adormecidas bajo la irradiación roja de las puestas del Sol; la naturaleza entera se ha manifestado al hombre por los grandes espectáculos del cielo y de la Tierra, y la curiosidad, la noble aspiración de saber, y el deseo de penetrar los secretos de la creación han llevado al hombre á inventar maravillosos instrumentos, á dirigirlos hacia los misterios inaccesibles del firmamento, á crear esos observatorios que vamos á visitar y que nos conducirán al cielo.



VI

EL NUEVO OJO DE LA HUMANIDAD

Los instrumentos de óptica y los observadores.

Admiramos con justicia la invención del antejo de aproximación, y también nos sorprende que
no se fabricara antes. El vidrio se utiliza hace más
de tres mil años. Recuerdo haber observado en el
convento de San Lázaro, de los Armenios, en la
isla del mismo nombre, cerca de Venecia, una momia egipcia que data de tres mil años lo menos,
enteramente envuelta en un tisú de pequeñas cuentas de vidrio azul. Análoga observación he hecho
en los vestigios de las minas de Pompeya, deduciendo, por tanto, que la existencia de utensilios de
vidrio data de más de diez y ocho siglos. En las
minas de Nínive se ha encontrado un cristal de
cuarzo éxágono-plano-convexo, cuya curvatura
debió recibir tal forma en una rueda de lapidario,

ó por cualquier otro procedimiento análogo, pues era un adorno en forma de lenteja. He ahí cómo el vidrio data de más de cuatro mil años. Aristónanes, Plinio, Séneca y Plutarco refieren que el vidrio fué utilizado por los griegos y los romanos. Aristófanes hasta propone, en broma, en la comedia Los Anudados un medio científico de borrar las huellas de las deudas, concentrando los rayos solares por medio de una bola de vidrio sobre las firmas, que se podrían borrar fundiendo la cera de las tablillas. En tiempo de Arquímedes ya había espejos cóncavos, análogos á los de los telescopios. Plinio habla de una esmeralda tallada en cóncavo que servía de lente á Nerón para mirar los sangrientos juegos del circo. Los anteojos dobles han sido inventades en el siglo XIII, pero hasta 1590 no se construyó el primer anteojo de larga vista (por Zacarias Jansen, fabricante de anteojos en Middelburgo), y nasta el año 1606 no fué dado al dominio público por Hans Lepperhey, fabricante de anteojos también en Middelburgo.

¡Cuán lento es el progreso de la humanidadl

La era de la Astronomia óptica no comienza hasta el año 1609, en que Galileo, oyendo hablar de la invención holandesa, construyó en Italia el primer anteojo que se ha dirigido al cielo. Inesperadas revelaciones recompensaron su noble ambición: las montañas de la Luna, las manchas del Sol, los satélites de Júpiter, las fases de Venus, las estrellas de la vía láctea, alzaron el velo ante sus ojos maravillados. Ese anteojo ha sido religiosamente conservado, hallándose hoy en la Academia de Florencia, donde tuve la dicha de tocarle con mis manos.

Quizá no conservamos reconocimiento tan profundo como debiéramos á los hombres que por sus esfuerzos sucesivos han conducido la ciencia y el arte de la óptica á los actuales perfeccionamientos, á pesar de los obstáculos de toda clase, que el progreso tiene siempre que superar y vencer, quizá, también, no miremos con la admiración de que es digna, esa substancia mineral, de modesta apariencia, que se llama vidrio. Pero es más precioso que el oro y el diamante, y apenas si se puede apreciar en su verdadero valor el papel que desempena en la historia de la humanidad. Sin el vidrio, la civilización no hubiera podido avanzar hasta los climas septentrionales, pues es el único que nos permite vivir al abrigo del frío, del viento y de las intemperies, sin dejar de recibir la luz del día, el calor del Sol, y contemplar la naturaleza exterior. El vidrio ha fundado la física experimental por el barómetro y el termómetro. Es el que ha dado origen á los dos nuevos órganos visuales de la humanidad moderna; el microscopio, que nos ha descubierto lo infinitamente pequeño, y el teles-

73

copio, que nos trasporta á lo infinitamente grande. Casi toda la ciencia es debida á los servicios prestados por esa arena fundida, por esa substancia vitrificada..... ¡Pura y limpia substancia! El espíritu del pensador te mira con simpatía, pues has sido más bienhechora á la humanidad y más útil á los progresos de los conocimientos humanos que todos los conquistadores y monarcas reunidos.

