

modelo; y en el caso de ser demasiado brillante la luz en algun punto, sin que convenga oscurecer el cuarto, un biombo de muselina ó papel blanco, convenientemente colocado, sirve para interceptarla, sin disminuir en lo mas mínimo la claridad de la galería. Muchos son los sistemas perfeccionados que, de algun tiempo á esta parte, se han introducido para la iluminacion del modelo; pero en vano se intentaria describirlos aquí de un modo inteligible, porque es preciso verlos para poderlos comprender. Uno de los mas populares es el llamado de "Rembrandt," con cuyo sistema se sacan por lo regular los retratos en que aparece sombreada la parte del rostro vuelta hácia la cámara, y en que suelen ser bastante marcadas todas las sombras en general.

CAPITULO III.

CÁMARA OSCURA Y LENTES.

El objeto mas esencial para el fotógrafo, despues de una buena luz y conveniente iluminacion del modelo, es un objetivo, ó lente compuesta, de tal modo corregida en lo relativo á la aberracion de refrangibilidad y de esfericidad que reproduzca sobre el vidrio deslustrado, ó despulido, una imágen en que las líneas rectas sean rectas, y todas las partes de ella, tanto las del centro como las de la periferia, sean bien claras y exentas de colores. No es dable labrar vidrio sencillo de modo que quede del todo corregida la aberracion de esfericidad; con lo cual se da á entender que es imposible hacer una lente que, con toda la abertura, refracte todos los rayos—tanto los que la atraviesan por el centro, como los demas consecutivamente desde el centro á los bordes—sobre un mismo punto. El foco de los rayos transmitidos por las partes inmediatas á la periferia de la lente se halla mas cerca de esta que el foco de los rayos que pasan por su centro; lo cual da origen á una pluralidad de focos que convierten en espacio circular lo que debe ser punta, y en espacio rectangular ó curvilíneo lo que debe ser línea. De aquí la causa del aspecto sombrío y empañado de las fotografias, que hace que las imágenes carezcan de nitidez y claridad. Si el óptico pudiera conseguir vidrios de superficie elipsóide (lo que parece del todo imposible), entónces podrian obtenerse lentes sencillas enteramente exentas del referido defecto de aberracion. De la aberracion de esfericidad puede, sin embargo, corregirse una parte por medio de vidrios combinados, y otras empleando dia-

fragmas, cuyos últimos sirven para interceptar todos los rayos excepto los del centro ó los de la periferia.

La aberracion de refrangibilidad consiste en la desigual refrangibilidad de los colores del espectro; pues, al atravesar un medio homogéneo y trasparente, pero cuyas superficies no son paralelas, la luz blanca se descompone en varios colores; á cuyo fenómeno se ha dado el nombre de dispersion. Pero nunca son paralelas ámbas superficies de las lentes; luego toda lente sencilla y homogénea descompone forzosamente la luz blanca en los colores del espectro; de los cuales el morado, por una parte, es mucho mas refrangible que el rojo, por otra; y por lo tanto el foco de este se halla mas remoto de la lente que el foco de aquel. Esta clase de aberracion tiende, pues, como la de esfericidad, á convertir puntas y líneas respectivamente en espacios circulares, rectangulares ó curvilíneos; y presenta además otro inconveniente, hijo de la desigualdad de propiedades químicas—ó actínicas—de los diversos colores. Estos hechos patentizan que, con una lente ó combinacion de lentes que reune aquellas dos causas de la falta de nitidez y claridad, á ningun fotógrafo, por mas hábil que sea, es dado obtener una imagen bella, ora bajo el punto de vista artístico, ó bien del desarrollo químico, ó actínico. Algunas clases de vidrio son mas refringentes—esto es, que poseen la propiedad de refractar la luz en mas alto grado—que otras; y ciertos vidrios la descomponen en los colores del espectro de una manera diferente de ciertos otros; de donde se ve que el ángulo que forman los dos rayos de los extremos—el morado y el rojo—siendo igual el ángulo refringente del prisma ó de la lente, varía con la clase de vidrio de estos últimos. Combinando estas diferencias de ángulo, de fuerza refringente de los medios transparentes, y de curvatura de las superficies de estos, los matemáticos han podido idear ciertos vidrios que, unidos, están prácticamente exentos de las aberraciones de que se trata. Por lo regular se juntan el *crown glass* y el *flint glass*, con arreglo á los principios que acaban de sentarse; pues dicha combinacion tiene menor aberracion, y, en cuanto á nitidez, es preferible á las mejores lentes sencillas; pero, por desgracia, lo que se gana en nitidez se

pierde en poder amplificador. Una buena combinacion de tres vidrios es superior á un doblete; pero inferior á dos dobletes cuyos radios y distancias entre sí se calculen con la debida exactitud matemática y óptica; porque estos últimos presentan menor aberracion que la combinacion triple. Por la misma razon, con tres dobletes se puede obtener mejores resultados aun; pero por otra parte se toca con el grave inconveniente de que cuanto mas se multiplican los vidrios, tanto mas se disminuye la fuerza química, ó actínica, de la luz que pasa al traves de aquellos, debido á la potencia absorbente de dichos vidrios. Por medio de un par de lentes compuestas se puede conseguir cuanta perfeccion se requiere en fotografía.

