

OASIS

Actividad 2. Tamaño del objeto
4º ESO, 1º y 2º Bach

Actividad 2: ¿Qué tamaño tendrá nuestro objeto en la imagen?

De la actividad 1 al encuadre de la imagen

En la actividad 1 hemos elegido un objeto astronómico y hemos estudiado cuándo es observable usando una carta de visibilidad.

Ahora damos el siguiente paso:

¿Qué tamaño tendrá nuestro objeto dentro del campo de visión de la cámara?

Para responderlo compararemos:

tamaño angular del objeto

con

campo de visión del sistema telescopio-cámara

Idea clave: no basta con que el objeto sea visible desde nuestro lugar de observación; también necesitamos saber si el encuadre y la escala de imagen son adecuados.

Objetivo de la actividad: Calcular el campo de visión del sistema telescopio-cámara y decidir si el encuadre es adecuado antes de pasar al cálculo del tiempo de exposición.

Ampliación: En las diapositivas extra, también veremos cómo estimar cuántos píxeles ocupará el objeto en la imagen.

Tamaño angular: cuánto ocupa un objeto en el cielo

En astronomía observacional, muchas veces no preguntamos:

“¿cuánto mide realmente este objeto?”

sino:

¿Qué ángulo ocupa en el cielo visto desde la Tierra?

A ese ángulo lo llamamos **tamaño angular**.

Por ejemplo, un objeto puede tener un tamaño angular de, por ejemplo:

2° , $30'$ o $20''$,

donde:

$^\circ$ = *grados*

$'$ = *minutos de arco*

$''$ = *segundos de arco*

Las equivalencias son:

$$1^\circ = 60' \quad 1' = 60'' \quad 1^\circ = 3600''$$

Con estas unidades podemos describir de forma precisa cuánto ocupa un objeto en el cielo.

Por ejemplo, la Luna llena tiene un tamaño angular aproximado de unos $30'$, siendo similar al tamaño angular del Sol, “aunque sus tamaños físicos reales son muy distintos”.

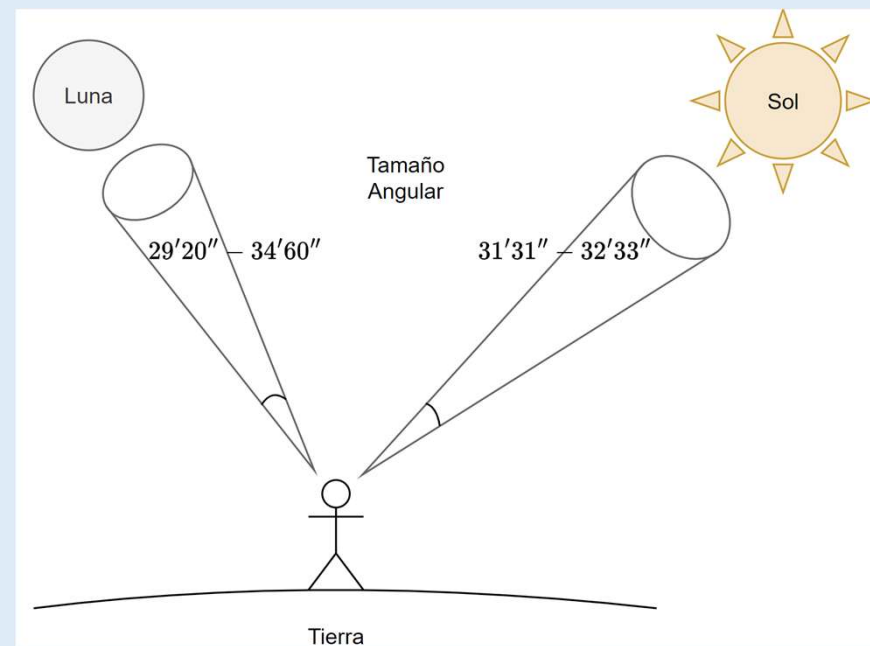


Figura 1. Visualización del concepto de tamaño angular.

