia, delicadeza y violencia, apunta a un proceso depurativo en el que sin embargo sus etapas son simultáneas.

La *menorah* judía con sus nueve ramas es un símbolo de las diferentes épocas en la vida de un hombre. Nacemos con un pequeño tronco de árbol y cortamos una rama, la que muere al cumplirse siete años. Entonces nace otra rama. Pero la sociedad nos acostumbra a creer que debemos romper la vieja rama cuando brota la nueva. De ese modo seguimos arrancándolas: rompemos la infancia y nos convertimos en adolescentes; cortamos la rama de la juventud y nos hacemos hombres; arrancamos la de la madurez y nos transformamos en ancianos. Así que nuestra *menorah* termina con una sola rama: todas las demás han sido rotas. Creo que un hombre verdadero nunca debe trozar sus ramas: debe conservarlas y ser niño, adolescente, adulto, anciano, al mismo tiempo. Así, cuando alcanza la vejez posee todas las etapas de su vida. Ése es el momento en que se hace intemporal.¹⁷

La conciencia es sinónimo del agua, en tanto ninguna forma le es *exclusiva*; del aire, puesto que sabe moverse en todas las velocidades y asimismo en la quietud; de la tierra, ya que sustenta, reconoce y vuela con toda raíz; del fuego, porque únicamente existe en la ininterrumpida herencia de la indignación. ■

¹⁶ Federico Fellini, *Viaggio a Tulum* (versión en *comic* dibujada por Milo Manara), Rizzoli Libri/Casterman, Milán/Bruselas, 1990.

¹⁷ Ira Cohen, Steve Roday, Ross Firestone, Marty Topp, Susan Sedgwick y Stefan Bright, “Conversations with Jodorowsky”, en *El Topo. A Book of the Film by Alexandro Jodorowsky*, Douglas Book Corporation, Nueva York, 1971; Calder & Boyars, Londres, 1974.

¹³ *Ibid.*

¹⁴ Les Humanoïdes Associés, París, 1980.

¹⁵ Flammarion, Grimaud/France-Cartes, París, 1983.

CARMEN GALINDO

RETRATOS HABLADOS DE NUESTROS AÑOS FELICES

Julio Estrada

Acostados en el piso de la cajuela de una camioneta Datsun, nos íbamos a Bellas Artes. Nacho y Carlos cantaban en inglés "Abadaba, honeymoon". Yo no les entendía ni palabra pero sonreía igual. Gustavo también (¿o tampoco?). Hugo nos llevaba a oír conciertos y nos invitaba a todos, menos a Carlos que prefería —no sé por qué— conseguir un boleto de cortesía y buscarnos adentro. Hugo y Julio sabían mucho de música, tenían una orquesta de cámara con la que interpretaban a Vivaldi. A Carlos y Nacho sólo les gustaba la música popular. Pero lo mismo íbamos todos a Bellas Artes uniformados al estilo folklórico. De ignorantes era ir endominados. El jorongo era de rigor. A la salida, nos íbamos por la Alameda y "voy derecho y no me quito" nos metíamos —el gesto nos lo habrían de imitar Fellini y Anita Ekberg, pero después— a la fuente. Yo, con todo y zapatos "salvajemente femeninos" comprados en Riviere. Julio se fingía manco y trataba de prender un cerillo. "No me ayuden que no soy un inútil", vociferaba. La gente lo miraba con conmiseración y ése era el chiste: no estaba bien visto ser sentimental. Era, el de Julio, un rudimentario teatro de guerrillas, como se llama ahora a los actos teatrales en que los que actúan no saben que están participando.

Una vez, contaba Hugo, Julio salió de Bellas Artes como alpinista. Se pasó del tercer piso —donde es mejor la acústica, aseguran dándosela de concedores— a un palco, acompañado por el pánico del público del tercero y del segundo piso. "No quería interrumpir el concierto con el rechinido de la puerta al salir", explicó.