CAMILO FLAMMARIÓN

Desde Galileo, la ciencia y el arte de la óptica han ido perfeccionándose sin cesar, al princípio con lentitud durante el siglo XVII, un poco más rápidamente hacia la mitad del siglo XVIII, y después con progreso creciente, sobre todo desde hace medio siglo. El perfeccionamiento de los instrumentos ha bajado la altura de los cielos al alcance de la vista humana, ó, por mejor decir, puesto que los cielos no son más que una apariencia, tal perfeccionamiento aproxima los otros mundos á nuestros ojos, como si en realidad pudiéramos corporalmente dejar la Tierra y transportarnos á ellos. Vemos á simple vista los planetas como estrellas, es decir, como simples puntos luminosos, sin disco aparente. Un aumento suficiente agranda el punto luminoso y hace que se vea como un disco. Ahora bien: aumentar un objeto ó aproximarle es geómetricamente lo mismo. Si un hombre está á distancia y de pie en medio del campo, á simple vista le distinguiremos como

un punto, móvil cuando el viajero se mueva; un anteojo dirigido hacia este punto y que aumente diez veces, bastará para que distingamos una forma humana; es exactamente lo mismo que si hubiéramos caminado hacia el viajero las nueve décimas partes que nos separan. Si estaba á cuatro kilómetros, se le ve con el anteojo á 400 metros. Un aumento de veinte veces le aproximará el doble. es decir, á 200 metros; un aumento de cuarenta veces nos mostrará al viajero como si estuviera á 100 metros de nosotros. La visión es entonces más clara para los ojos miopes, que distinguen vagamente á largas distancias.

Se formará el lector idea exacta de estos primeros principios de óptica, reflexionando que la magnitud aparente de los objetos depende de la distancia á que los vemos. Una regla de un metro colocada verticalmente delante de nosotros, nos parecerá tanto más pequeña cuanto más distante se encuentre, y su dimensión aparente disminuirá en razón directa de su distancia: á 100 metros será dos veces más pequeña que á 50; á 200 metros parecerá dos veces más pequeña que á 100, y cuatro veces más pequeña que en el primer caso. Si, pues, con la ayuda de un medio cualquiera se la ve de doble tamaño, es como si se hubiese acercado á una mitad.

La distancia media de la Luna es de 384.000

kilómetros, pero varia un poco, porque nuestro satélite no describe una circunferencia perfecta en derredor de nosotros, y sí una e lipse: ahora bien, si con ayuda de un instrumento de óptica aumentamos el disco lunar, de tal modo que le veamos dos veces mayor en diámetro que el que nos parece á simple vista, obtenemos el mismo resultado para el estudio de este globo, que si hubiéramos podido disminuir su distancia á la mitad; es decir, que veremos entonces la Luna como si estuviese á 192.000 kilómetros de la Tierra.

Un aumento de cien veces, muestra, por consiguiente, la Luna como si se hubiese acercado á 3.840 kilómetros; un aumento de mil veces, como si estuviese á 384; un aumento de dos mil veces, como si no estuviera más que á 192 kilómetros y un aumento de diez mil veces nos la mostraria á 38 kilómetros solamente de distancia.

Desgraciadamente, el aumento de los instrumentos de óptica tiene sus limites intimamente ligados á su dimensión y á su perfección,

Los más poderosos instrumentos astronómicos actuales son:

1.º El gran ecuatorial del Observatorio del monte Hamilton, cerca de San Francisco en California, construído en 1887. Su lente mide 0m,97 de diámetro, y su largo es de 15 metros; su aumento es de 2.400.

2.° El gran ecuatorial del Observatorio de Niza, construído en 1887. Su lente mide om, 76 de diâmetro, y su longitud es de 18 metros; su aumento aproximado es de 2.000.

3.° El gran ecuatorial del Observatorio de Pulkova, cerca de San Petersburgo. Semejante al precedente, y construido igualmente en 1887.

4.° El gran telescopio construído en 1862 por Mr. Lassel, negociante inglés, uno de los mejores, cuyo espejo míde 1m,22 de diámetro, y la longitud del anteojo es de 11m,40: el constructor de ese telescopio se ha servido de él para hacer notables descubrimientos. Ha muerto hace algunos años y su instrumento está desmontado; el aumento es aproximadamente de 2.000 veces.

