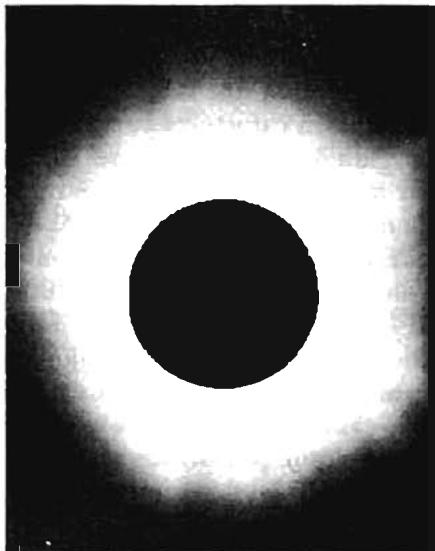


A

Plena Luz



El eclipse del 11 de julio de 1991 tendrá dos características: la duración de su fase de totalidad llegará a los 6 minutos, 58 segundos, lo que lo acerca mucho al límite teórico que estos eventos pueden tener. Además su trayectoria cubrirá las zonas más densamente pobladas del país.

El resultado científico de la estancia de Humboldt en México fue enorme: investigó experimentalmente las relaciones entre la naturaleza y la población, elaboró tablas estadísticas y mapas con información estratégica del país, y analizó las relaciones sociales de la época.



Периодический закон открыт
Д.И.МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году

La genialidad y el espíritu práctico de Mendeleiev no se reducen a su Tabla Periódica de los Elementos Químicos; sus trabajos abarcaron diversas áreas de la ciencia, la tecnología, la industria, la agricultura y el transporte.

Gracias a los descubrimientos realizados por M. Tsvet en el campo de la química fueron posibles grandes trabajos que han sido galardonados con el premio Nobel. Sus aportaciones a la cromatografía devinieron en aplicaciones a la química forense o en la detección de contaminantes ambientales.



11 de julio de 1991, un eclipse solar único

Marco A. Moreno Corral*
y María Guadalupe López Molina**

Desde los albores de la humanidad, la ocurrencia de eclipses solares y lunares impresionó profundamente al ser humano. A lo largo de más de 3000 años de historia documental, se encuentran referencias de observadores -astrónomos, historiadores y aún poetas- que han dejado constancia sobre este tipo de eventos. En numerosos textos se menciona el desconcierto y espanto que causaba el dramático fenómeno del obscurecimiento total del Sol. También los eclipses de Luna, siendo menos espectaculares, a menudo engendraron terror.

Gracias a los conocimientos alcanzados en el terreno de la Mecánica Celeste, a partir del siglo XVIII fue posible mediante el cálculo matemático, predecir con un alto grado de exactitud los eclipses lunares y solares que habrían de ocurrir en los siglos venideros. El mismo formalismo permite realizar cálculos precisos para saber cuándo y en dónde han sucedido eventos de este tipo, lo que ha permitido complementar investigaciones históricas que de otra forma serían poco confiables en cuanto a su fecha de ocurrencia. Así por ejemplo, sería muy impreciso el año en que murió el emperador francés Luis el Bondadoso, si un cronista anónimo no hubiera informado que un eclipse total del Sol fue visible en Francia el 5 de mayo, víspera de la Ascención, algunas semanas antes de la muerte de ese rey franco.

* Por Comisión del Instituto de Astronomía de la UNAM.

** Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

Recurriendo al cálculo de eclipses, se pudo establecer que el año en cuestión fue el 840 de nuestra era.

Ya que aproximadamente dos terceras partes del globo terráqueo están cubiertas por los oceanos, los mares y los casquetes polares, la mayoría de los eclipses ocurren en esos sitios, lo que ha dificultado grandemente su observación. Esto es especialmente cierto en lo que al pasado se refiere, ya que antes del siglo XVIII, no fue posible decir con seguridad y anticipación suficiente la fecha exacta, el lugar y el tipo de eclipse que habría de ocurrir. Consecuentemente el registro de estos eventos no ha sido regular, por lo que nuestros infor-

enes históricos sobre tales fenómenos son escasos y confusos, dando la equivocada impresión de que son algo excepcional.