Sergio Aragonés

Encabezados por Sergio Aragonés nos íbamos por Insurgentes, partiendo de

CU, jugando a "lo que hace la mano, hace la tras". Todavía no se llamaba a eso espíritu lúdico. Otro ejemplo: Sergio se coloca en la puerta del Hotel Hilton —el que se caería en dos sucesivos temblores— y le gana al portero a abrir solícito la puerta de los coches. Los huéspedes lo recompensan con una propina; cuando reúne la cantidad apetecida, la va a gastar, en compañía de Nacho y de Gustavo, en la taquería.

Gustavo Sainz

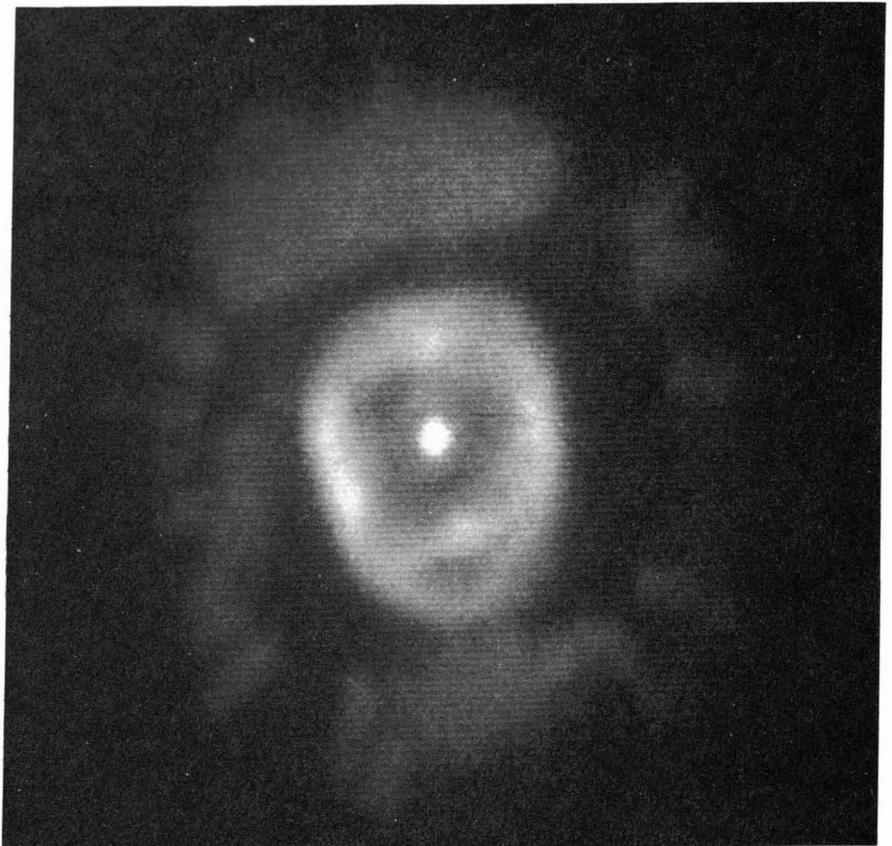
Gustavo nos muestra el más reciente ejemplar de la revista *Sur*, la de Victoria Ocampo. Le acaba de llegar por correo, dice. Asegura que un cuento suyo aparece publicado, pero no con su nombre, sino con su seudónimo "argentino" de Pedro Orgambide. Tal vez su nombre le

parecía muy desangelado. Nunca me entendió —o no me festejó suficiente el propio Orgambide— cuando años después lo entrevistamos los de la revista *Crítica militante* y le conté de su existencia como seudónimo.

Gustavo escribe en pesadas hojas de papel amarillo. No estaría mal que sus copias de los clásicos fueran imitaciones o parodias para soltar la mano. Lo malo es que son copias al pie de la letra, con apenas unas variantes. En vez del nombre de Lolita, la ninfa de Navokov, el de Malena. Al fin tiene las mismas sílabas. Escribe siempre a máquina para acostumbrarse a otro papel, el de escritor.

Nacho Méndez

Tenía gran facilidad para los idiomas, incluido el latín que traducía a la vista, sin diccionario. Su afición a la música parecía marginal. Le gustaba la música de José Antonio, su tocayo de apellido, y tocar la guitarra. Era sobrino del esposo de Emilia Guiú. Hace unos días, en un videocentro veo el retrato de Nacho con un *slogan*: "el mexicano con alma brasileña". Creo recordar que también hablaba portugués.



