

# Galàxies

## Relació entre el bulb i el seu halo

Planter 030



# Índex

• Introducció	Pàgina 3
• Objectius i hipòtesis	Pàgina 4
• Metodologia i variables	Pàgina 5
• Dades	Pàgina 7
• Anàlisi i càlculs	Pàgina 9
• Conclusions	Pàgina 12
• Altres	Pàgina 13

## Introducció

Al llarg d'aquest curs, el professor de matemàtiques ens va dir que havíem de fer un treball on l'estadística tingués un paper important.

Més endavant, vam començar a mirar imatges i a buscar fotografies en una pàgina en línia on també es podien fer observacions amb telescopis de tot el món.

Les primeres imatges que vam observar i les explicacions que ens va fer sobre galàxies ens van motivar a buscar el nostre treball sobre aquests objectes immensos de l'univers.

Així doncs, en la següent memòria podrem veure com existeix una relació entre la dimensió del nucli d'una galàxia en forma d'espiral (anomenada bulb) i la seva perifèria (anomenada halo).

Aquesta relació que s'ha trobat no és funcional i està lligada amb moltes variables que no es poden controlar (si més no pels nostres mitjans), i per aquest motiu hem hagut de fer ús d'eines estadístiques.

Aprofitem aquest primer punt per agrair al projecte «*Faulkes telescope*» (<https://www.faulkes.com/ Faulkes-telescope-project> ) i «*Las Cumbres Observatory*» (<https://observe.lco.global/create/> ) el repositori públic d'imatges astronòmiques que hem fet servir per aquest treball.

## Objectius i hipòtesis

### Definicions prèvies:

- **Galàxia:** Concentració d'estrelles, sistemes estel·lars, pols i gas de l'univers. Contenen des de milers a milers de bilions d'estrelles.
- **Galàxia espiral:** Les galàxies espirals consisteixen en un disc galàctic giratori pla que conté estrelles, gas i pols, i una concentració central d'estrelles conegudes com a protuberàncies. Aquestes estan envoltades per un halo molt més feble d'estrelles, moltes de les quals resideixen en els cúmuls globulars.
- **Bulb d'una galàxia espiral:** La major part de les estrelles en una galàxia espiral es troba ben a prop d'un sol pla (el pla galàctic), en més o menys òrbites circulars convencionals al voltant del centre de la galàxia (el centre galàctic) anomenat bulb galàctic.
- **Halo d'una galàxia espiral:** La regió d'estrelles, gas i pols lligat per la gravetat de la galàxia s'anomena halo. Normalment té forma circular o esferoïdal.

### Objectius i hipòtesis:

Com a objectiu principal hi ha en demostrar que existeix una relació quasi lineal entre el radi del bulb d'una galàxia en forma d'espiral i el radi del seu halo. És a dir, que com a hipòtesis hi ha aquesta relació: com més gran és el bulb d'una galàxia en espiral més gran és el radi del seu halo.

Observem que aquesta hipòtesi té sentit físic, doncs com més gran és un bulb més potència gravitatòria té per captar més estrelles, pols i gas del voltant.

Aquest treball es centra amb les galàxies en forma d'espiral perquè són les més regulars per poder trobar (sense eines complexes) els radis demanats (i també s'estima que són les més abundants: 70% aproximadament).

## Metodologia i variables

Per poder concloure amb resultats satisfactori es realitzarà el següent procés per captar dades:

S'han escollit cinc galàxies en forma d'espiral:



*Figura 3: Galàxia M43*



*Figura 1: Galàxia M74*



*Figura 2: Galàxia M104*



*Figura 4: Galàxia NGC1300*



*Figura 5: Galàxia NGC1325*



*Figura 6: Galàxia NGC4414*

S'observa que totes elles són en forma d'espiral, però hi ha molta varietat. Per exemples la M74 és l'exemple més clar d'espiral, i està molt ben encarada des del nostre planeta. La M43 sembla més un núvol de pols que un espiral, però conté la possibilitat d'obtenir radis de bulb i halo. I la galàxia M104, tot i no estar segurs que sigui espiral perquè només és veu el gruix del pla galàctic, és fàcil treure el radi del bulb i l'halo...

Aquesta heterogeneïtat de possibilitats alhora d'escollir galàxies en forma d'espiral és un dels punts d'aleatorietat que obliguen a l'ús de l'estadística en aquest treball.

Aquestes imatges s'han passat als grups cooperatius de la nostra classe (5 grups de 4 persones cada grup).