El eclipse solar más antiguo, entre los documentados, se encuentra registrado en una tablilla de barro escrita con caracteres cuneiformes, surgida de las excavaciones hechas en la Ciudad de Ugarit, perteneciente a la cultura sumeria. Al descifrarla, los especialistas encontraron el siguiente texto: "El día de la luna nueva en el mes de Hiyan fue avergonzado. El sol bajó (durante el día) en presencia de Ras-hap (Marte). (Por lo tanto), el señor será atacado por sus vasallos". Aunque en lenguaje criptico, la des-

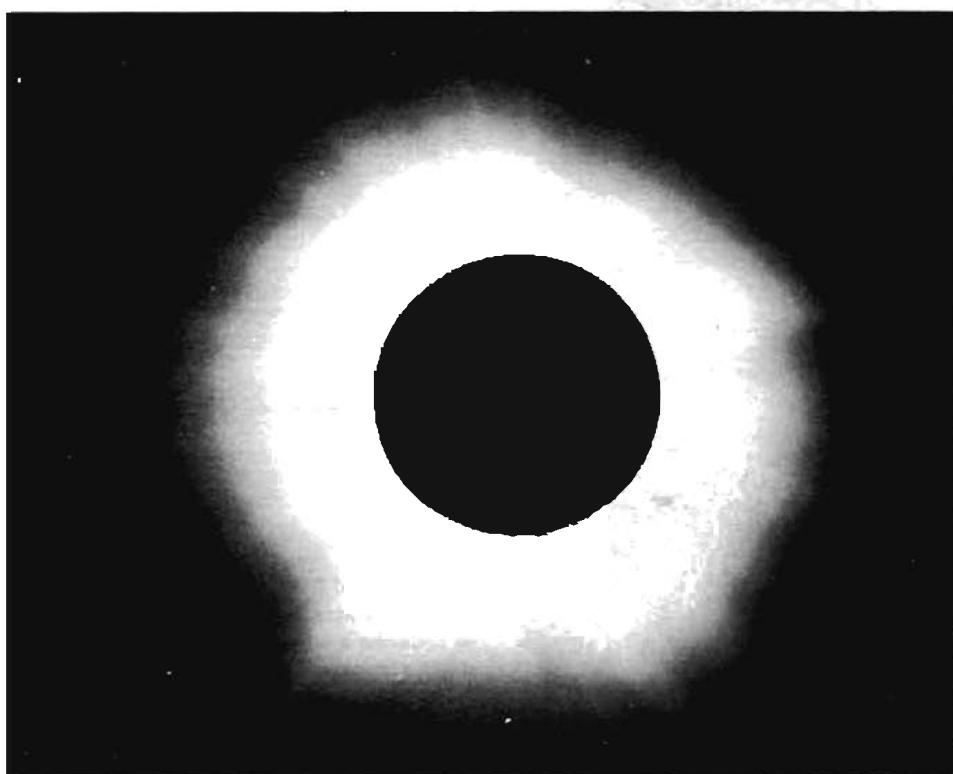


Figura 1. Eclipse total de Sol del 7 de marzo de 1970. Mihuatlán, Oaxaca.

cripción anterior parece referirse a un eclipse total de Sol. La evidencia arqueológica permite fijar ese evento en un lapso comprendido entre los años 1450 y 1200 A.C. Ayudados por la rapidez de las computadoras, los especialistas encontraron casi 500 eclipses que ocurrieron en ese periodo. De ellos, se seleccionaron sólo aquellos sucedidos en la vecindad inmediata de esa antigua ciudad y en los que el disco solar haya quedado cubierto por el lunar en al menos un 88%. Quedaron entonces sólamente cuatro eclipses. Los ocurridos en los años de 1406, 1375, 1340 y 1223 A.C. De éstos, únicamente el de 1375 tuvo lugar en el mes de Hiyar, por lo que con un alto grado de confiabilidad, puede decirse qu el texto escrito en esa tablilla hace mención a él. Por esa época, la actividad literaria en Ugarit fue intensa, no es entonces, sorprendente encontrar la descripción detallada del eclipse entre muchas otras tablillas.