Nebulosa planetaria llamada el Esquimal.

Hugo Hiriart

Estamos escribiendo un argumento que no sabemos que no nos compraría el productor de cine que nos lo pidió: mi tío. Los improvisados guionistas somos Carlos, Hugo, Nancy y yo. Todos aceptamos la propuesta de Monsiváis. Un pueblo, que va a heredar Fernando Soler por ser espejo de las tradiciones mexicanas, tiene que recuperarlas a paso veloz, desmintiendo su pochismo, a través de ciclos de cine mexicano y de conferencias sobre la identidad nacional. Aun hoy me parece excelente. El otro día Carlos me preguntó si conservaba una copia. Prometo dársela rescatándola del cajón de "Proyectos fallidos". Ni Nancy Cárdenas ni yo aceptamos el argumento de Hugo. El Piporro se enamora de una durmiente disecada a la que, al nacer, rodean las hadas madrinas. Refiere una grotesca marcha nupcial. Nos parece inverosímil, descabellado. Mejor para él. Con *Galaor*, Hugo obtiene el Premio Villaurrutia.

Sergio Fernández y José Revueltas

Pepe Amezcua pretende hacer una tesis sobre *Los muros de agua*. Nadie en la clase ha leído la novela y nos comprometemos a agotar la lectura para la clase próxima. Sergio, como maestro, y yo, como alumna, disuadimos a Pepe de intentar ese estudio. La novela, argüimos, incurre en detalles de pésimo gusto. Pepe acepta el veredicto, dedicará sus afanes a otro tema. Pasan unos cuantos

años, entre ellos 1968. Ahora soy profesora ayudante de Sergio. Con su brillantez cotidiana, el maestro expone la belleza bíblica de Revueltas, sus astucias literarias. Escucha en él, ecos de Dostoievski. Lo secundo entusiasmada. Me comprometo a dedicar mi tesis a la obra de Revueltas. Ante mis sorprendidos ojos he visto nacer y consolidarse algunos prestigios literarios. El de García Márquez, por ejemplo. Ninguno representa un vuelco, como el de José Revueltas. Me acuerdo de Pepe Amezcua. Me doy cuenta de que Sergio y yo hemos cambiado. No sólo nosotros. El país también ha cambiado.

Carlos Monsiváis

Trato de recordarlo como era. Sin transformar el recuerdo con imágenes posteriores. Lo acompañamos a la que creo fue su primera conferencia. El escenario, créanlo o no, es una tienda de sombreros con aparador a la calle de Reforma. Carlos lee su texto sin levantar la vista. No maneja todavía la voz como un actor, tal como habría de hacerlo después, habilidad que hoy, curiosamente, ha empezado a perder. Con discreción, como si estuviéramos en la iglesia, han pasado un platoncito con papas-chatarra entre el público. El conferenciante, ante el desconcierto de todos, interrumpe la lectura y exige que a él también le ofrezcan. Los anfitriones viven esta salida de tono con una mezcla de bochorno por sentirse culpables

de descortesía, pero sobre todo les parece que el espacio sagrado de la cultura ha sido violado. Como ahora, el sentido del humor de Carlos hace perder el piso a los organizadores.

Lo recuerdo cargando diapositivas, latas con rollos de película, discos, libros. No se piense que tres o cuatro. Parece carro de mudanzas o malabarista. No los transporta en balde, en casa de Hugo pone los discos, en la sala de proyecciones del Banco Cinematográfico vemos *Iván el Terrible*. Los libros, o los acaba de comprar o los lee en los trayectos del camión. Tiene un audio-visual que denuncia el asesinato de Rubén Jaramillo y su familia. Detesta al presidente de la República, lo hace responsable de esas artes, atroces muertes: del líder, los niños, la mujer embarazada. Afirma admirar a Jaramillo por su lucha agraria. Intuyo una razón secreta que desde luego no es excluyente de la anterior: Jaramillo era protestante.

