

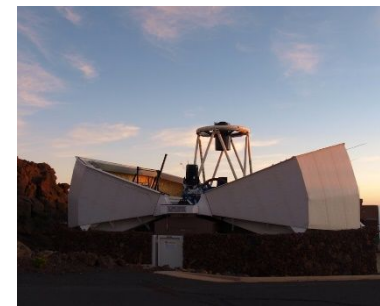
Al començar el projecte se'ns planteja el problema de què podem fotografiar i perquè ho volem fer.

En aquest document parlarem sobre com s'han explicat alguns conceptes tècnics dels telescopis usats al projecte: el Meade LX200 de l'Observatori Astronòmic de l'Institut d'Alcarràs (OAIA) i dels telescopis de 0,4m i 2m de Haleakala (Hawai).

Tots els exercicis han estat realitzats amb alumnat de 2n , 3r i 4t d'ESO i una alumna de 1r de batxillerat, amb edats compreses entre els 12 i 16 anys.

Observatori	OAIA (Alcarràs, Catalunya)	Haleakala (Hawai, USA)	Haleakala (Hawai, USA)
Telescopi	Meade LX200 (OAIA)	Meade 16-inch (40cm)	Telescope Technologies Limited, 2m
Muntura	Equatorial	Equatorial	Alt-Azimutal
Òptica	Schmidt-Cassegrain Advanced Coma Free	Ritchey-Chretien-Cassegrain	Ritchey-Chretien-Cassegrain
Distància focal (m)	2	4	20
Diàmetre (cm)	20,9	40	200
Relació focal	f10	f10	F10
CCD	Sbig ST9	SBIG STL-6303	MuSCAT3 (M ulticolor S imultaneous C amera for studying A tmospheres of T ransiting exoplanets) Cameras: Princeton Instruments Pixis 2048B (r') , 2 x Pixis 2048_eX (g' and i'), Sophia 2048BR (zs')
FOV (Field Of View)	18,1' x 18,1'	29.2' x 19.5'	~9.1' x 9.1'
Pixel scale	2,12" / pixel	0.571" / píxel	0.27" / pixel

Imatge del telescopi



Per entendre aquestes dades hem fet els següents exercicis:

- 1- FOV i el telescopi de paper.
- 2- El meu mòbil i l'astrofotografia: calculant el FOV, la mida del píxel i la resolució de la càmera del meu mòbil.
- 3- Què hem de saber de l'objecte que volem fotografiar abans de la sessió RTI?: Treballem amb el programa Stellarium (<https://stellarium.org/>).

1. FOV i el telescopi de paper.

El telescopi de paper consisteix en fer un cilindre amb un full dinA4, seguint el costat llarg. El diàmetre del cilindre és de 5cm (però tots els valors es poden canviar).

Les característiques d'aquests "telescopis" es poden llegir en la següent taula:

	Telescopi llarg	Telescopi curt
Distància focal, DF (mm)	297	150
Diàmetre, d (mm)	50	50
Relació focal (DF / d)	5,94	3
Imatge		
Camp visual (Field of view) FOV	Més petit que el telescopi petit f3	Més gran que el telescopi gran f5,94

		
Lluminositat	Més fosc	Més lluminós
Altres	...	...

(Ull! Aquest “telescopi de paper” no té augments, doncs no té lents, ni ocular ni objectiu.)

2. El meu mòbil i l'astrofotografia: calculant el FOV, la mida del píxel i la resolució de la càmera del meu mòbil.

L'objectiu d'aquests exercicis és conèixer i entendre els conceptes de camp visual i resolució, independentment dels resultats obtinguts.

Per fer fotografia astronòmica hem de conèixer algunes característiques de l'equip: telescopi + ccd.

Per entendre-ho fem càlculs amb la càmera del nostre mòbil o d'altres que hem portat de casa, compactes i reflex. I per això ens farà falta la trigonometria bàsica: angles rectangles i la tangent.

Tal com es pot observar a la figura 1, l'activitat consisteix en fotografiar una distància coneguda (cinta mètrica de la figura) des d'una distància també coneguda (Iona fa la imatge a metre de la pissarra).