5.° El gran telescopio del Observatorio de Melbourne, cuyo espejo mide, como el precedente, 1111,22 de diámetro (4 pies ingleses), y su longitud es de 2 metros; funciona desde 1870 en Melbourne, y tiene el mismo poder óptico.

Conviene hacer notar que los telescopios difieren de los anteojos en que éstos se componen esencialmente de un espejo en lugar de una lente. En los anteojos se mira el astro á través de una lente. En los telescopios se le vé reflejado en un espejo. A dimensiones iguales, los telescopios son inferiores á los anteojos en potencia óptica. Nuestros lectores se formarán idea de estos instrumen-

tos por la figura siguiente, que representa el gran telescopio de Lassell.

Para ser de uso cómodo y práctico, los anteojos y los telescopios están montados de tal modo, que pueden ser dirigidos hacia cualquier punto del cielo, y por un movimiento de relojeria se les mantiene sobre el astro observado, siguiendo el movimiento diurno de la esfera celeste. Ya hemos visto en el capítulo precedente, que ese movimiento diurno aparente es debido á la rotación real de la Tierra alrededor de su eje. y que se efectúa paralelamente al ecuador. Las estrellas parecen describir todos los días en el cielo círculos que corresponden á los nuestros de latitud geográfica. Esos círculos se llaman de declinación, y son paralelos al ecuador celeste. Esta es la razón por que los instrumentos así montados para la observación se llaman ecuatoriales.

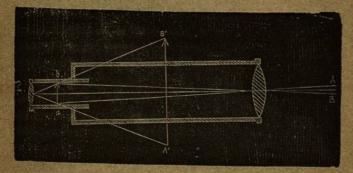
El gran lente del anteojo se llama el *objetivo*. El pequeño, cerca del cual se pone el ojo, se llama el *ocular*. Vamos á dar una ligera idea de la teoría de los instrumentos de óptica.

El objetivo colocado en la extremidad superior del anteojo es una lente convexa. Los rayos que vienen del astro que se observa en A B, se cruzan al atravesar la lente, pasan al interior del anteojo y vienen á formar en los puntos a b una imagen invertida del astro A B. La lente menor, que sirve



El gran telescopio de Lassell.

de ocular, está colocada de modo que amplifica esta imagen a b á fin de presentarla al ojo del observador como si se extendiera del punto A' al punto B'. El astro A B parece, pues. en definitíva aumentado en la proporción de la flecha A' B'.



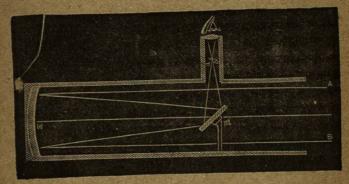
Teoría del aumento del anteojo.

El punto a b donde se forma la imagen, es el foco del objetivo, y su distancia á éste se llama distancia focal.

La teoría del telescopio difiere visiblemente de ésta.

Aunque en virtud de su etimología el nombre de telescopio, que significa «ver de lejos», haya sido aplicado en un principio á todos los instrumentos destinados á la observación de objetos lejanos, hace tiempo se ha adoptado el nombre de

anteojos á los instrumentos formados con lentes, y reservado el de telescopios á los de espejos. Sin embargo, aún hoy en Inglaterra se designan indiferentemente los unos y los otros bajo el nombre de telescopios, y cuando se quiere diferenciar-los llaman á los primeros refractores y á los se-



Teoría del telescopio en sa más simple expresión,

gundos reflectores; designaciones en relación con el juego de los rayos luminosos en los dos casos. Las palabras tele-copios, telescópicos, son también generalmente empleadas en las descripciones de observaciones de astros invisibles á simple vista. El telescopio, propiamente dicho, tiene por pieza esencial no una lente de vidrio, sino un espejo, que ocupa la parte inferier del telescopio; es decir, en donde se coloca el ocular en los anteojos. La

parte superior del tubo queda libre. Hay, pues, como se ve, diferencia esencial de construcción y de forma entre el anteojo y el telescopio.

Se formará el lector idea exacta de la manera de formarse las imágenes en este instrumento por la figura precedente, que representa el corte teórico de un telescopio del sistema de Newton. El espejo curvo M ocupa el fondo del tubo. Los rayos A B que vienen del astro que se observa, llegan al espejo, donde se reflejan y son enviados á un pequeño espejo plano m, colocado en el interior del tubo; este pequeño espejo inclinado 45 grados, refleja á su vez los mismos rayos hacia un lado del tubo, que está abierto en ese lugar, y es donde se pone el ojo para mirar la imagen á través de un ocular que la amplifica. Para observar con un telescopio de esta construcción no se hace por una de las dos extremidades del instrumento, como por los anteojos, sino por un lado, lo cual puede sorprender á los que ven observar por primera vez con un telescopio.