Tal vez no sean inútiles las siguientes reglas y observaciones para conocer el valor comparativo de los diferentes tubos que se usan en la actualidad.

Determinacion del Foco Principal de una Lente.

Fijese la lente, ú objetivo, en un tubo ó abertura en la cámara; vuélvase esta hácia la luna, y ajústese por medio del fuelle, de modo que la imagen que se dibuja sobre el vidrio deslustrado entre perfectamente en el foco; mídase entónces la distancia de dicho vidrio deslustrado á la superficie mas inmediata: averíguese en seguida con un compas de calibres el espesor de la lente, dividiendo por dos, y añadiendo el cuociente á la primera distancia: la suma será la distancia focal exactamente, si la lente es biconvexa, é iguales sus radios de curvatura. Puede procederse del mismo modo con una lente compuesta; será, con corta diferencia, correcto el resultado; y hasta con un tubo de dos pares de combinaciones, puede, sin inconveniente alguno, adaptarse el mismo sistema. Por lo regular se entiende por la distancia focal de una lente ó de una combinacion, la que hay del vidrio deslustrado á la superficie mas inmediata de la última combinacion, despues de haberse puesto en punto la luna ó el sol.

Determinacion de los Focos Conjugados Equidistantes de una Lente ó Combinacion.

Colóquese el objeto—una fotografia, por ejemplo—en frente del objetivo ó combinacion de vidrios de la cámara, de modo que el tamaño de la imagen sobre el vidrio deslustrado, ó despulido, sea exactamente igual al del objeto cuando este está en el foco; médase la distancia de la imagen al objeto, y divídase por dos: el cociente será la cantidad que se busca.

Determinacion del Valor Comparativo de dos Lentes ó Combinaciones que producen una y otra una Imágen de Igual Tamaño de un mismo Objeto, á la misma Distancia.

Tómese la diferencia del foco conjugado equidistante de una y otra lente; mientras menor sea dicha diferencia, tanto es mejor la lente, porque es mayor su profundidad ó penetracion focal; ó en otros términos, es mas fácil poner en punto convenientemente objetos apartados entre sí, cuando la diferencia en cuestion es pequeña que cuando es grande. En una palabra, una lente en que dicha diferencia fuese cero, seria perfecta.

Determinacion del Poder de Aumento de una Lente ó una Combinacion.

En el medio de un carton trácese un círculo, de una pulgada de diámetro, por ejemplo; y póngase dicho carton sobre una mesa. Fíjese en seguida la lente ó tubo en un trozo de madera, colocado horizontalmente sobre el círculo, levantándolo ó bajándolo hasta encontrar el punto en que el círculo, mirado con un solo ojo, se vea con la mayor nitidez. Con un poco de práctica, en breve se podrá, abiertos ámbos ojos, mirar con uno de ellos al traves del tubo, mientras que, dirigiendo el otro sobre el papel, se harán con un lápiz unas señales en las extremidades de un diámetro del círculo aumentado; porque el ojo que está libre puede, por simpatía, ver á un tiempo el círculo abultado y el lápiz. Hecho esto, médase la distancia entre los contornos, ó circunferencia, de uno y otro círculo, y dividiendo el producto

por el diámetro del círculo real, el cociente indicará el número de veces que la imagen es mayor que el objeto, ó sea el poder de aumento de la lente.

Determinar el Poder de Aumento Comparativo de dos Lentes ó Combinaciones.

Mídase en ámbas la distancia de la lente al vidrio deslustrado, estando la luna en el foco, ó bien médase el tamaño de la imagen: mientras mayor sea la distancia ó la imagen, menor será el poder de aumento. Divídase la distancia mayor por la menor, y el cociente indicará el número de veces que aumenta mas la lente en que aquella distancia es menor.

Hallar una Lente Sencilla igual en Poder de Aumento á una Compuesta.

Colóquense ámbas de modo que sus centros estén á igual distancia de la luna ú otro objeto: si las imágenes producidas en una y otra son iguales en tamaño, serán equivalentes los dos vidrios.

Averiguar si una Lente Compuesta tiene corregida la Aberracion de Esfericidad.