Tocante a nuestro continente, es bien conocido el alto grado de avance que en la observación de los fenómenos celestes alcanzaron muchos de los diversos pueblos que en distintas épocas del pasado lo habitaron, conocimientos que han quedado manifiestos en la orientación de pirámides y observatorios, así como en códices y estelas. Todo ello lleva a pensar que también aquí los eclipses solares y lunares fueron de gran interés para la población. Seguramente un estudio sistemático sobre este aspecto de nuestra herencia cultural, realizado conjuntamente por arqueólogos, historiadores y astrónomos, arrojaría información muy valiosa sobre la ocurrencia precisa de acontecimientos de gran importancia para un mejor conocimiento de tales culturas.

La precisión con la que actualmente se conocen los movimientos de la Tierra y de la Luna en torno al Sol es tal, que gracias al uso de programas de cómputo adecuados, es posible determinar con gran anti-

Ciudad	Máximo del eclipse	Duración de la totalidad.
Aguascalientes	13h 13m 27.1s	3m 42.9s
Celaya	13 18 48.2	6 20.3
Ciudad de México	13 24 13.6	6 42.0
Cuernavaca	13 24 25.9	6 40.2
Guadalajara	13 12 23.5	6 18.3
Iguala	13 24 53.8	4 24.3
Irapuato	13 17 17.7	6 36.0
La Paz	12 50 53.3	6 26.6
León	13 15 49.9	5 55.7
Mazatlán	13 01 39.6	5 41.5
Morelia	13 19 01.0	6 18.1
Oaxaca	13 33 14.8	5 36.4
Orizaba	13 29 43.4	5 29.4
Pachuca	13 24 13.0	3 32.6
Puebla	13 27 04.6	6 26.9
Querétaro	13 13 44.0	5 36.1
Salina Cruz	13 37 56.8	5 33.3
Tapachula	13 46 03.1	6 20.7
Tepic	13 07 32.0	6 42.0
Toluca	13 23 09.6	6 47.7
Tulancingo	13 25 06.6	1 35.0
Tuxpan	13 05 54.0	6 56.2
Tuxtla Gutierrez	13 14 25.9	3 56.6
Zitácuaro	13 21 20.2	6 37.8

cipación todas las circunstancias de eclipses solares y lunares. Ya desde el siglo pasado existen obras astronómicas especialmente dedicadas a presentar las características de los próximos eclipses, así como las de los que han ocurrido en los últimos milenios. Una de ellas es la ya clásica obra intitulada "Canon der Finsternisse" (Canon de Eclipses) que en 1887 publicó Theodor Ritter von Oppolzer y que ha sido actualizada recientemente. Al hacer una revisión de ella buscando los eclipses solares que han ocurrido en los últimos tres milenios sobre el territorio actualmente ocupado por México, se encuentra que al menos ha habido 269, lo que confirma nuestra afirmación previa de que estos eventos no ocurren excepcionalmente. Sólo durante el presente siglo, en nuestro país han sucedido tres eclipses totales, seis parciales y dos anulares, además, el 11 de julio de 1991, ocurrirá en gran parte del territorio nacional un eclipse total de Sol, que por sus características

será único en la historia moderna de nuestro país.

Aunque es muy conocido el mecanismos que ocasiona tanto los eclipses de Sol como los de Luna por completo, daremos aquí un resumen de él. La palabra eclipse viene del griego *ékleipsis*, que significa ocultación, siendo precisamente eso lo que ocurre durante uno de esos eventos astronómicos. Como la Tierra y la Luna se están desplazando constantemente en torno al Sol, a hacerlo, habrá posiciones en que alguno de estos dos cuerpos opacos del sistema solar oculte al otro de los rayos solares. Cuando la Luna en su recorrido alrededor de la Tierra llega a ocultar al Sol, esto es, cuando se interpone entre nuestra estrella y el planeta que habitamos, se produce un eclipse solar. Aunque el tamaño del Sol es muy diferente al de nuestro satélite natural, se da la circunstancia de que por encontrarse la Luna mucho más cerca de la Tierra (unos 300 mil kilómetros), desde ella se