Campo de visión: la *ventana* del telescopio

El **campo de visión**, o **FOV** por sus siglas en inglés (*Field of View*) indica qué región del cielo queda dentro de la imagen.

Una cámara o telescopio no ve todo el cielo, sino una zona limitada:

$$\text{FOV} = \text{ancho} \times \text{alto}$$

Por ejemplo:

$$\text{FOV} = 1.2^\circ \times 0.8^\circ$$

significa que la imagen cubre:

1.2° de cielo en horizontal x 0.8° de cielo en vertical.

Idea clave: el FOV es el “marco” de nuestra imagen astronómica.

Si el objeto tiene un tamaño angular mayor que el FOV, aparecerá recortado.
Si es mucho menor, aparecerá pequeño y con mucho cielo alrededor.



Figura 2. Cambio de la zona visible de un objeto al variar el campo de visión en un telescopio.

Las imágenes muestran dos campos de visión para un mismo objeto:

- FOV demasiado pequeño: objeto recortado.
- FOV adecuado: objeto completo con margen.

Extraída de Wikimedia Commons con licencia CC BY-SA 3.0.

¿De qué depende el FOV?

En una cámara astronómica, el campo de visión depende principalmente de dos factores:

tamaño físico del sensor
y
distancia focal del telescopio

De forma aproximada:

$$\text{FOV} \approx (\text{tamaño del sensor} / \text{distancia focal}) \times 57.3^\circ$$

Nota: El factor 57.3 es la conversión de radianes a grados ($1 \text{ rad} = 180/\pi \approx 57.3^\circ$).

La fórmula es una aproximación válida para ángulos pequeños, que es el caso habitual en astrofotografía.

Esta fórmula se aplica por separado al ancho y al alto del sensor:

$$\text{FOV}_x \approx (S_x / f) \times 57.3^\circ$$

$$\text{FOV}_y \approx (S_y / f) \times 57.3^\circ$$

donde:

- S_x = ancho del sensor en mm
- S_y = alto del sensor en mm
- f = distancia focal del telescopio en mm

Idea clave: A mayor sensor, mayor campo de visión.

A mayor distancia focal, menor campo de vision.

Ejemplo: cálculo del campo de visión de un telescopio

Supongamos que usamos un telescopio con las siguientes características:

$$S_x = 13.2 \text{ mm}, \quad S_y = 8.8 \text{ mm}, \quad f = 750 \text{ mm}$$

Calculamos el FOV horizontal:

$$\text{FOV}_x \approx (13.2 / 750) \times 57.3^\circ \rightarrow \text{FOV}_x \approx 1.01^\circ$$

Calculamos el FOV vertical:

$$\text{FOV}_y \approx (8.8 / 750) \times 57.3^\circ \rightarrow \text{FOV}_y \approx 0.67^\circ$$

Por tanto:

$$\text{FOV} \approx 1.01^\circ \times 0.67^\circ$$

Pasando a minutos de arco:

$$1.01^\circ \times 60 \approx 60.6' \quad 0.67^\circ \times 60 \approx 40.2'$$

Entonces:

$$\text{FOV} \approx 60.6' \times 40.2'$$

Es decir, con este equipo el campo de visión cubriría aproximadamente 60.6' de cielo en horizontal y 40.2' en vertical.

¿De dónde sacamos los datos?

Para resolver la actividad necesitamos dos datos:

1. Tamaño angular del objeto

Se puede obtener de:

- Stellarium / Stellarium Web ([Stellarium Web Online Star Map](#)), buscando el objeto y su información.
- Bases de datos astronómicas, como SIMBAD ([SIMBAD Astronomical Database](#)), que reúne datos básicos y medidas observacionales de objetos astronómicos.

Ejemplo de dato: $M27 \approx 8' \times 6'$

2. Campo de visión del equipo

Se puede obtener de:

- Un simulador de campo de visión, por ejemplo [astronomy.tools – Field of View Calculator](#).
- Datos ya calculados del telescopio/cámara usados en el proyecto.

Ejemplo de dato: $FOV = 45' \times 30'$

En esta actividad no tenéis que diseñar el telescopio ni la cámara desde cero.