Nunca íbamos a la clase de Luis Rius, porque era los viernes y ese día a las cinco de la tarde comenzaba el cineclub. El chiste era entrar sin pagar. Cada vez ensayábamos una nueva astucia pero todas incluían distraer al boleterero. Una vez, nos escurrimos bajo la cortina negra y reptando atravesamos, como quien cruza un túnel, la mesa del boleterero. No contamos con que Cristina Romo —hoy, Pacheco— usaba las faldas tan estrechas que ya no se puede levantar y ante su llamada de auxilio tiene que ayudarla a salir, dándole la mano: el boleterero. Con tal de no pagar, en una ocasión vimos una película sin voces ni efectos especiales —muda a causa de un cristal— sólo leyendo los títulos. Otra vez estamos viendo un filme italiano: *Un solo verano de felicidad*. Escena tras escena me la paso pensando qué opinar cuando Carlos me pregunte (¿por qué si era tan sabio, siempre me estaba interrogando?): —"Qué te pareció la película". Al terminar, y cuando Carlos hace la esperada pregunta, me doy cuenta de que, preocupada por improvisar un juicio, no tengo ni idea de qué trataba la maldita película. Por otro lado, nunca es fácil seguir el argumento con Carlos al lado, hasta la fecha se la pasa encontrándoles parecido, como quien hace con la imaginación una caricatura, a los personajes de la pantalla con los maestros, los amigos, los funcionarios. ■



Región H II llamada la Trífida.

José Alejos García (San Martín Jilotepeque, Guatemala, 1955). Maestro en antropología social por la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Actualmente cursa el doctorado en antropología lingüística en la UNAM. Ha sido profesor e investigador de la ENAH. Es investigador del Centro de Estudios Mayas del Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM y candidato a investigador nacional del Sistema Nacional de Investigadores. Es autor de los libros *Wajalitz bâ t'an. Narrativa tradicional ch'ol de Tumbalá, Chiapas y Mosojântel. Etnografía del discurso agrarista entre los ch'oles de Chiapas*.

Ikram Antaki (Damasco, Siria, 1947). Estudió literatura comparada, lingüística y teatro en la Universidad de París III y se post-graduó en antropología social en la Universidad de París VII y en la Escuela Práctica de Altos Estudios. Fue ayudante de investigación en el Museo del Hombre y en el Museo Nacional de Historia Natural de París. En México fue investigadora en el Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo y en la Dirección General de Culturas Populares. Ha colaborado en periódicos y canales de televisión. Recibió el premio Magda Donato 1989. Es autora de los libros *Deir Atieh, Las aventuras de Hanna, Encuentro con Yasser Arafat, Poemas de los juicios y de los árabes y Segundo Renacimiento*, entre otros.

Elsa Cross (Ciudad de México, 1946). Doctora en filosofía por la UNAM. Estudió filosofía oriental en Estados Unidos y en la India. Es profesora de filosofía de la religión en la Facultad de Filosofía y Letras de nuestra casa de estudios. Está adscrita al Sistema Nacional de Creadores. Es autora de los libros de poesía *Naxos, El amor es más oscuro, La dama de la torre, Bacantes y Pasaje del fuego*, entre otros, así como del ensayo sobre Nietzsche *La realidad transfigurada*.

Deborah Dultzin (Monterrey, Nuevo León, 1945). Maestra en ciencias por la Universidad Estatal de Moscú Lomonosov y doctora en astrofísica por la Universidad de París VII. Es profesora de la Facultad de Ciencias e investigadora del Instituto de Astronomía de la UNAM. Está adscrita al Sistema Nacional de Investigadores desde 1984. Es autora de numerosos textos sobre astronomía publicados en revistas con arbitraje internacional, y del libro de divulgación *Cuasares, en los confines del Universo*.

Carmen Galindo (Ciudad de México). Licenciada en letras hispánicas por la UNAM, donde es profesora de tiempo completo desde 1972. Fue coordinadora de las páginas de cultura y ciencia del periódico *El Día*. Ha colaborado en *Novedades, Los Universitarios* y

El Nacional, entre otros diarios y revistas. Es autora de dos guías sobre el Centro Histórico de la Ciudad de México (en prensa), así como de ensayos incluidos en libros sobre literatura. Este año, con motivo del 70 aniversario de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, se realizó un concurso en el que obtuvo el primer lugar en la categoría de ensayo y dos primeros lugares en la categoría de testimonio; ambos testimonios los publicamos como un solo texto en esta revista.