Cada grup haurà de pujar la fotografia al GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>) i calcular el radi del bulb i del halo; això és farà creant dues circumferències, una que envolti el bulb

i l'altra que envolti l'halo. El radi de la primera circumferència serà el radi del bulb, el de la segona serà el radi del halo.

S'observa que aquest mètode d'obtenir els radis és aleatòria també, doncs amb les mateixes imatges segurament grups diferents prendran mesures semblants però no igual (ja sigui perquè l'halo està difús al final i hi haurà més o menys píxels per agafar, perquè un grup farà més augments que un altre a la imatge inicial...). Aquesta segona observació consolida més la idoneïtat de fer ús de l'estadística en aquest treball.

Les dades de radi intern i extern s'anotaran en un full de càlcul compartit amb tota la classe que tindrà les següents columnes:

- Grup: serà un número natural del 1 al 5 i representa el número de grup cooperatiu de classe amb l'ordre que ens van donar a matemàtiques.
- Galàxies: serà el nom de la galàxia que es mesura (M104, M43, M74, NGC1300, NGC1325 o NGC4414).
- Radi bulb: serà el radi de la circumferència interna.
- Radi Halo: serà el radi de la circumferència externa.
- Proporció: serà una columna auto-calculable:  $\frac{RadiBulb}{RadiHalo}$

<b>Grup</b>	<b>Galàxies</b>	<b>Radi Bulb</b>	<b>Radi Halo</b>	<b>Proporció</b>
-------------	-----------------	------------------	------------------	------------------

Les mesures es faran en una hora de classe de matemàtiques. Un cop obtingudes es procedirà als càlculs estadístics.

# Dades

Exemples de presa de dades:

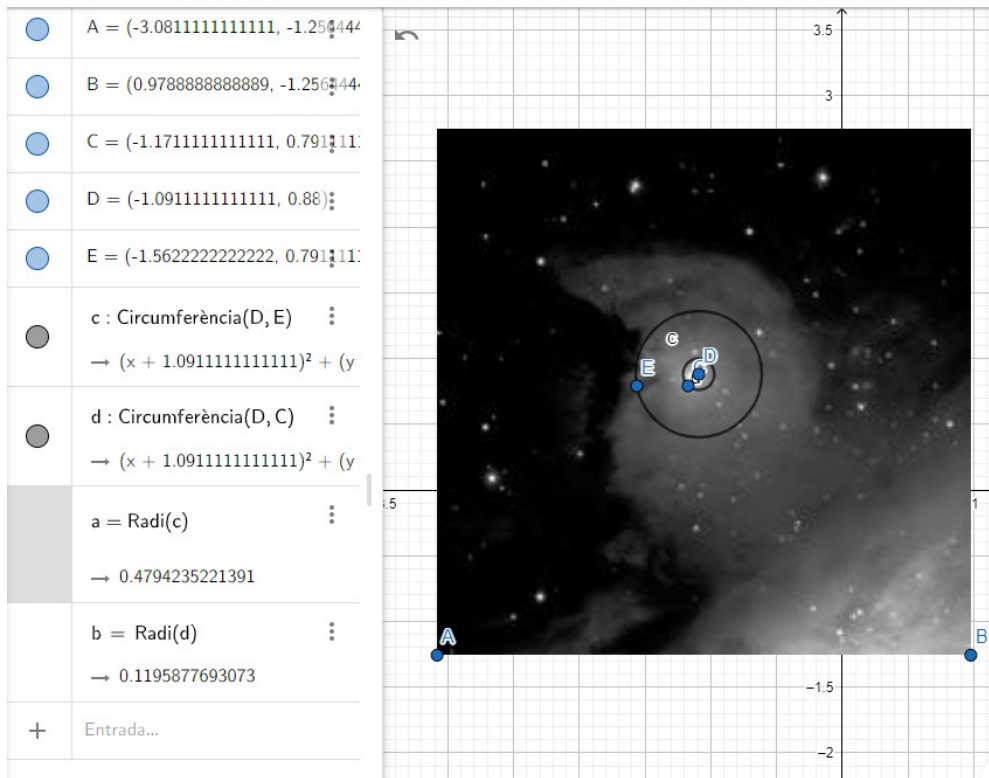


Figura 7: Presa de dades de la M43 - Grup CAAC 1

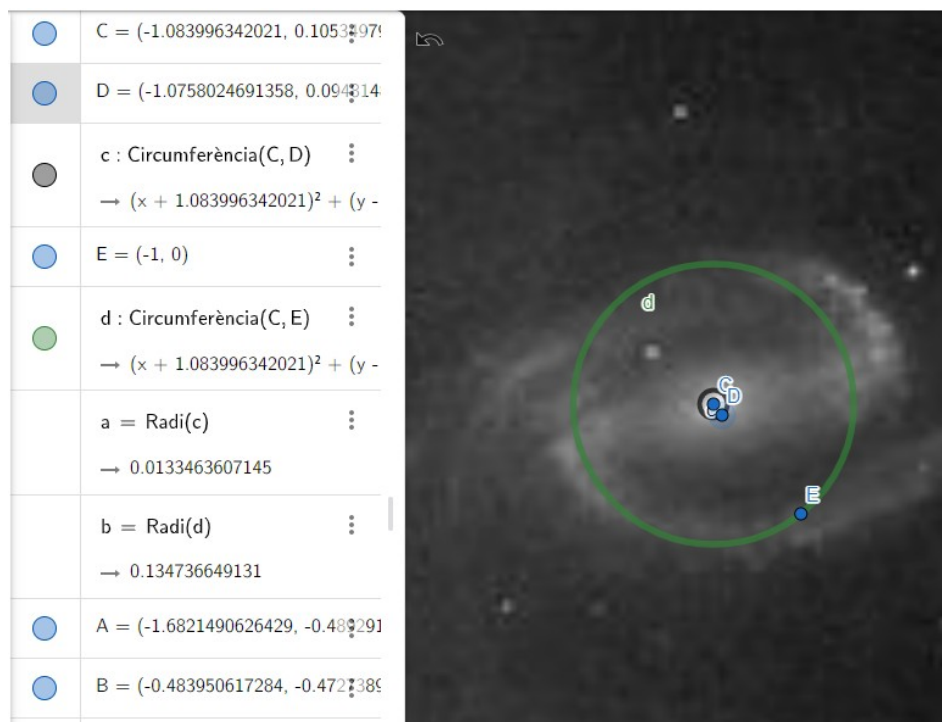


Figura 8: Presa de dades de la NGC1325 - Grup CAAC 2

Podeu observar les dades, descarregar-les o fer-les servir en el següent enllaç o en la següent taula:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e1LriwOqFEeEBSxOE8ittUy6\\_LluwjUQ-gRSVb945iA/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e1LriwOqFEeEBSxOE8ittUy6_LluwjUQ-gRSVb945iA/edit?usp=sharing)

<b>Grup</b>	<b>Galàxies</b>	<b>Radi Bulb</b>	<b>Radi Halo</b>	<b>Proporció</b>
1	M104	0,029263831700	0,493411379400	16,86
1	M43	0,119587769300	0,479423522100	4,01
1	M74	0,094814814800	0,600393103900	6,33
1	NGC1300	0,017829336200	0,164144794600	9,21
1	NGC1325	0,029075940000	0,081132093300	2,79
1	NGC4414	0,033478642000	0,134736649100	4,02
2	M104	0,003701614400	0,056052270500	15,14
2	M43	0,020442833900	0,207782272700	10,16
2	M74	0,016636687800	0,199080107200	11,97
2	NGC1300	0,013346360700	0,134736649100	10,10
2	NGC1325	0,004993835600	0,084012690600	16,82
2	NGC4414	0,017735427200	0,462123716000	26,06
3	M104	0,024333831700	0,492567379400	20,24
3	M43	0,124207769300	0,488123522100	3,93
3	M74	0,101994814800	0,609193103900	5,97
3	NGC1300	0,021949336200	0,247044794600	11,26
3	NGC1325	0,036397940000	0,084802093300	2,33
3	NGC4414	0,033232942000	0,134693088100	4,05
4	M104	0,003673429400	0,056090470500	15,27
4	M43	0,027122833900	0,299282272700	11,03
4	M74	0,018716687800	0,282180107200	15,08
4	NGC1300	0,017866360700	0,217636649100	12,18
4	NGC1325	0,014098835600	0,091942690600	6,52
4	NGC4414	0,744311762600	4,548758072200	6,11
5	M104	0,020573831700	0,493064379400	23,97
5	M43	0,124507769300	0,530823522100	4,26
5	M74	0,104164814800	0,696993103900	6,69
5	NGC1300	0,024409336200	0,335344794600	13,74
5	NGC1325	0,037126940000	0,127052093300	3,42
5	NGC4414	0,507199784300	6,160406435500	12,15

Podeu descarregar-vos les imatges de presa de dades i les imatges inicials en el següent enllaç:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yJgLLahuAuxU924egiGEyjWEvouAD2DP?usp=sharing>



## Anàlisi i càlculs

Inicialment s'ha calculat les dades de centralització i dispersió de les proporcions entre el radi del bulb i el del halo per galàxies i després per grups:

	M104	M43	M74	NGC1300	NGC1325	NGC4414
Mitjana	18,2961	6,6801	9,2078	11,2954	6,3774	10,4783
Desviació	3,7781	3,5929	4,0962	1,7719	6,0647	9,3202

Taula 1: mitjana i desviació de proporció per galàxies

S'observa una desviació baixa entre les mesures preses per cada galàxia (independentment de cada grup).