Trácense sobre un carton dos líneas rectas paralelas, de dos ó tres pulgadas de largo, y separadas una. Póngaselas en punto hasta que aparezcan separadas dos pulgadas; y si esta distancia quedare la misma, esto es, si las líneas no dejan de ser rectas, perdiendo el paralelismo, la combinacion es correcta en lo relativo al plano; si, por el contrario, las imágenes de las líneas rectas son curvas, existe la aberracion de esfericidad. Interpóngase un diafragma de abertura pequeña en frente de la combinacion, y se verá que la curvatura de las líneas irá disminuyéndose, en razon directa de la disminucion de la abertura. Si, á pesar de ser la abertura sumamente pequeña, aparecieren todavía curvas las líneas, es del todo inútil la combinacion; al paso que, si la lente ó la combinacion, aunque las usen sin diafragma, produjeren imágenes con líneas rectas y paralelas, podrán tenerse por de excelente calidad.

Averiguar si una Lente ó una Combinacion tienen corregida la Aberracion de Refrangibilidad.

Ajústese la máquina con la mayor precision posible, en términos de que la imagen de un objeto se dibuje clara y distintamente; averigüese entónces si la superficie colodionada de la placa coincide exactamente con la superficie del vidrio deslustrado, esto es, si ámbas á dos se hallan á igual distancia de la superficie mas inmediata de la lente. Sensibilícese en seguida la capa de colodion; y sáquese el retrato: si sale la imagen con tanta nitidez como tuvo en el vidrio despulido, ó deslustrado, es que la lente trae corregida la aberracion de esfericidad. Si, por el contrario, sale poco sensible el contraste de los claros y las sombras, y la imagen sin nitidez, ó no se ha corregido del todo la aberracion de refrangibilidad, ó bien la correccion se ha hecho con demasía ó de un modo incompleto. Los rayos químicos, ó actínicos, tiran al morado, cuyo color es mas refringente que el rojo; siendo, por tanto, mas corta su distancia focal. Ajústese, pues, de nuevo el foco; y muévase hácia atras como $\frac{1}{8}$ de pulgada el bastidor del vidrio deslustrado; introdúzcase otra vez la placa sensibilizada; sáquese el retrato; revélese, y fíjese como anteriormente. Si resulta mejor la fotografia esta vez que la primera, es que el foco químico es mas largo que el luminoso, debido á que se ha corregido con demasía la aberracion de refrangibilidad de la combinacion. Por medio de ensayos semejantes al que se acaba de indicar, se puede averiguar cuánto sea necesario atrasar el vidrio despulido, ó deslustrado, para producir en la fotografia tanta nitidez como en dicho vidrio deslustrado. Hallada la distancia, habrá que adelantar ó bajar eso mismo el vidrio despulido en su bastidor; con lo que se ajustará la cámara al tubo. Si, despues de arreglado el foco, fuere menester adelantar el bastidor, á fin de obtener la debida nitidez, es que no se ha corregido del todo, ó no se ha corregido suficientemente la aberracion de refrangibilidad. Las lentes que no necesitan se ajuste el vidrio deslustrado, se dice que son correctas, ó lo que es lo mismo, que son coincidentes los rayos actínicos, ó químicos, y los luminosos. El valor de una lente,

bajo este punto de vista, es en razon inversa del grado de ajuste que requiera; es decir, tanto menor es su valor, cuanto es mayor el grado de ajuste.

Hánse propuesto otros procedimientos para determinar la coincidencia de los rayos luminosos y los químicos; uno de los cuales consiste en pegar un periódico á una tabla plana que se coloca verticalmente en frente de la abertura de la lente, de modo que el eje de este pase por el centro del periódico y en ángulo recto con él. Tómase en seguida un foco agudo de las partes centrales, y sácase un positivo del objeto. Si dichas partes se hallan en el foco en la imagen, se conoce que la lente tiene corregida la aberracion de refrangibilidad; y si las intermedias del centro á los bordes se hallan en el foco, prueba esto que la lente ha sido corregida con demasía, máxime si solo las porciones marginales entran en aquel. Al paso que si la imagen carece de nitidez, es de suponerse que la lente no ha sido corregida en lo tocante á la aberracion de refrangibilidad, ó que no ha sido completa la correccion.

Otro método es, formar primero el foco de la manera comun; colocar luego delante de la lente un trozo de vidrio de color morado; y en seguida formar nuevamente el foco: si dichos dos focos coinciden, coincidirán tambien los focos de los rayos luminosos y los químicos, ó actínicos.