ve que tiene un tamaño aparente prácticamente igual al que desde aquí le vemos al Sol que está a 150 millones de kilómetros, por ello puede ser ocultado completamente por la Luna. Cuando la Tierra es la que se interpone entre el Sol y la Luna, ocurre un eclipse lunar. Durante estos eventos se puede ocultar total o parcialmente al cuerpo celeste en cuestión, hablándose entonces de eclipses totales o parciales. En el caso de los de Sol, una variante más son los eclipses anulares. Durante ellos sucede que la Luna no cubre totalmente al Sol, pero como sus centros geométricos coinciden sobre la línea de visión, queda descubierto un angosto y brillante anillo formado por la periferia del disco solar, de ahí el nombre.

De acuerdo a lo expresado en el párrafo anterior, deberíamos esperar que cada luna nueva hubiera un eclipse de Sol. De igual manera, debería haber un eclipse lunar en cada fase de luna llena. Esto no es así porque el plano que contiene a la órbita que describe la Luna en torno a la Tierra, puede llegar a formar un ángulo de un poco más de cinco grados con el plano que contiene los centros del disco solar y del de la Tierra. Por esta razón, la mayoría de las veces la Luna no coincidirá con el disco solar, ni entrará en el cono de sombra proyectado por nuestro planeta, por lo que no tenemos eclipses cada vez que se produce una de esas fases lunares.

A nuestro juicio, el eclipse total de Sol del 11 de julio de 1991 tiene dos características que lo hacen muy especial: la duración de la fase de totalidad llegará a los 6 minutos, 58 segundos, lo que lo acerca mucho al límite teórico que uno de estos eventos puede tener, por lo que su observación detallada se facilitará mucho. Por otra parte, la trayectoria que seguirá la franja de totalidad al adentrarse en territorio mexicano, tocará las zonas más densamente pobladas del país, por lo que millones de mexicanos