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Mitjana	7,2039	15,0414	7,9638	11,0323	10,7044
Desviació	5,2502	6,0370	6,7655	4,0048	7,7171

Taula 2: mitjana i desviació de proporció per grups

El grup que ha aconseguit una major dispersió és el grup 5 (7,71), el menor el grup 4 (5,2). Així doncs, les dades del grup 4 afavoreixen més a la conclusió d'una proporcionalitat entre radi del bulb i radi del halo que no pas la del grup 5.

Ara s'ha fet una taula amb dues columnes per fer una gràfica de dispersió i calcular el coeficient de Pearson. De cada galàxia s'ha posat la mitjana de les dades adquirides tant del bulb com de l'halo.

	Bulb	Halo
<b>M104</b>	0,05811	0,36370
<b>M43</b>	0,01752	0,14648
<b>M74</b>	0,05465	0,42720
<b>NGC1300</b>	0,02448	0,16438
<b>NGC1325</b>	0,16311	1,12672
<b>NGC4414</b>	0,15948	1,57012

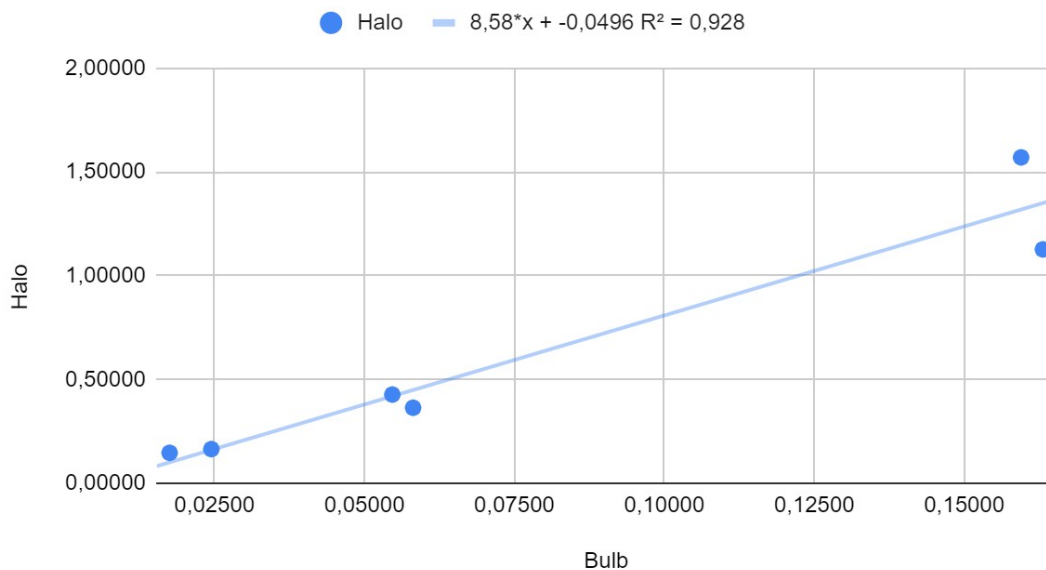
**Pearson**  
**0,96316**

Taula 3: mitjanes dels valors de bulb i halo de cada galàxia i coeficient de Pearson

S'observa un coeficient de Pearson molt alt i proper a 1, indicant una relació lineal (com més gran és el bulb més gran és el halo).