Daniel González Dueñas. Colaboró en el número 510 (julio de 1993) de esta revista.

Hernán Lavín Cerda. Ya ha colaborado en esta revista. Véase el número 508 (mayo de 1993). En 1992 fue designado miembro de la Academia Chilena de la Lengua.

Leonardo Martínez Carrizales (Ciudad de México, 1966). Licenciado en ciencias de la comunicación por la UNAM. En 1985 fue becario del Fideicomiso Salvador Novo en el área de cuento y en 1990 del Instituto Nacional de Bellas Artes en el área de ensayo. Ha colaborado en *Excelsior, Siempre!, La Jornada Semanal, El Financiero* y *Casa del Tiempo*.

Manuel Peimbert Sierra (Ciudad de México, 1941). Licenciado en física por la UNAM y doctor en astrofísica por la Universidad de California (Berkeley). Es profesor de la Facultad de Ciencias e investigador del Instituto de Astronomía de nuestra casa de estudios. Ha publicado más de ciento veinte artículos de investigación sobre astrofísica. Entre otros premios y distinciones académicas, recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1981 en el área de ciencias físico-matemáticas y naturales; fue electo miembro extranjero de la Academia de Ciencias de Estados Unidos y recibió una cátedra patrimonial de excelencia del CONACYT. El texto que presentamos es parte de su discurso de ingreso a El Colegio Nacional, México D.F., 26 de mayo de 1993.

Miriam Peña (Santiago de Chile, 1950). Doctora en ciencias por la UNAM. Es investigadora del Instituto de Astronomía y profesora de la Facultad de Ciencias de esta casa de estudios. Ofrece conferencias y programas de acercamiento a los jóvenes, organizados por la Academia de la Investigación Científica. Ha publicado más de veinticinco trabajos de investigación en revistas especializadas. Está adscrita al Sistema Nacional de Investigadores.

Ricardo Pohlenz. Ya ha colaborado en esta revista. Véase el número 508 (mayo de 1993). Es autor de la plaquette *Oración para gato y dama en desgracia*, dentro de los Cuadernos de Malinalco.

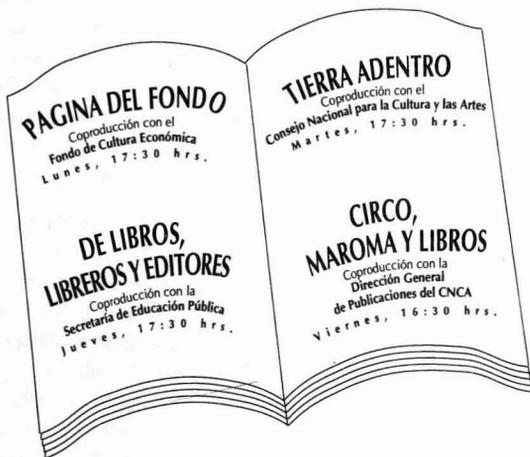
Luis F. Rodríguez (Mérida, Yucatán, 1948). Licenciado en física por la UNAM y doctor en astronomía por la Universidad de Harvard. Es investigador del Instituto de Astronomía y profesor de la Facultad de Ciencias de nuestra casa de estudios. Entre las distinciones tanto nacionales como internacionales que ha recibido se cuentan los premios Robert J. Trumpler, de la Sociedad Astronómica del Pacífico, Henri Chrétien, y de la Sociedad Astronómica Americana, y el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1993. Está adscrito al Sistema Nacional de Investigadores. Ha publicado numerosos artículos científicos en revistas especializadas.

Élfego Ruiz (Ciudad de México, 1947). Licenciado en física por la UNAM. Es técnico académico titular del Instituto de Astronomía y profesor de la Facultad de Ciencias de esta casa de estudios. Recibió el Premio Nacional de Tecnología Puebla 1984 y el Premio Universidad Nacional en 1985. Es autor de textos especializados que han aparecido en revistas con arbitraje internacional y ha construido varios instrumentos con tecnología de frontera para el Observatorio Astronómico Nacional y otras instituciones. Está adscrito al Sistema Nacional de Investigadores.