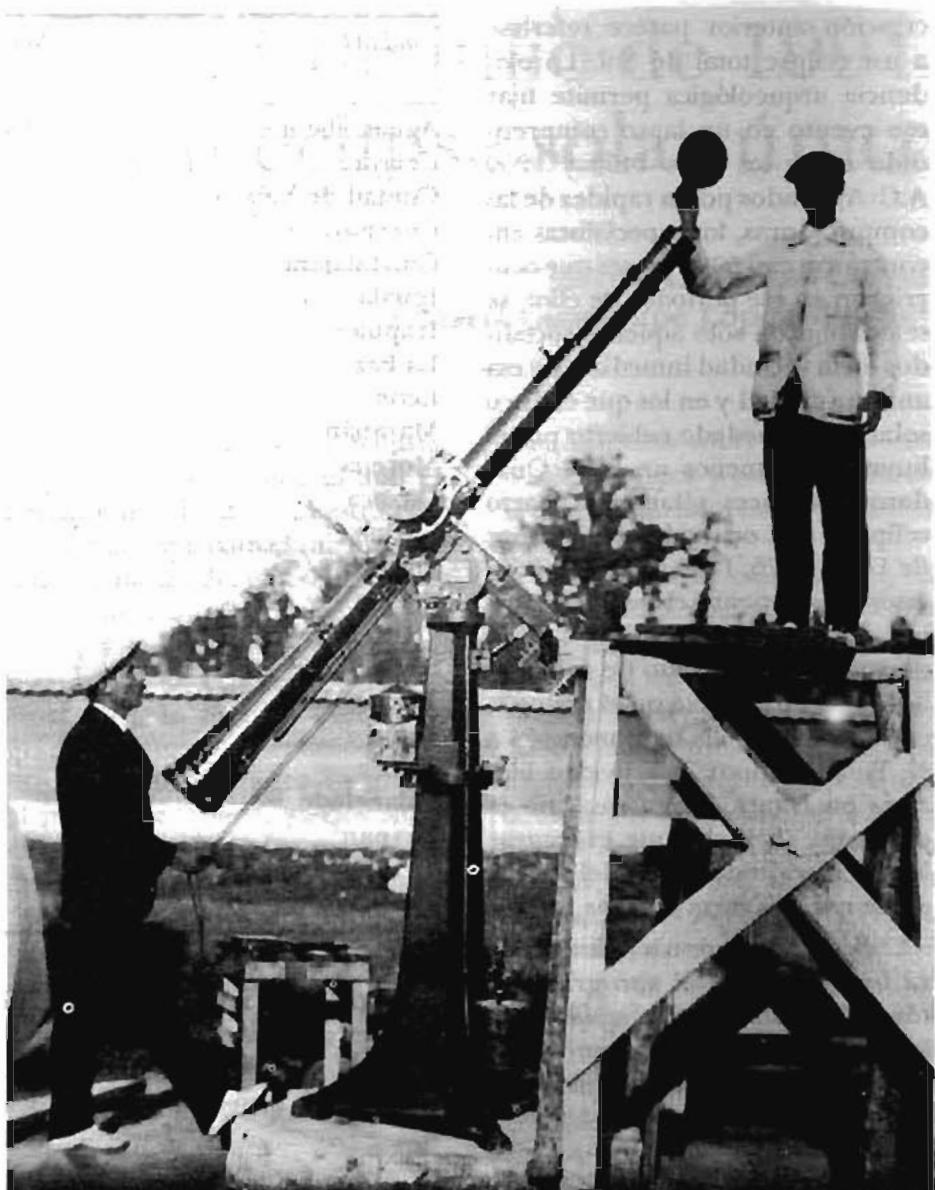


Figura 2. Revisión de instrumentos previa al eclipse del 10 de septiembre de 1923. Yerbanis, Durango.

podrán ver el fenómeno del obscurecimiento total desde las puertas mismas de sus casas. Esto siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan.

El eclipse se iniciará en la parte media del Océano Pacífico a las 10 horas, 28 minutos (hora de la Ciudad de México). La franja de totalidad, que tendrá un ancho máximo de 261 kilómetros y se estará desplazando con una velocidad superior a los 150 kilómetros por minuto, entrará a territorio nacional por el Estado de Baja California Sur a las 12 horas, 45 minutos. Cruzará esa península

para salir por el Golfo de California. Llegará a territorio continental entrando por las costas de los estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Continuará por Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca y Chiapas, por donde finalmente saldrá del país a las 13 horas, 44 minutos. A lo largo de este recorrido, tocará a las ciudades mayormente pobladas de México, por lo que se puede afirmar que más de la mitad de los mexicanos podrán vivir las

sensaciones únicas de este evento sin tener que moverse grandes distancias.

Dependiendo de la distancia del observador a la línea central de la franja de totalidad, la duración del eclipse será distinta, por lo que en la tabla se listan, las principales ciudades que quedarán dentro de la zona de totalidad, así como el tiempo que en cada una de ellas durará el obscurecimiento completo.

Como todos estos eventos, el eclipse consta de diferentes fases. La mayoría de él transcurre en la de parcialidad, donde el disco lunar sólo cubre parte del solar. Esta etapa durará alrededor de 2 ho-

ras, 50 minutos. Durante ella se debe tener gran cuidado de no ver al Sol directamente, ni mucho menos a través de ningún dispositivo óptico por sencillo que éste sea, ya que el ojo puede sufrir daños severos, que incluso puede causar ceguera completa. La fase de totalidad tendrá lugar cuando el disco lunar cubra completamente al solar. En esos momentos es cuando el día se convertirá por algunos minutos en noche. Es en esta fase cuando se puede apreciar el brillo y la estructura de la Corona Solar. También será posible ver estrellas brillantes como Cástor y Polux que estarán muy cercanas al

Sol. Otras estrellas brillantes que estarán en el cielo en esos momentos son Procyon, Betelgeuse, Aldebarán, Regulo, Rigel, Capela y la más brillante de todas: Sirio. Durante lo casi siete minutos que durará la totalidad, serán visibles los planetas Mercurio, Venus, Marte y Júpiter. Todo esto hará del eclipse un espectáculo único.