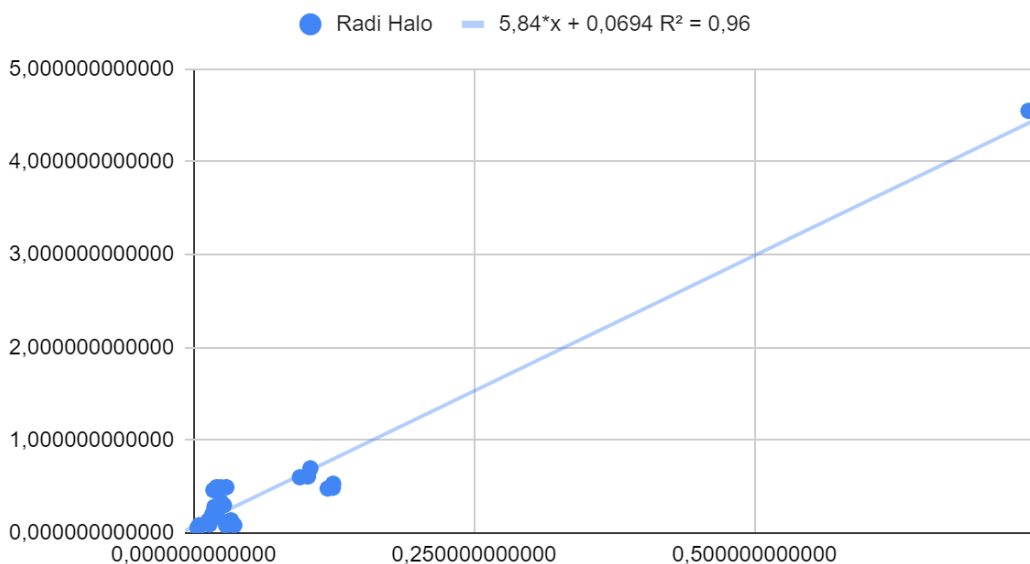
La gràfica relacionada amb aquesta taula, amb la recta de regressió, és:

### Halo i Bulb



S'ha realitzat la mateixa gràfica però amb tots els valors d'halo i bulb (no amb la mitjana).

### Radi Bulb i Radi Halo de tots els valors



El coeficient de Pearson és 0,97; torna a ser molt proper a 1 dient-nos que existeix una relació lineal entre el nucli i la perifèria. No obstant això, a la gràfica s'observa un punt molt distant i això indica que s'hauria de valorar l'escala en que s'han fet les dades.

Finalment, s'ha realitzat una taula de les proporcions resultats (la divisió entre el radi del halo i el radi del bulb) de mesures estadístiques de centralització i dispersió:

	<b>Proporció R_Halo / R_Bulb</b>
<b>Mitjana</b>	10,389
<b>Desviació</b>	6,314
<b>Mediana</b>	10,13
<b>Rang</b>	23,73

Taula 4: valors centralització i dispersió de la proporcionalitat Halo i Bulb

Observem que la mitjana i la mediana són molt semblants. La desviació és una mica alta pel que fa al valor de la mitjana, i el rang és molt obert (23 unitats en front a que la mediana està al 10). Això ens indica (recolzant-nos amb el coeficient de Pearson anterior) que si existeix una relació proporcional entre el radi del bulb i el radi de l'halo és de 10 unitats (l'halo és 10 cops major que el bulb).

## Conclusions

Després d'estudiar les dades obtingudes veiem que hi ha molta dispersió entre les dades, alguns companys per intentar afinar més el radi del bulb han fet un zoom molt gran a les imatges, i això causa una dispersió de les dades (taula 1, 2 i 4).

No obstant aquesta dispersió, la taula 3 ens indica amb el coeficient de Perason que pot haver-hi una relació directa (com més gran un, més gran l'altre).

Així doncs, l'objectiu amb la hipòtesis de que hi havia una relació quasi lineal entre el radi del bulb i el seu halo no es pot assegurar que existeixi per la dispersió de les dades; però que si existeix, aquesta és de magnitud de 10 unitats; és a dir, que l'halo és 10 cops major que el bulb (taula 4).

## Observació

Gràcies al projecte Faulkes podem descarregar-nos més imatges i amb més bona resolució i qualitat. Creiem interessant (pel curs vinent) realitzar el mateix estudi però convertint primer de tot totes les imatges amb resolució alta; després, buscar les mesures aparents de les galàxies i així aconseguir proporcions de les dades sempre iguals; finalment, hem pensat aconseguir els radis amb alguna mena de lector de colors (alguna cosa més automàtica i no tant subjectiva com l'ull humà). El curs vinent hem de fer programació amb Arduino, i sabem que tenen lectors de color, pot ser això tindrà utilitat pel que volem fer.

## Altres

Enllaços utilitzats:

- [https://www.google.com/url?q=https://www.faulkes-telescope.com/&sa=D&source=editors&ust=1643792881280012&usg=AOvVaw2q3c6b1dZdN7\\_iE07Rid5j](https://www.google.com/url?q=https://www.faulkes-telescope.com/&sa=D&source=editors&ust=1643792881280012&usg=AOvVaw2q3c6b1dZdN7_iE07Rid5j)
- <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/66690>

Enllaç i codi QR on poder descarregar-se el treball i les dades:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e1LriwOqFEeEBSxOE8ittUy6\\_LluwjUQ-gRSVb945iA/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e1LriwOqFEeEBSxOE8ittUy6_LluwjUQ-gRSVb945iA/edit?usp=sharing)