Debéis estudiar el objeto elegido en la actividad 1 y compararlo con el FOV del telescopio que se os indique o que calculéis con el simulador.

¿Cómo utilizar la calculadora del FOV?

Para obtener el campo de vision del equipo, podéis utilizar el simulador [astronomy.tools – Field of View Calculator](https://astronomy.tools/).

En el modo Imaging Mode, se pueden introducir los siguientes parámetros:

Parámetro	Descripción
Object	Planeta, galaxia, nebulosa o cúmulo que queremos encuadrar
Telescope	Si nuestro telescopio no aparece en la lista, ponemos los datos manualmente
Focal Length	Distancia focal del telescopio. Cuanto mayor es, menor campo de visión.
Aperture	Diámetro del telescopio.
Camera	Si la cámara no aparece en la lista, ponemos sus datos manualmente.
Resolution	Número de píxeles de la cámara.
Pixel Size	Tamaño de cada píxel.
Barlow / Reducer	Accesorio para aumentar o disminuir la distancia focal.
Binning	Dejar en 1 x 1 para usar la cámara con su resolución normal.
Angle	Rotación de la cámara. Permite orientar la cámara al objeto. Dejar en 0° para un encuadre sin girar.

The screenshot shows the 'Field of View Calculator' interface on the 'astronomy.tools' website. The 'Imaging Mode' tab is selected. Under 'Choose Object', 'Messier' is set to 'M31 - Andromeda Galaxy' and 'Solar System' is empty. The 'Search' bar contains 'e.g. NGC231, IC101'. Under 'Choose Equipment', 'Telescope' is 'Custom Scope' with a focal length of 350 mm and aperture of 80 mm. 'Camera' is 'Custom Camera' with a resolution of 5500 x 3600 px and pixel size of 3,76 x 3,76 μm. 'Barlow / Reducer' is 'None' and 'Binning' is '1x1'. The 'Angle' is set to 45°. At the bottom, the calculated values are displayed: Focal Ratio: 4.38, Resolution: 2.22"x2.22" per pixel, Field of View: 3.38° x 2.22° (highlighted with a red box), and Dawes Limit: 1.45 arc/secs. An 'Add to View' button is also present.

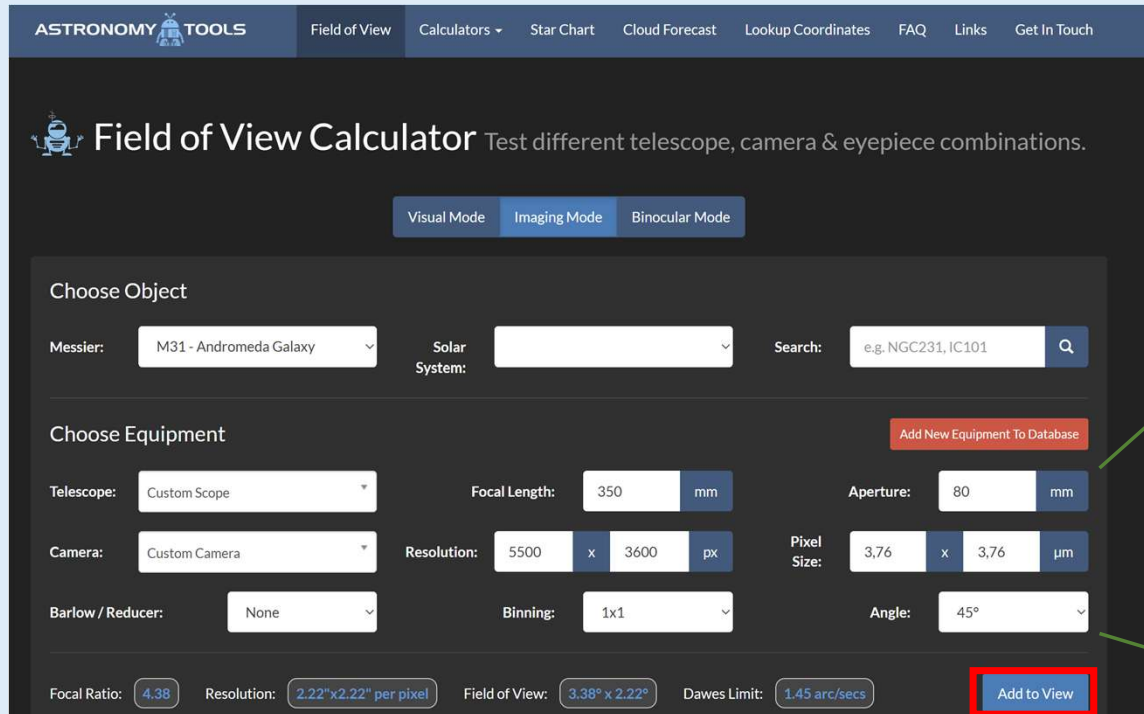
Introducidas las características del equipo, obtenemos los siguientes valores:

- **Focal Ratio:** indica cuánta cantidad de luz recoge el telescopio.
- **Resolution:** indica cuánto cielo corresponde a cada píxel.
- **Field of View:** indica la zona del cielo que entra en la imagen.
- **Dawes Limit:** indica la resolución teórica del telescopio.

¿Cómo utilizar la calculadora del FOV?

Para obtener el campo de vision del equipo, podéis utilizar el simulador [astronomy.tools – Field of View Calculator](https://astronomy.tools/field-of-view-calculator/).

Una vez introducidas las características de nuestro instrumento, podemos ver cómo queda el objeto celeste en nuestro campo de visión:



The screenshot shows the 'Field of View Calculator' interface on the Astronomy Tools website. The page has a dark theme with a blue header. The main content area is divided into sections for 'Choose Object' and 'Choose Equipment'. In the 'Choose Object' section, 'Messier' is set to 'M31 - Andromeda Galaxy'. In the 'Choose Equipment' section, 'Telescope' is 'Custom Scope' with a focal length of 350 mm and an aperture of 80 mm. 'Camera' is 'Custom Camera' with a resolution of 5500 x 3600 px and a pixel size of 3.76 x 3.76 μm. Other settings include 'Barlow / Reducer' set to 'None', 'Binning' set to '1x1', and 'Angle' set to '45°'. At the bottom, the calculated 'Field of View' is '3.38° x 2.22°'. A red box highlights the 'Add to View' button.

ASTRONOMY TOOLS

Field of View Calculators Star Chart Cloud Forecast Lookup Coordinates FAQ Links Get In Touch

Field of View Calculator Test different telescope, camera & eyepiece combinations.