Javier Sicilia (Ciudad de México, 1956). Licenciado en literatura francesa por la UNAM. Fue jefe de producción en la División de Difusión Cultural de la UAM. Ha realizado guiones cinematográficos y televisivos. Actualmente está encargado del departamento editorial del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. En 1993 recibió el premio Fuentes Mares de novela por *El bautista*. Es autor de los libros de poesía *Permanencia en los puertos, La presencia desierta, Oro, Trinidad* y *Vigilias* y del ensayo sobre Rubén Salzar Mayén *Cariátide a destiempo y otros escombros*.

Silvia Torres de Peimbert (Ciudad de México, 1940). Licenciada en física por la UNAM y doctora en astronomía por la Universidad de California (Berkeley). Es profesora de la Facultad de Ciencias e investigadora del Instituto de Astronomía de nuestra casa de estudios. Ha sido miembro del Consejo Directivo de la Sociedad Astronómica del Pacífico en los Estados Unidos y consejera de la Sociedad Astronómica Americana. En 1974 obtuvo la medalla Guillaume Bude del Collège de France. Se ha dedicado a la edición de la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* y a la conducción del programa de Posgrado en Ciencias. Está adscrita al Sistema Nacional de Investigadores. Ha publicado numerosos artículos originales de investigación en revistas internacionales.

Muchos espacios
para apreciar la lectura



Cultura con imaginación



FONDA SAN ANGEL

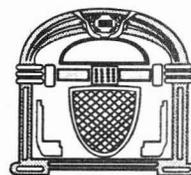
RESTAURANTE • BAR

Para Complacer sus Sentidos...

TODA LA SEMANA, HASTA LAS DOS DE LA MAÑANA

PLAZA SAN JACINTO 3, SAN ANGEL, MEXICO

5 50 • 16 • 41



LOS CINCUENTAS

RESTAURANTE • BAR

Una Nueva Posibilidad...
en el Corazón de Coyoacán

A PARTIR DE LAS 11:00 AM

AGUAYO 3, COYOACAN, MEXICO 659-15 31

Descubra el espectáculo de la imaginación

Canal 22

La cultura también se ve

Documentales

Series de Ficción

Películas

Videos

Noticias

Musicales

Infantiles

Canal 22

Primer Aniversario

Si aún no capta nuestra señal y tiene dudas, llámenos:
689-2114 y 689-5960

Ediciones
LUNAM

El *Primero sueño* de Sor Juana: Estudio
semántico y retórico

Susana Arroyo Hidalgo

1a. edición: 1993, 209 p.

Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM-Instituto
Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

El ojo espiritual. Imagen y naturaleza
en la Edad Media

Fernando Delmar

1a. edición: 1993, 216 p.

Instituto de Investigaciones Filológicas-Dirección General
de Asuntos del Personal Académico.