El tercer método es el propuesto por Claudet, y consiste en disponer tarjetas impresas á corta distancia unas de otras—á $\frac{1}{10}$ de pulgada, por ejemplo—en hendiduras en un plano inclinado que descansa sobre una mesa. Si, siendo cinco las tarjetas y la del medio en el foco, entran tambien en este la primera ó la segunda, es defectuosa la correccion de la lente; si la del medio se presenta con una gran nitidez, es de todo primor la lente; si la cuarta ó la quinta, es exagerada la correccion de la combinacion.

Corrígese el defecto de una correccion exagerada atrasando el vidrio despulido, ó deslustrado; lo cual se consigue metiendo entre dicho vidrio y el bastidor en que descansa unos trocitos de carton de poco espesor; el defecto contrario, bajando el vidrio deslustrado, como ántes se indicó.

En el caso de una lente ó combinacion perfectamente corregida, puede prescindirse del bastidor de vidrio deslustrado, sustituyéndosele, para fijar el foco, un vidrio de igual tamaño que la placa colodionada, el cual se introduce en la misma abertura en que ha de ponerse el negativo. De este modo la superficie sensible y la del fondo no pueden dejar de coincidir.

Adquisicion de una Buena Lente.

Es de evitarse el comprar, en ninguno caso, lentes de segunda mano, debiendo el principiante acudir con entera confianza á un depósito *acreditado*, el cual no venderá sino lentes y cámaras perfectas. Tan luego como el artista conozca los principios de óptica y su aplicacion al arte heliográfico, estará en aptitud de juzgar por sí mismo, y buscar sus aparatos donde mejor le convenga. Adquiridas la cámara y lentes, conviene averiguar si en estas coinciden el foco de los rayos luminosos y el de los químicos, ó actínicos, lo cual puede verificarse cumplidamente del modo siguiente.

Colócase sobre una mesa el contenedor con una placa colodionada, la cara sensible arriba, y abierta la tapa de aquel; al lado del contenedor se pone el bastidor del vidrio deslustrado, con la cara raspada de este arriba; luego, con una regla chata que se coloca sobre uno ú otro vidrio, fácil es medir la distancia que haya de cada una de las superficies de vidrio al canto de la regla. Si las dos distancias coinciden, no ha sido necesario ajustar el aparato; pero si son bastante considerables, es de recomendarse devolver el tubo y hacer eleccion de otro mejor.

Es de advertir, sin embargo, que aun en las lentes que tienen corregidas las aberraciones de esfericidad y refrangibilidad, suele haber ciertas diferencias especiales que sirven para determinar su valor respectivo, dependiendo este del tamaño del retrato que con una perfecta nitidez se pueda obtener con dichas lentes en igualdad de abertura, distancia focal, diafragma, etc., y de la rapidez con que se pueda trabajar. Si de dos lentes de abertura y distancia focal iguales, una da, sin diafragma, una imagen tan grande y tan clara como la otra con diafragma, aquella es muy superior á esta, porque, con mucha mas luz, será relati-

vamente mas rápida la accion química, ó actínica. Del mismo modo, si de dos lentes en que son iguales entre sí las tres partes anteriormente indicadas, una da un retrato mucho mayor que la otra, y al mismo tiempo con tanta nitidez, es fácil determinar el mérito relativo de una y otra. Las lentes que presentan dicha diferencia de tamaño, ofrecen siempre además la ventaja de abarcar mayor espacio angular en que caben mas objetos. Dos líneas imaginarias que, partiendo de ámbas extremidades del paisaje, pasan por el centro de la lente y rematan en las extremidades correspondientes del cuadro, forman dos ángulos isósceles cuyo ángulo vertical se halla en el centro. Este ángulo, ó abertura de los dos rayos exteriores, constituye lo que se llama la *abertura angular* de la lente. Mientras mas grande es esta, en una lente que reúne los demas elementos de perfeccion, mayor es el valor práctico de dicha lente. Las lentes que mas comunmente se usan para retratos tienen por lo regular una abertura angular muy pequeña, y producen imágenes de diámetro poco superior á la distancia focal. Hé aquí la relacion que existe entre la abertura de una lente, la del diafragma, la distancia focal, y el diámetro de la imagen, segun la *Chimie Photographique*: Tomando por unidad la distancia focal, el diámetro de la lente será un quinto de dicha unidad; el del diafragma, $\frac{1}{10}$; y el de la imagen, $\frac{2}{3}$. Si el diámetro de la imagen nítida es igual á la distancia focal, la abertura angular debe ser de 53° próximamente; y si este es de 90° , el diámetro de la imagen será igual á dos veces la distancia focal.

Las lentes mas estimadas en el dia, tanto para retratos como para vistas, son las de Y. H. Dallmeyer, de Lóndres. Las para retratos vienen provistas de un aparato de ajuste que permite modificar el campo de la imagen, cuya circunstancia hace que sean superiores á las lentes de todas las demas fábricas.