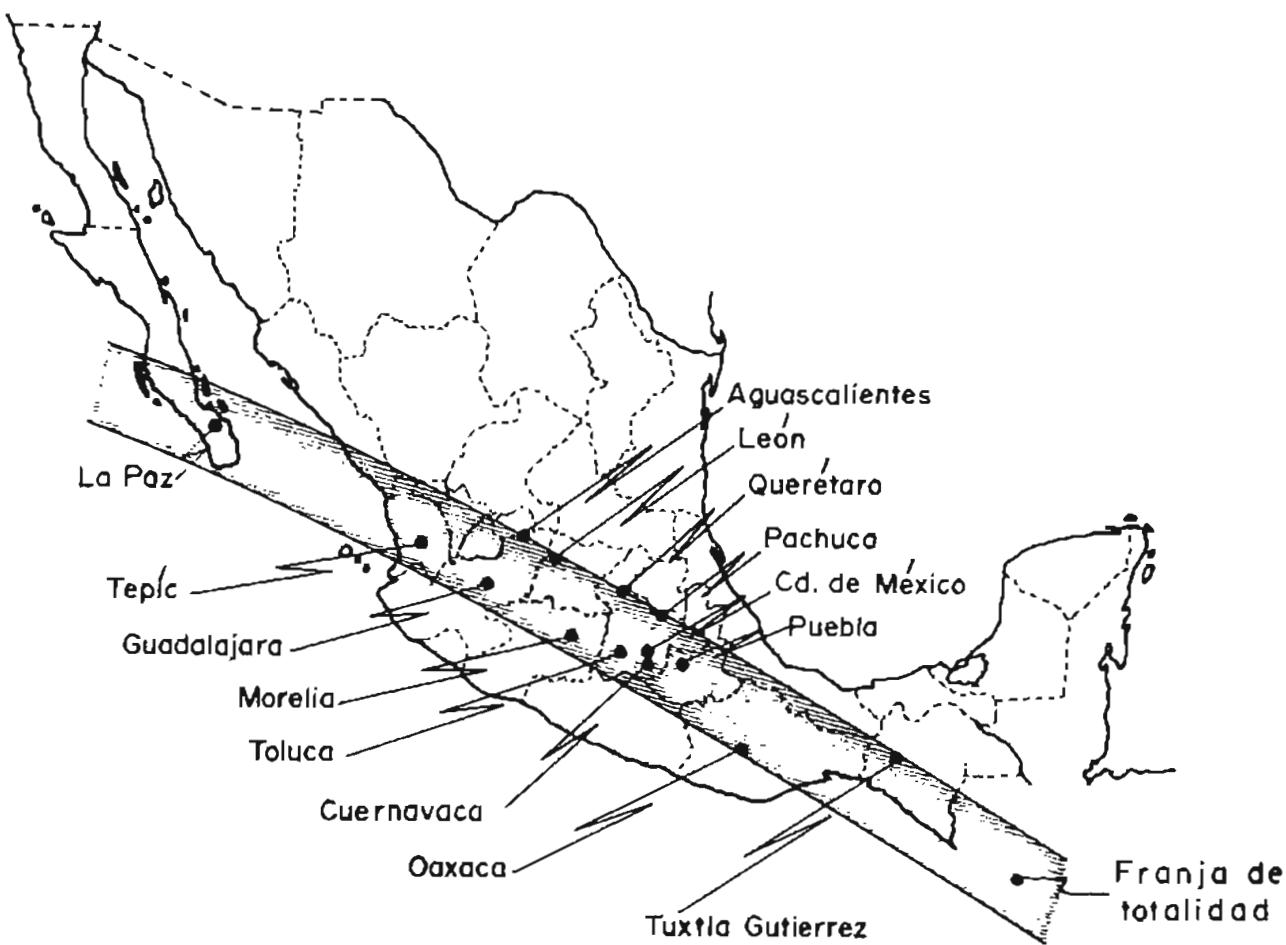
Desgraciadamente por la época del año en que este eclipse ocurrirá, la posibilidad de que el cielo esté nublado o incluso esté lloviendo es alta para la mayoría del territorio nacional. A partir de los registros climáticos previos, los expertos han determinado cuáles serán los lugares de México con mayores posibilidades de encontrarse despejados por la mañana del 11 de julio de 1991. El sur de la península de Baja California es el que ofrece mayores esperanzas, ya que por tener un régimen climático distinto al del México continental, en esa época del año la insolación es muy alta. Otros lugares con posibilidades son algunas parte de los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guerrero y Chiapas. Se debe aquí aclarar, que aunque el cielo esté completamente nublado, el fenómeno de obscurecimiento total ocurrirá dentro de la franja señalada, ya que el eclipse es un evento que nada tiene que ver con la capa atmosférica terrestre.