A la figura 2 es poden veure els càlculs necessaris (tangent i angle rectangle).

En l'exemple tenim que el camp visual o FOV de la càmera d'Iona és aproximadament $71^\circ \times 21^\circ$.

El professorat de matemàtiques pot aprofitar aquest exercici per ampliar els conceptes trigonomètrics o per veure com al variar la distància "y" també ho fa "x" i els angles resultants són els mateixos.

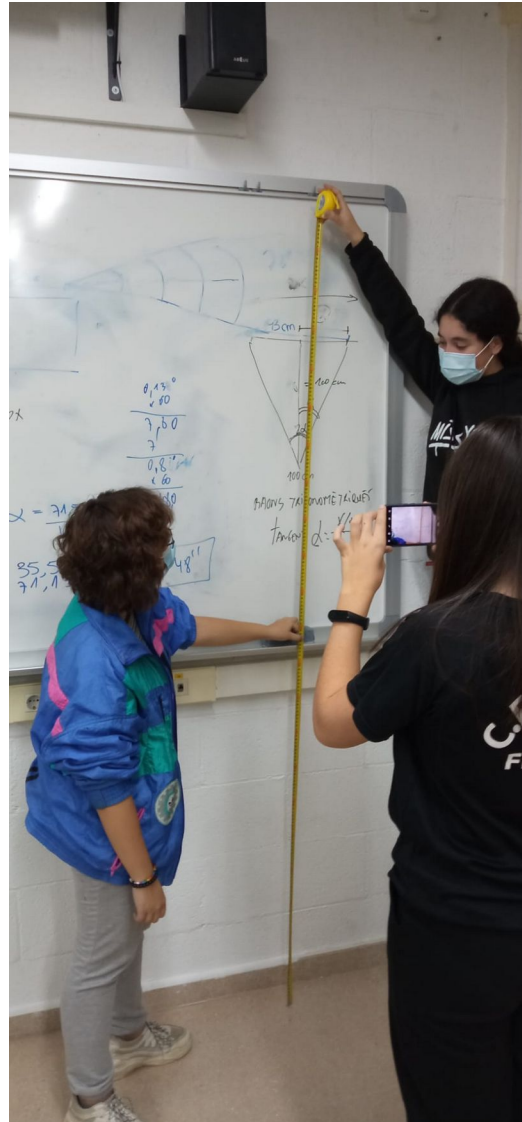
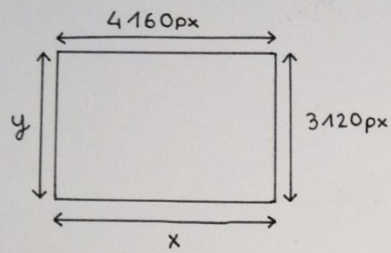


Figura 1: Iona (2ⁿ ESO), Elsa i Amèlia (4^t ESO) mesuren el camp que pot fotografiar un mòbil. Imatge d'Irene (2ⁿ ESO)

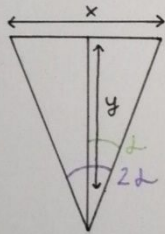
04-11-21

Huawei P smart 2019



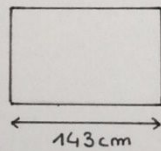
$$x \cdot y = 12.979.200px$$

RAONS TRIGONOMÈTRIQUES:



$$x = 143$$

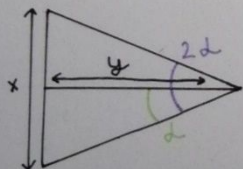
$$y = 100$$



$$\text{Tangent} = d = \frac{x/2}{y} = \frac{71,5}{100} = 0,715$$

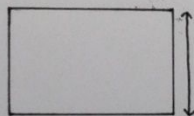
$$d = 35,565 \cdot 2 = 71,130$$

$$\text{FOV} = 71^{\circ} 07' 48''$$



$$x = 80$$

$$y = 100$$



$$\text{Tangent} = d = \frac{x/2}{y} = \frac{40}{100} = 0,4$$

$$d = 10,9 \cdot 2 = 21,8$$

$$\text{FOV} = 21^{\circ} 48' 00''$$

Figura 2. Llibreta d'Iona Reverté (2n d'ESO).