Visual Mode Imaging Mode Binocular Mode

Choose Object

Messier: M31 - Andromeda Galaxy Solar System: Search: e.g. NGC231, IC101

Choose Equipment

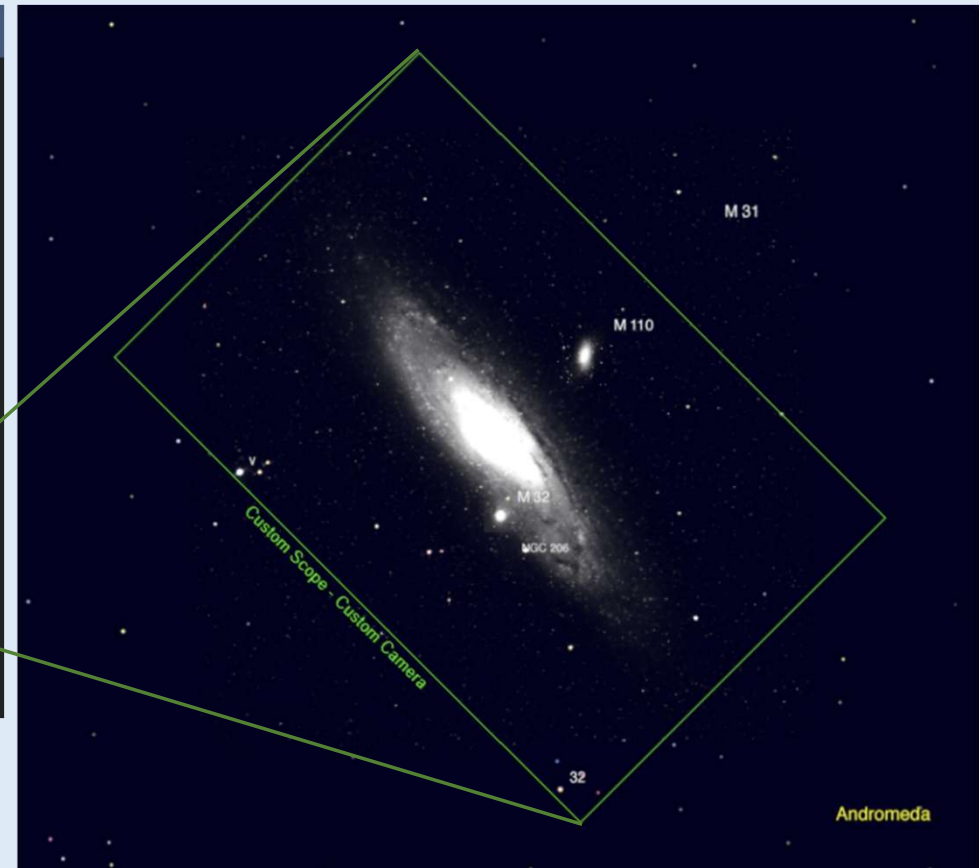
Telescope: Custom Scope Focal Length: 350 mm Aperture: 80 mm

Camera: Custom Camera Resolution: 5500 x 3600 px Pixel Size: 3.76 x 3.76 μm

Barlow / Reducer: None Binning: 1x1 Angle: 45°

Focal Ratio: 4.38 Resolution: 2.22"x2.22" per pixel Field of View: 3.38° x 2.22° Dawes Limit: 1.45 arc/secs Add to View

Para ver el campo de visión de vuestro telescopio capturando al objeto escogido, pulsamos el botón **"Add to View"**.



Preparar la comparación: objeto frente a imagen.

Muchos objetos de cielo profundo no son circulares.

Por eso suelen describirse con dos medidas:

eje mayor $\times$ eje menor

Por ejemplo:

$40' \times 25'$

significa que el objeto ocupa aproximadamente:

- $40'$ en su dimensión más larga (eje mayor).
- $25'$ en su dimensión más corta (eje menor).

El campo de visión también tiene dos dimensiones:

$\text{FOV} = \text{ancho} \times \text{alto}$

Por ejemplo:

$60' \times 40'$

La comparación que haremos será:

dimensión del objeto en horizontal con ancho del FOV

dimensión del objeto en vertical con alto del FOV

Si no conocemos la orientación real del objeto en el encuadre, esta comparación será una estimación inicial.

Idea clave:

No comparamos “números sueltos”: comparamos el tamaño aparente del objeto con el tamaño de la imagen que podemos obtener.