Los espejos de los telescopios han sido construídos durante largo tiempo de metal análogo al de las campanas; en diferentes ensayos se han cambiado varias veces las proporciones de la aleación, á fin de obtener la mejor superficie reflejante; pero estos espejos metálicos, siendo de conservación bastante dificil, se habían casi abandonado

los telescopios, hasta que el óptico francés Foucault los volvió á poner en uso por la sustitución del vidrio al metal, lo que hace el trabajo más fácil, y da al mismo tiempo excelentes resultados ópticos.

La primera idea del telescopio se halla en una obra publicada en Lyon en 1652, por el P. Zucchius, quien anunció que desde el año 1616 había concebido el proyecto de ese instrumento. Sin embargo, hasta 1663 no se pudo leer la descripción completa de un telescopio debido á un sabio inglés, sir James Gregory. Diez años más tarde, Newton construyó el suyo, de un sistema diferente al precedente. Más de un siglo despues, William Herschell logró levantar un verdadero monumento-á la Astronomía, construyendo con sus propias manos el más poderoso instrumento de óptica que hasta entonces hubo (1).

⁽¹⁾ William Herschell á la edad de 20 años emigró de Alemania para buscar fortuna en Inglaterra. Ganaba su vida como organista y dando lecciones de música, cuando la contemplación del cielo con un anteojo newtoniano le entusiasmó y quiso procurarse un este intrumento semejante, pero como lo que costaba no estaba al alcance de sus recursos, no se dejó abatir por tal obstáculo, tomando la enérgica resolución de construirlo con sus propias manos. En 1774, después de varios ensayos con el metal y la forma de los espejos, el instrumento quedó terminado y consagrado por Herschell á sus primeros estudios. Sóto tenía metro y

Los Observatorios están hoy provistos de toda clase de anteojos y telescopios, mecánica y ópticamente organizados para diversos estudios é investigaciones. El anteojo ecuatorial es el instrumento más usado y está generalmente bajo una cúpula giratoria, provista de una claraboya que puede abrirse á lo largo de la cúpula, y permanecer abierta ante el instrumento dirigido hacia cualquier punto del cielo.

La calidad de un instrumento no depende solamente de sus dimensiones. Sin duda su poder depende del tamaño; pero es preciso ante todo que la curvatura del objetivo ó del espejo sea perfecta, y que la imagen formada en el foco sea muy limpia. Los instrumentos que hemos citado son los más poderosos y los mejores del mundo. Pero hay otros mucho más pequeños que los igualan en valor óptico. Así, por ejemplo, hay en el Observatorio de Niza dos ecuatoriales principales: la primera tiene por objetivo una lente de om76, la segunda una de om38, es decir, de mitad tamaño. He observado con los dos instrumentos y son casi

equivalentes en valor óptico. El Observatorio de Milán posee una ecuatorial de 0m22 de diámetro, tan perfectamente construída, que ha servido para hacer descubrimientos tan difíciles como todos los realizados con los más grandes instrumentos. Pero no olvidemos que si la excelencia de un instrumento es una cualidad preciosa, el ojo que se observa es en definitiva la causa primera de todo descubrimiento. Se puede decir: «cuanto vale el hombre vale el instrumento».

A las maravillosas invenciones del arte óptico debe la ciencia los conocimientos adquiridos desde hace medio siglo, sobre todo en el estudio del Universo. Pero las facultades intelectuales, la abnegación científica, la perseverancia y la energía de los astrónomos laboriosos que consagran su vida en busca de la verdad, y que continúan la obra inmensa empezada desde millares de años por sus antepasados científicos, es lo que gradualmente ha levantado el nivel de los conocimientos humanos, permitiéndonos vivir hoy en la contemplación de las realidades celestes y en la filosofía espiritualista racional, deducida del análisis de las leyes y de las fuerzas que rigen el Universo.

medio de fo 30, pero pronto construyó otros que median 3, 5, 7 y hasta 12 metros de distancia focal.

Otro poderoso telescopio que tenía un espejo de 2 metros de diámetro, fué construido, por un amante apasionado de la Astronomía, Lord Rosse, en un parque cerca de Dublín. (N. del T)