El següent pas consisteix en cercar les característiques de la càmera del mòbil, o en el seu defecte llegir les dades de la imatge (longitud i amplada en píxels). Amb aquestes dades i el resultat de l'exercici anterior (FOV) podem calcular la resolució de la càmera, és dir, el valor angular del píxel. En aquest apartat l'alumnat aprèn a fer càlculs amb graus, minuts i segons d'arc ($1^\circ = 60' = 3600''$).

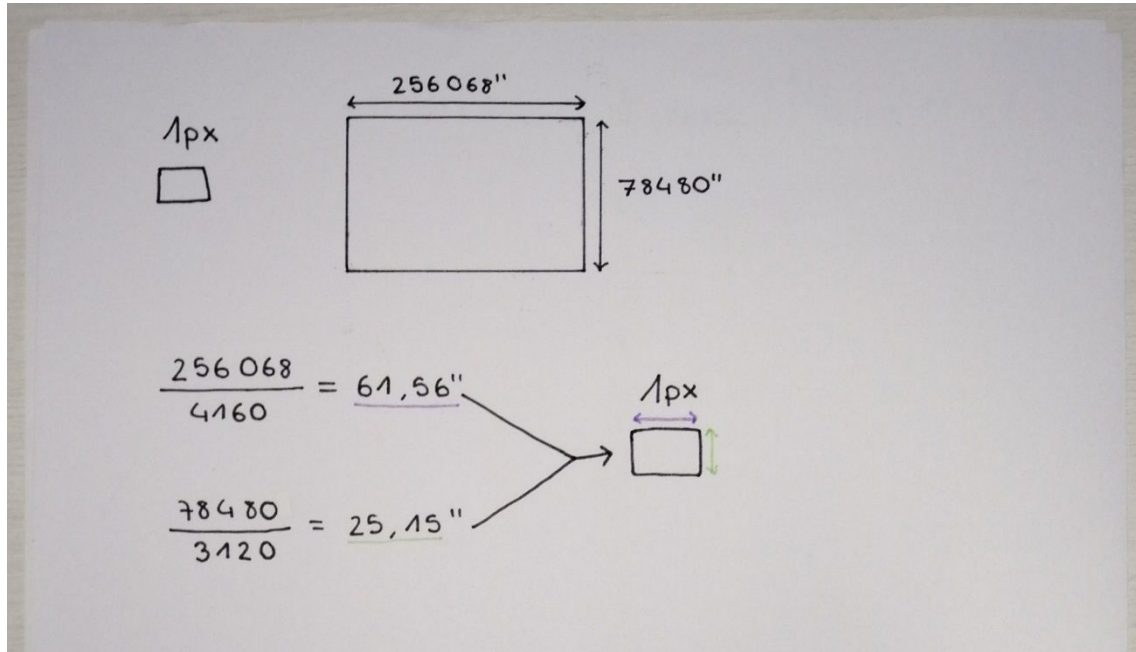


Figura 3. Càlcul de la resolució de la càmera del mòbil d'Iona.

Com podem observar a la figura 3 la resolució resultant és aproximadament 61'' x 25'' d'arc.

Per acabar d'entendre el concepte de resolució podem pintar a la pissarra 2 punts que es toquin. A uns 5 metres de distància una alumna no podrà diferenciar més d'un punt. Però, si s'apropa, arribarà un moment que dirà que en veu dos punts (figura 4).

Aquesta activitat també es pot realitzar observant els dos punts des de lluny, a ull nu i amb uns prismàtics o el cercador d'un telescopi.