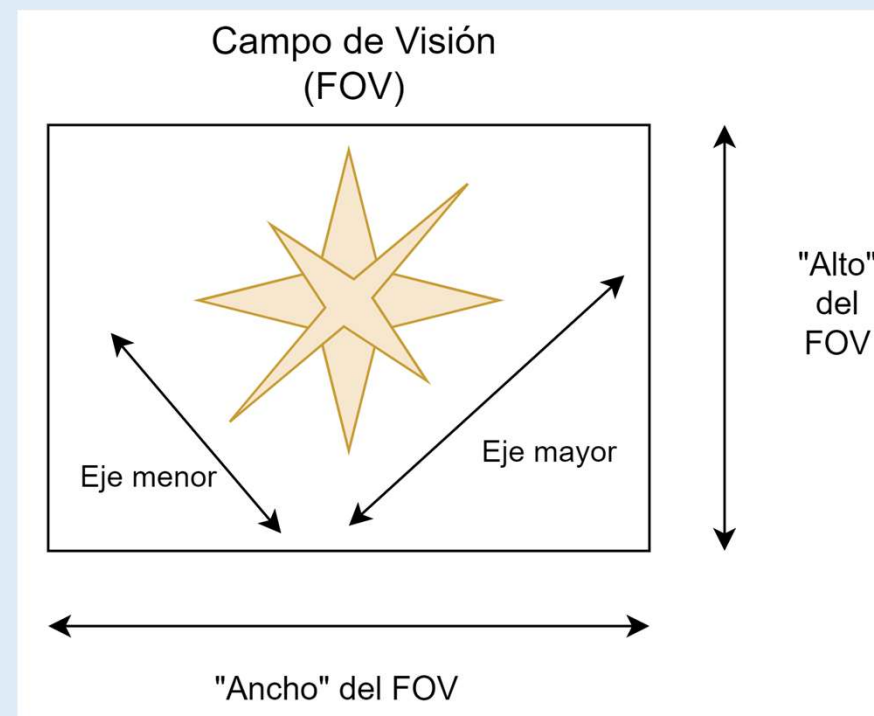


Figura 3. Esquema del campo de visión frente al tamaño de un objeto en el Cielo.

Criterio de encuadre

Cuando todos nuestros datos están en la misma unidad, usamos este criterio:

$$\text{objeto} < \text{FOV}$$

aplicado a las dos dimensiones.

Si:

$$\text{objeto} = 30' \times 20' \quad \text{y} \quad \text{FOV} = 60' \times 40'$$

entonces el objeto entra **dentro del campo de visión**.

Pero si:

$$\text{objeto} = 70' \times 45' \quad \text{y} \quad \text{FOV} = 60' \times 40'$$

entonces el objeto aparecería **recortado**.

Conclusiones posibles:

- **Encuadre adecuado:** el objeto entra con espacio alrededor.
- **Encuadre justo:** el objeto entra, pero queda muy cerca de los bordes.
- **Encuadre no adecuado:** el objeto no entra completo en la imagen, o su tamaño es muy pequeño.

Criterio de encuadre y margen de seguridad: que no quede pegado al borde

En astronomía, no conviene que el objeto ocupe exactamente todo el campo de visión.

Es recomendable dejar margen alrededor para:

- Evitar que el objeto quede cortado.
- Compensar pequeños errores de apuntado.
- Mejorar la presentación estética de la imagen.
- Dejar algo de cielo alrededor del objeto.

Usaremos una regla sencilla:

$$\text{FOV recomendado} \geq 1.2 \times \text{tamaño del objeto}$$

Esto significa dejar aproximadamente un 20 % de margen.

Ejemplo:

$$\text{objeto} = 30' \rightarrow 1.2 \times 30' = 36'$$

Por tanto, sería recomendable que el FOV midiera al menos 36' en esa dirección.

Importante: Esta regla no es una ley física: es un **criterio práctico** para obtener un encuadre cómodo.

Por otro lado, para que el objeto tenga un tamaño razonable en la imagen, comprobaremos que ocupa aproximadamente entre el **30 % y el 80 % del campo de visión** en sus dimensiones principales, tal y como explicamos en la diapositiva siguiente.

Criterio de encuadre: ¿Objeto demasiado pequeño o demasiado grande?

No basta con que el objeto “entre” en el FOV: queremos que tenga un tamaño razonable dentro de la imagen.

Podemos estimar qué porcentaje del campo de visión ocupa:

$$\text{fracción ocupada} = \text{tamaño angular del objeto} / \text{FOV}$$

Por ejemplo, si el objeto mide:

40'

y el FOV en esa dirección es:

80'

entonces:

$$40' / 80' = 0.5$$

El objeto ocupa el 50 % de la imagen en esa dirección.

Interpretación sencilla:

- Menos del 30 %: el objeto aparecerá muy pequeño.
- **Entre 30 % y 80 %: encuadre adecuado.**
- Más del 80 %: encuadre muy justo; puede quedar recortado o sin margen.

Nota: Estos valores son orientativos, no reglas absolutas.