Como ya es costumbre en estos eventos, los astrónomos y los geofísicos aprovechan la oportunidad de tener un sol muy disminuido en brillo, para realizar diferentes experimentos y observaciones que les ayudarán a entender mejor los fenómenos físicos que ocurren en nuestra estrella, así como la relación que nuestro planeta guarda con ella. La mayoría de los estudios que se realicen se harán con el objeto de saber más sobre la forma, composición y comportamiento de la Corona Solar, extensa zona que rodea por completo al Sol, pero que por el brillo regular de éste, sólo se puede ob-



Trayectoria que seguirá la franja de totalidad en el Estado de Puebla durante el Eclipse del 11 de julio de 1991

Trayectoria que seguirá la franja de totalidad a lo largo de México durante el Eclipse del 11 de Julio de 1991



servar durante los eclipses totales, o con instrumentos especialmente diseñados para ese fin.

Para esa ocasión, vendrán a territorio nacional un considerable número de científicos extranjeros, que con instrumentos diversos y muy sofisticados, llevarán a cabo mediciones de parámetros importantes dentro de sus ramas de especialidad. Por lo expuesto sobre el patrón climático, la mayoría de ellos situarán sus campamentos de observación en la zona de La Paz, Baja California.

Diferentes institutos, grupos e individuos nacionales, o en combinación con algunos extranjeros, ubicarán sus campamentos a lo largo de la franja de totalidad, incluso en zonas de tan difícil acceso

como el Popocatépetl. Habrá toda una gama de experimentos; desde los que han sido planeados con la intención de obtener datos de valor científico novedoso, hasta los meramente didácticos. También abundarán los observadores que únicamente buscarán disfrutar del evento.

Desde hace casi 50 años que en el Estado de Puebla se encuentra instalado el Observatorio Astrofísico Nacional, institución que a principios de la década de los 70 se convirtió en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica de Electrónica. en él hay un grupo de astrónomos que, aprovechando los telescopios profesionales ahí instalados, así como la posibilidad de que en esa región esté razonablemente

despejado el día del eclipse, han desarrollado un programa de observación que les permitirá estudiar con gran detalle la Corona Solar, buscando teóricos del plasma coronal predicen. Este tipo de trabajos de investigación, además de contribuir al acervo astronómico mundial, proporciona una oportunidad única de entrenamiento a los jóvenes astrónomos que se están formando en ese centro científico.

Para concluir, queremos señalar que el eclipse total de Sol que ocurrirá el 11 de julio de 1991 bien podría llamarse el Eclipse Mexicano, ya que las circunstancias de su ocurrencia sobre territorio nacional son únicas, brindando con ello un verdadero espectáculo celeste a nuestro pueblo. Nuestra su-



Figura 3. Tablilla de barro con caracteres cuneiformes encontrada en la ciudad sumeria de Ugarit. Describe un eclipse total de Sol.