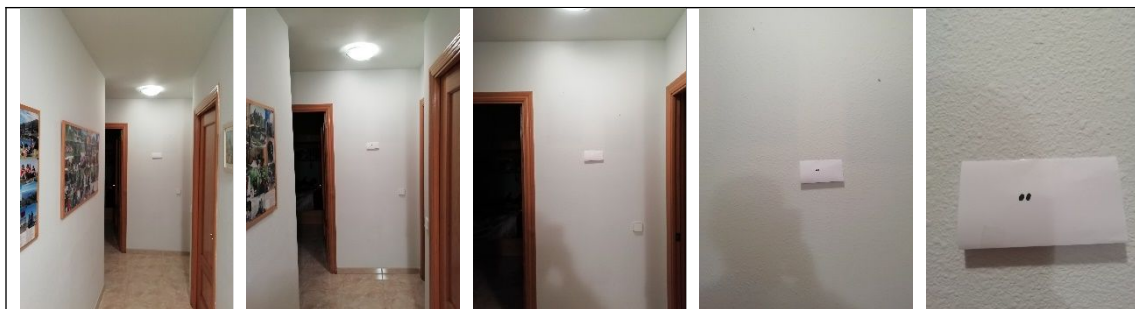


Figura 4. Fotografies realitzades amb un mòbil a 5, 4, 3, 2, i 1m de la figura dels dos punts.

3. Què hem de saber de l'objecte que volem fotografiar abans de la sessió RTI?: Treballem amb el programa Stellarium.

La primera sessió amb el telescopi de 0,4m de Haleakala Hawaii ens obliga a estudiar prèviament el significat del Temps Universal (UT), les coordenades geogràfiques, les coordenades celestes (tant azimuthals com equatorials), el camp i la resolució de l'equip. És una jornada dura, però ens evitarà cometre errors "bàsics".

L'estudi del cel nocturn de Haleakala a les 20.00 (hora local o LT) del dia 30 de setembre de 2021 en aporta les següents dades:

- la polar està a 20° aproximadament d'altura, la meitat que Alcarràs (41°): efecte de la latitud.
- les constel·lacions que es poden observar a Haleakala són quasi les mateixes que podem observar a Alcarràs, encara que a diferent hora en UT: efecte d'estar en diferent longitud.



Figura 5: Posició de l'estrella Polar a Alcarràs (30 de setembre a les 20.00 LT)

- la posició de la lluna (2a observació) és important, doncs la proximitat enlluerna el cel i pot afectar el nivell del fons de les imatges.



Figura 6: Posició de l'estrella Polar a Haleakala (30 de setembre a les 20.00 LT)

I així arriba el gran dia, 4 d'octubre de 2021. Tenim un “slot” entre les 15:00 i les 15:30 UT amb el 0,40m de Haleakala (<https://lco.global/observatory/sites/haleakala>). Quins nervis!

Durant la sessió hem dedicat temps al cometa C29P Schawassmann-Wachmann, doncs ens han enviat una crida per col·laborar en el seu estudi. Sembla ser que va patir una explosió que va provocar un augment de magnitud, però encara es desconeix el motiu. En les següents sessions RTI s'han treballat els conceptes de FOV i resolució (41OriC, cúmulo obert del Trapecí, B33) i la tipologia de galàxies: NGC637, NGC772, HCG25, M82, NGC2207, NGC3077, NGC3226, HCG27, NGC2467 i NGC2936 (figures 7 a 11).

Per practicar tot l'après, abans de cada RTI es demana que cada alumna faci una proposta d'observació (figura 12). Els dos millors treballs portaran el control de l'observació sota la supervisió del professor. A més, el treball sobre el FOV i la resolució de l'equip ha donat el seu fruit i tots els objectes preparats es podran fotografiar: NGC3077, M82, NGC3226-3227, NGC2207-IC2163, B33 i HCG25.



Figura 7. Primera sessió RTI a l'Institut d'Alcarràs.