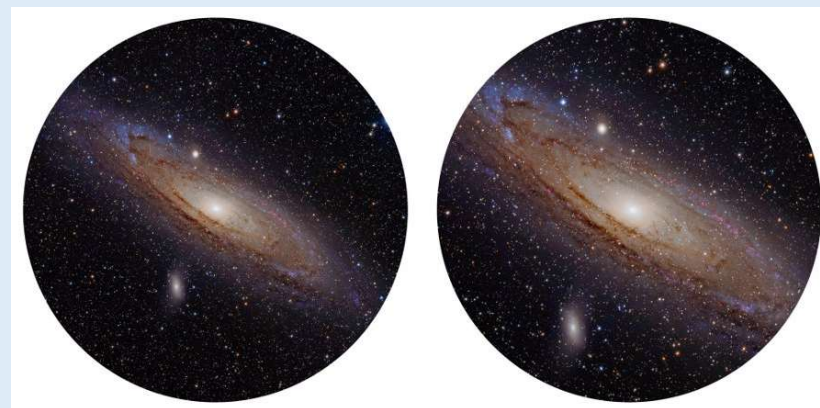


Figura 4. Efecto del tamaño angular de un objeto en el campo de visión en un telescopio.

Las imágenes muestran dos encuadres para un mismo campo de visión de un telescopio:

- Encuadre adecuado: objeto completo con margen.
- Encuadre justo: objeto recortado.

Extraída de Wikimedia Commons con licencia CC BY-SA 3.0.

Instrucciones de trabajo

Paso 1. Recuperar el objeto elegido.

Usad el objeto seleccionado en la actividad 1.

Paso 2. Buscar el tamaño angular del objeto.

Anotadlo como: tamaño angular del objeto = eje mayor $\times$ eje menor. Ejemplo: 30' $\times$ 20'

Paso 3. Obtener el campo de visión del equipo.

Necesitáis la distancia focal del telescopio y el tamaño del sensor. Estos datos pueden obtenerse de la ficha técnica del telescopio y la cámara o de un simulador de campo de visión.

Paso 4. Calcular el FOV.

Usad $FOV_x \approx (S_x / f) \times 57.3^\circ$ y $FOV_y \approx (S_y / f) \times 57.3^\circ$.

Paso 5. Comparar dimensiones del objeto y el FOV.

dimensión del objeto en horizontal con ancho del FOV

dimensión del objeto en vertical con alto del FOV

- Primero comprobad si el FOV es al menos un 20 % mayor que el objeto: ***FOV recomendado $\geq 1.2 \times$ objeto***
- Después verificad que ocupa entre un 30% y un 80% del FOV: ***fracción ocupada = tamaño angular del objeto / FOV***

Paso 6. Escribir la conclusión.

La conclusión debe responder a la siguiente pregunta:

¿El objeto entra en el campo de visión? ¿Queda margen suficiente alrededor? ¿Ocupa una fracción adecuada de la imagen?

La conclusión debe ser una frase clara:

- “El objeto entra adecuadamente en el campo de visión.”
- “El objeto entra, pero el encuadre es justo.”
- “El objeto no entra completo (o se ve muy pequeño) y habría que usar otro encuadre o equipo.”

Ejemplo resuelto y paso a la actividad 3

Supongamos que el objeto elegido tiene: **objeto = 30' × 20'**
y que el telescopio tiene: **$S_x = 13.2 \text{ mm}$ $S_y = 8.8 \text{ mm}$ $f = 750 \text{ mm}$**

Primero calculamos el FOV:

$$\text{FOV}_x \approx (13.2 / 750) \times 57.3^\circ \approx 1.01^\circ = 60.6'$$

$$\text{FOV}_y \approx (8.8 / 750) \times 57.3^\circ \approx 0.67^\circ = 40.2'$$

Por tanto:

$$\text{FOV} \approx 60.6' \times 40.2'$$

Ahora comprobamos el encuadre: $30' < 60'$ y $20' < 45'$

El objeto entra en el campo de visión.

Comprobamos el margen: $1.2 \times 30' = 36'$ y $1.2 \times 20' = 24'$

Como: $36' < 60'$ y $24' < 45'$

El encuadre es adecuado.