gerencia es que por ningún motivo se lo pierda. Si tiene dudas de cómo observarlo, recurra a los profesionales, seguramente en lugares como el Instituto de Astronomía de la UNAM, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica y el Observatorio Astronómico Nacional encontrará respuestas adecuadas a sus preguntas. No permita que el charlatanería o el comercialismo que siempre se presenta alrededor de este tipo de eventos lo sorprendan. Un eclipse total del Sol no tiene ninguna consecuencia sobre la población, los animales o la agricultura. Simple y sencillamente es una enorme sombra producida cuando la Luna intercepta los rayos luminosos que del Sol salen para incidir en la superficie terrestre. Si en el pasado estos eventos causaron pánico, fue por el desconocimiento de las causas que los originaban. A punto de comenzar el tercer milenio y el siglo XXI, el hombre debe ser capaz de superar sus miedos atávicos y disfrutar de la belleza de un eclipse total de Sol.

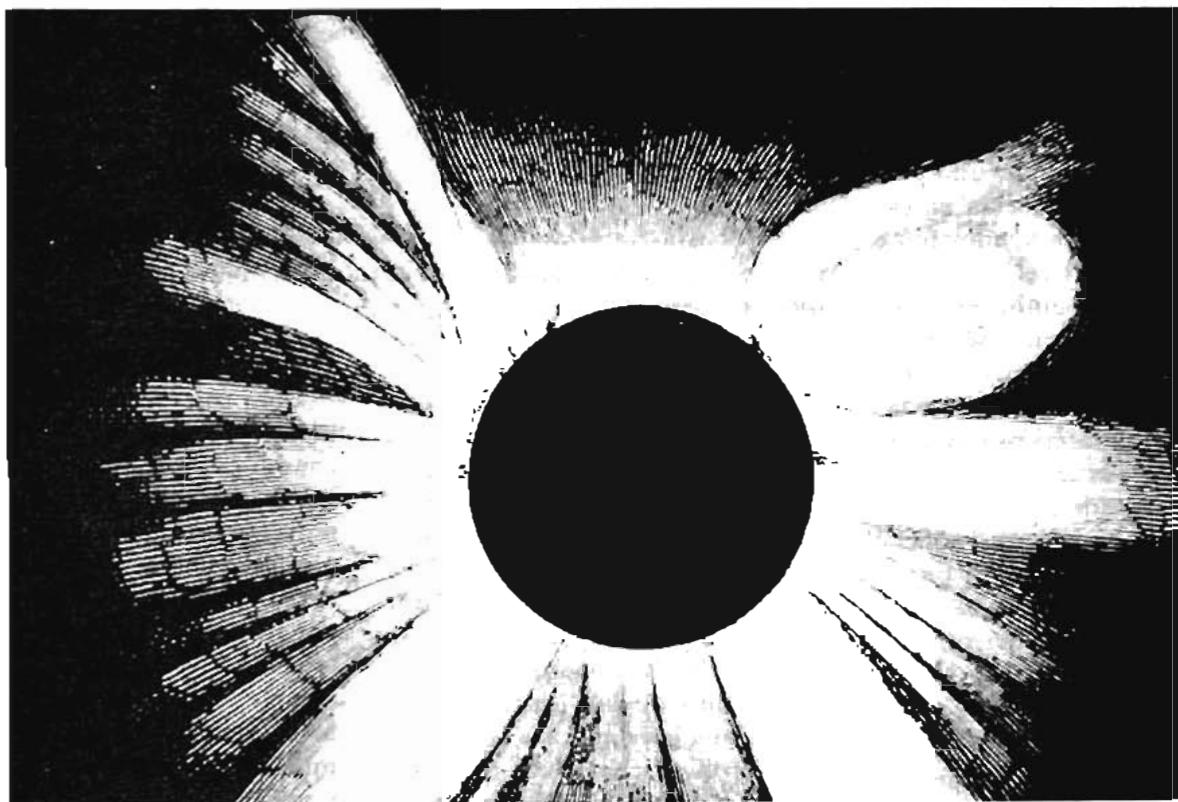


Figura 4. Dibujo de la corona solar durante el eclipse de 1860 ocurrido en España.