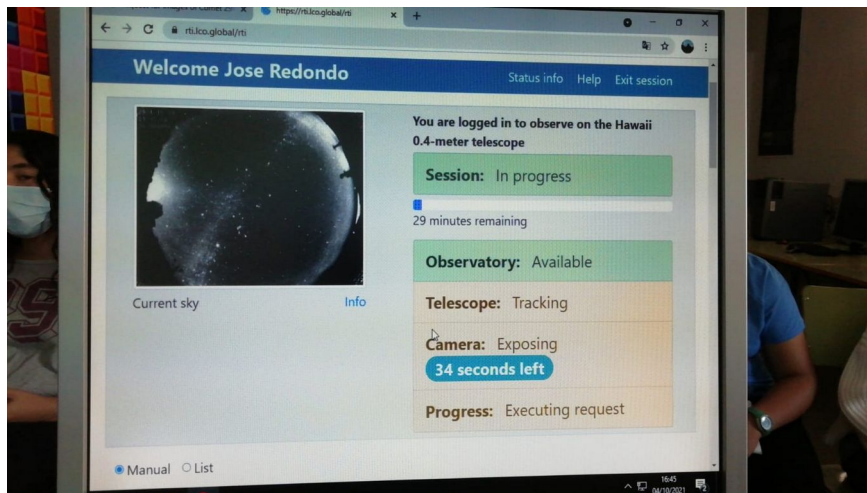


Figura 8. Pantalla de treball de la sessió RTI.



Figura 9. Segona sessió RTI. A la pantalla de l'ordinador es pot veure el control RTI i la nebulosa B33 (Cap de cavall).

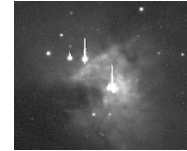


Figura 10. Imatge de la Nebulosa M42 i cúmul obert del Trapecí. Imatge de l'esquerra realitzada en el canal roig amb el telescopi de 2m de Haleakala. La imatge de la dreta amb el telescopi 0,2m de l'observatori de l'Institut d'Alcarràs. Programari utilitzat en les figures 9 i 10: SAOImageDS9 i Gimp10.0.

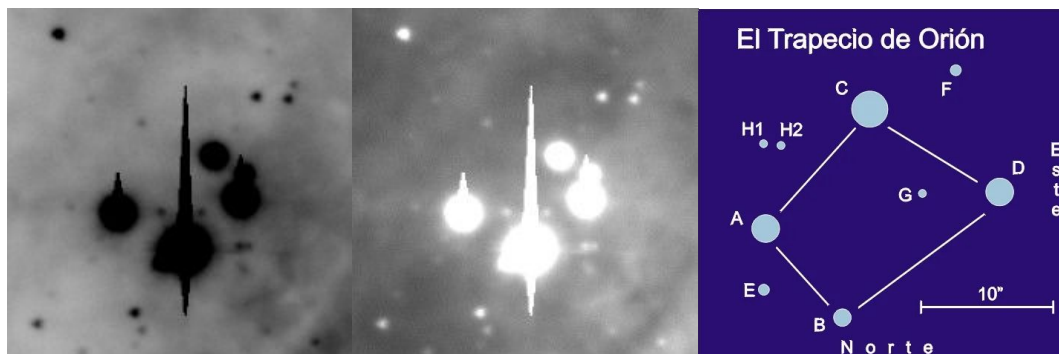


Figura 11. Resolució del cúmul del Trapecí en les 9 estrelles que el formen. Telescopi de 2m de Haleakala (filtre vermell).

galàxies

ESPIRALS:

- NGC 2985 $\rightarrow$ 9h 50m 22,82s / +72° 16' 25,0" N
 $\uparrow (+33^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 02' 54,00'' \times +0^\circ 02' 22,68''$
- NGC 2523 $\rightarrow$ 8h 15m 02,63s / +73° 34' 28,6" N
 $\uparrow (+36^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 02' 58,02'' \times +0^\circ 01' 00,54''$

IRREGULARS:

- NGC 1569 $\rightarrow$ 4h 30m 52,39s / +64° 50' 53,4" N
 $\uparrow (+38^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 03' 22,38'' \times +0^\circ 01' 33,12''$
- NGC 3077 $\rightarrow$ 10h 03m 19,4s / +68° 43' 44,6" N
 $\uparrow (+36^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 02' 58,02'' \times +0^\circ 02' 22,38''$

EL·LÍPTIQUES:

- NGC 3377 $\rightarrow$ 10h 47m 42,25s / +13° 59' 06,9" E
 $\uparrow (+42^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 02' 57,00'' \times +0^\circ 01' 42,66''$
- NGC 3412 $\rightarrow$ 10h 50m 53,15s / +13° 24' 42,6" E
 $\uparrow (+39^\circ)$ Tamañó $\rightarrow +0^\circ 02' 33,60'' \times +0^\circ 01' 26,04''$

Figura 12. Proposta d'observació d'Iona per la sessió RTI del dia 25 de novembre de 2021.