

## (ii) Esquema general de la construcción

Las soluciones de Alhacén, si bien siguen el mismo esquema de razonamiento, se vuelven absolutamente complejas por lo extensas y lo escabroso de los giros en los argumentos. No obstante, la estructura profunda del razonamiento es simple, elegante y poderosa. Expongo en líneas generales el esquema de razonamiento, así el lector puede seguirlo con atención en todos sus matices en un caso paradigmático y asumir que para los casos restantes vale el mismo esquema. En ese sentido puede ahorrarse la lectura de todos los casos restantes. En primer lugar, observador y objeto pueden encontrarse en un plano que contiene al eje del cilindro. En este caso el punto de reflexión ha de encontrarse en la intersección de dicho plano y la superficie del espejo (a saber, una recta longitudinal). El problema entonces se reduce a hallar la solución para el caso de un espejo plano. En segundo lugar, observador y objeto pueden encontrarse en un plano paralelo a la base del cilindro. El punto de reflexión ha de encontrarse, pues, en la intersección de dicho plano y la superficie del espejo, a saber una circunferencia. Este caso remite a hallar el punto de reflexión en un espejo esférico convexo o cóncavo. En tercer lugar –este es el caso más complejo e interesante–, no hay un plano que contenga tanto al objeto como al observador y al mismo tiempo o bien sea paralelo a la base, o bien contenga al eje del cilindro o del cono. El esquema propuesto por Alhacén es el siguiente. Sea  $A$  el observador y  $B$  el objeto. Se determina un plano paralelo a la base (del cilindro o del cono) que contenga al punto  $A$ . El corte de este plano con la superficie del espejo es una circunferencia. Llamemos a esta circunferencia  $S$ . Después, sobre dicho plano se proyecta al punto  $B$  en forma ortogonal. Sea  $B'$  la imagen de  $B$  sobre el plano que contiene a  $A$ . A continuación se resuelve el problema de Alhacén para los puntos  $A$  y  $B'$ . Este caso coincide con el caso de los espejos esféricos. Sea  $C'$  la solución de dicho problema y  $C'E'$  la perpendicular a la circunferencia  $S$  en el punto  $C'$ .  $C'$  se encuentra sobre  $S$ . Luego se traza la recta que pasa por  $C'$  y es paralela al eje del cilindro. Ahora se concibe el plano que contiene a  $C'$  y al eje del cilindro (este plano contiene a la recta anterior). Ahora se busca la intersección de dicho plano con la recta  $AB$ . Sea  $K$  tal intersección. Finalmente se traza por  $K$  una perpendicular al eje del cilindro. El cruce de dicha perpendicular y la superficie del espejo es el punto buscado  $F$ .  $FK$  es la normal a la superficie del espejo en el punto de reflexión. Es claro que  $AF$  (rayo reflejado),  $FK$  (normal) y  $BF$  (rayo incidente) se encuentran en el mismo plano  $ABF$ .<sup>1</sup> Alhacén procura demostrar que la condición de igualdad entre los ángulos  $B'C'E'$  y  $E'C'A$  no se pierde en la proyección. Por lo tanto los ángulos  $AFK$  y  $FKB$  son congruentes.

---

<sup>1</sup>  $K$  está en el plano  $ABF$ , pues  $K$  está en la recta  $AB$ .