Conclusión: El objeto entra completo en la imagen y queda margen suficiente alrededor.

Ejemplo de conclusión válida:

El objeto tiene un tamaño angular de 30' × 20'. Con el equipo propuesto, el campo de visión es aproximadamente 60.6' × 40.2'. Por lo tanto, el objeto entra cómodamente en la imagen y ocupa una fracción adecuada de la imagen.

El encuadre es adecuado y permite pasar al cálculo del tiempo de exposición.

Conexión con la actividad 3

Una vez decidido que el objeto entra correctamente en el campo de visión, el siguiente paso será calcular el tiempo de exposición necesario para obtener una imagen con suficiente señal y calidad.

Resultado esperado

Cada equipo debería entregar la siguiente información:

Objeto elegido:

Tamaño angular del objeto:

Dimensiones y distancia focal del equipo:

Campo de visión calculado:

Comparación objeto-FOV:

Conclusión sobre el encuadre:

Extra 1 — Más allá del encuadre: ¿con cuánto detalle aparecerá el objeto?

Hasta ahora hemos respondido a la pregunta:

¿El objeto entra dentro del campo de visión?

Pero en una imagen astronómica también puede interesarnos saber:

¿Aparecerá suficientemente grande y detallado en la imagen?

Para eso no basta con conocer el FOV total. También necesitamos saber qué parte del cielo corresponde a cada píxel de la cámara.

Esta idea nos permite estimar:

cuántos píxeles ocupará el objeto

y valorar si el objeto aparecerá:

- demasiado pequeño,
- con un tamaño razonable,
- o muy extendido en la imagen.

Idea clave: el FOV nos dice cuánto cielo cabe en la imagen; la escala de imagen nos dice cuánto cielo representa cada píxel.

Extra 2 — Escala de imagen: cuántos segundos de arco ocupa cada píxel

Además del FOV total, nos interesa saber qué parte del cielo corresponde a cada píxel de la cámara.

A esto lo llamamos:

escala de imagen

y se mide normalmente en:

"/píxel

Una fórmula muy usada es:

$$\text{escala["/píxel]} = 206.265 \times (p[\mu\text{m}] / f[\text{mm}])$$

donde:

- p = tamaño del píxel en micras [μm]
- f = distancia focal en mm

El resultado se obtiene en "/píxel

Interpretación:

Si la escala es 1"/píxel

entonces cada píxel representa aproximadamente un segundo de arco del cielo.

Si la escala es 2"/píxel

cada píxel representa una zona de cielo mayor, y el objeto ocupará menos píxeles.

Idea clave: cuanto menor sea el valor de "/píxel, más píxeles ocupará un mismo objeto.

Extra 3 — Ejemplo: del tamaño angular al tamaño en píxeles

Supongamos que la cámara tiene píxeles de tamaño:

$$p = 3.76 \mu\text{m}$$

y que el telescopio tiene:

$$f = 750 \text{ mm}$$

Calculamos la escala de imagen:

$$\text{escala} = 206.265 \times 3.76 / 750 \approx 1.03''/\text{píxel}$$

Esto significa que cada píxel representa aproximadamente $1.03''$ del cielo.

Ahora tomamos un objeto de $8' \times 6'$.

Primero pasamos a segundos de arco:

$$8' = 8 \times 60'' = 480''$$

$$6' = 6 \times 60'' = 360''$$

Después calculamos:

$$\text{tamaño en píxeles} = \text{tamaño angular del objeto} / \text{escala de imagen}$$

$$480'' / (1.03''/\text{píxel}) \approx 466 \text{ píxeles}$$

$$360'' / (1.03''/\text{píxel}) \approx 350 \text{ píxeles}$$

Por tanto, el objeto ocupará aproximadamente 466×350 píxeles

ya que, en la práctica, el número de píxeles estará condicionado por la resolución del sensor.

Conclusión: el objeto no solo entra en el campo de visión, sino que además ocupará varios cientos de píxeles, por lo que tendrá un tamaño apreciable en la imagen.

OASIS