Informes y ventas

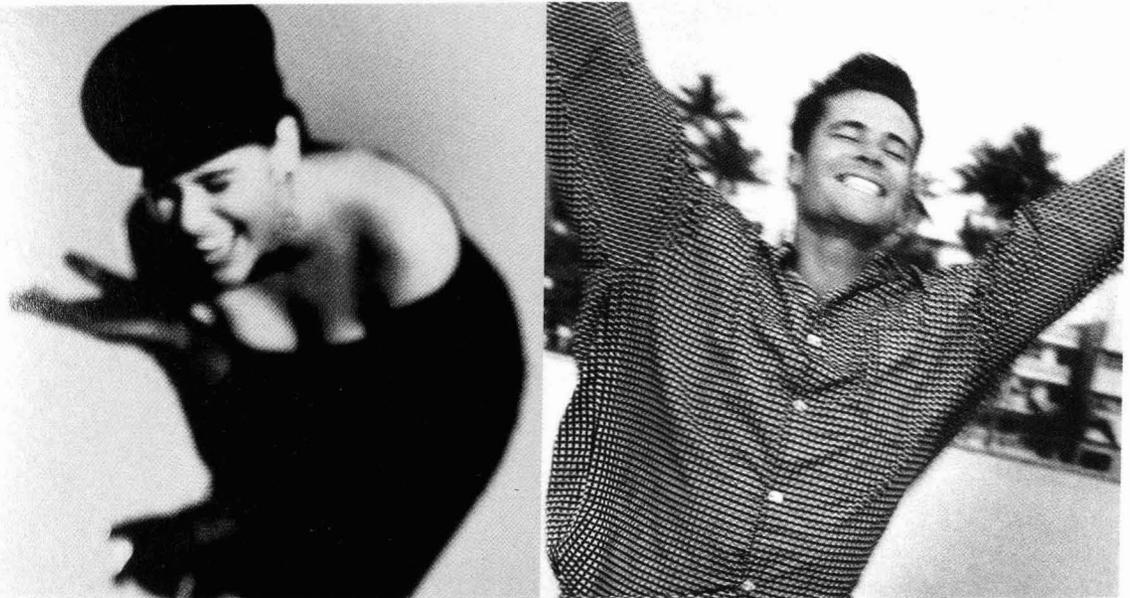
Dirección General de Fomento Editorial UNAM.
Av. del IMAN No. 5 C.U., C.P. 04510, México, D.F.
Tel. 622 65 83, Tel. y Fax 622 65 82



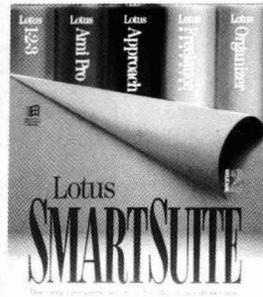
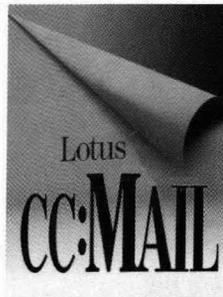
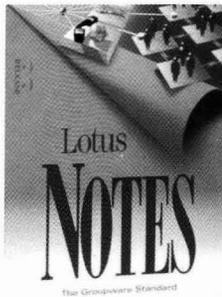
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
COORDINACION DE HUMANIDADES
DIRECCION GENERAL DE FOMENTO EDITORIAL



SI USTED QUIERE OBTENER LO MEJOR DE SU GENTE,



DELE LOS MEJORES MEDIOS.



LA SATISFACCION DE PERTENECER A UN EQUIPO DE TRABAJO BIEN INTEGRADO SE TRADUCE EN *PRODUCTIVIDAD*.

EL FACTOR HUMANO ES ESENCIAL. LA SELECCION ADECUADA DE SUS HERRAMIENTAS DE TRABAJO NO ES MENOS IMPORTANTE. ES POR ESTO QUE SU *SOFTWARE* DEBE SER **Lotus**. PORQUE TODAS LAS APLICACIONES DE **Lotus** ESTAN DISEÑADAS PARA TRABAJAR COMO UNA SOLA, LO CUAL, SIN LUGAR A DUDAS, LE PERMITIRA A SU GENTE TRABAJAR VERDADERAMENTE EN EQUIPO, SIN QUE LAS DISTANCIAS SEAN UNA LIMITANTE. POR ESO **Lotus Notes**, **CC:MAIL** Y **SMARTSUITE** REPRESENTAN INDIVIDUALMENTE Y EN CONJUNTO LAS MEJORES HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO DE GRUPO, DONDE QUIERA QUE SU GENTE SE ENCUENTRE.

COMBINAR **SMARTSUITE** CON **Lotus Notes**, LE PERMITIRA A SU GRUPO DE TRABAJO, USAR CUALQUIERA DE LAS APLICACIONES DE **SMARTSUITE** DESDE **NOTES**,

Lotus
Working Together

APROVECHANDO EL MANEJO DE NUMEROS DE **1-2-3**, LA FACILIDAD DE USO DE LAS PALABRAS DE **Ami Pro** Y LA CAPACIDAD DE PRESENTACION DE **FREELANCE GRAPHICS**, SIN ABANDONAR EL DOCUMENTO DE **NOTES**. **Lotus Notes** PERMITE EL ACCESO A UNA MAYOR CANTIDAD DE INFORMACIÓN HACIENDO SUS DECISIONES MAS RAPIDAS Y EFECTIVAS, DE HECHO, ESTUDIOS RECIENTES HAN SEÑALADO QUE LA INVERSION EN **Lotus Notes** HA GENERADO UN INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD DE HASTA EL 400%* ENTRE SUS USUARIOS. ADEMÁS CON **Lotus CC:MAIL**, EL CORREO ELECTRONICO MAS POPULAR EN EL MUNDO EMPRESARIAL, SIN IMPORTAR EN QUE PARTE DEL MUNDO SE ENCUENTREN SUS USUARIOS, TODOS ESTARAN INTEGRADOS Y AL DIA. POR ESTO, SI QUIERE OBTENER LO MEJOR DE SU GENTE, SU *SOFTWARE* DEBE SER **Lotus**. PORQUE SOLO **Lotus** SABE LO QUE SIGNIFICA PARA SU GENTE, *TRABAJAR JUNTOS*.

Consulte a su distribuidor autorizado, o llame directamente a **Lotus Development Corporation de México**, a los tels.: **631-21-58, 631-20-61 y 631-17-24**.

*Scott C. Mc Cready & Ann M. Palermo. Lotus Notes: Agent of Change. "The Financial Impact of Notes on Business", 1994. I. D. C.



Mural Encuentro de Dos Culturas

El mural **Encuentro de dos culturas** fue realizado por Víctor Mohedano para el Museo Amparo y está ubicado en el área que da acceso a la biblioteca. La obra intenta representar plásticamente el encuentro y fusión de dos culturas: la mesoamericana y la española; es decir, la indígena y la europea.

El mural está formado por tres partes y por lo tanto puede ser leído como un tríptico:

La cultura española está representada por dos personajes: el principal, a caballo, viste una armadura que es propia de sus atributos europeos y acorde con la cultura hispánica. Es un conquistador. El segundo personaje es un fraile franciscano, de pie, que representa la evangelización.

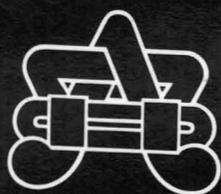
La escena que recrea las culturas prehispánicas posee tres personajes: el principal, ricamente ataviado, sostiene en la mano izquierda un par de flechas y con la derecha señala a Quetzalcóatl, la Serpiente Emplumada. Los otros dos personajes, de menor rango social, son quienes lo transportan en una litera. Ambos personajes principales —el español y el indígena— sostienen un diálogo.

En el centro del mural ha sido pintada una mujer. Ella representa la fusión de ambas

culturas. Puede ser vista como una imagen del mestizaje y sostiene en sus manos una cuerda que representa la unión o ruptura de las dos culturas que se encuentran. Atrás de este personaje femenino el sincretismo religioso es representado por Coatlicue en forma de cruz.

En el fondo de la obra algunos elementos del extremo derecho recuerdan la iconografía prehispánica y los del extremo izquierdo la española. Ambos elementos iconográficos se fusionan hacia el centro del mural representados en un viento que levanta y funde partículas de las dos culturas para que, finalmente, el viento forme con sus colores la bandera de México.

El fondo de este mural fue trabajado con una serie de elementos **volátiles** en un intento por acentuar el sentido mágico del encuentro, dejando de lado los acontecimientos históricos posteriores. En este sentido, se vuelve necesario reflexionar que el momento, por sí mismo, debió ser del todo mágico para ambas culturas pues fue el encuentro de mundos distintos, lenguajes desconocidos, vestimentas diversas. La realización de este mural por un artista contemporáneo muestra una vez cómo un museo alojado en un recinto colonial y con una colección prehispánica puede tener ciertos apoyos museográficos con obras del arte moderno.



MUSEO AMPARO

Encuentro con Nuestras Raíces

2 Sur No. 708 Puebla, Pue.
Centro Histórico de Puebla
Teléfono: 91 22 46 46 46
Fax: 91 22 46 63 33

Abierto de miércoles a lunes
Horario: 10:00 a 18:00 hrs.