



MARÍA MIMBRERA CAPÒ

# The Hubble tuning fork

**INSTITUT GUINDÀVOLS**  
**PRIMER DE BATXILLERAT**

ANICET COSIALLS  
*Reptes de Física*

# ÍNDEX:

- 1. Introducció**
  - 1.1. Abstract
  - 1.2. Introducció General
  
- 2. Objectius**
  
- 3. Marc teòric**
  - 3.1. L'astrònom Edwin Hubble
    - 3.1.1. Seqüència de Hubble
  - 3.2. *Las Cumbres Observatory*
  
- 4. Part pràctica**
  - 4.1. Utilitatge
  - 4.2. Tècnica de preparació
  - 4.3. Resultats obtinguts
  - 4.4. Diagrama
  
- 5. Conclusions + Valoració personal del treball**
  
- 6. Bibliografia**
  
- 7. Annex**

# 1. INTRODUCCIÓ

## ABSTRACT:

In this work what we want to carry out is an infographic with all the galaxies that we are going to name in the theoretical framework, to be able to do this we will first choose the type of galaxy that we want to represent, that is, first we look at the type E0, then in a list already provided, or simply searching it by google we can know different examples of galaxies of that type, then what we will do will be to go to the web page, which we are also going to talk about it in the theoretical framework, LCObservatory and look for the galaxy that we want to put in our infographic, look for an image that represents it and that if we look at google the type of galaxy, they are very similar, because it must represent it, because we want to recreate the sequence and, therefore, it must be a very clear image and that its appearance is very similar to the description of the type of galaxy.

Also, in order to provide more information what we will do will be, looking for it on the internet, certain information of this galaxy, such as its magnitude, its dimension, and what is more important a small description of it, because this way we know how it is visually, that is, how we can see it.

## INTRODUCCIÓ GENERAL:

Fa només un segle, els astrònoms creien que tot l'univers era dins del nostre, la Via Làctia. A la dècada de 1910 i principis de la de 1920 hi havia molts debats sobre l'existència de les anomenades "nebuloses espirals" (espirals de llum difusa), el que és o no és part de la Via Làctia vista a les estrelles.

Edwin Hubble i Milton Humason van descobrir cadascuna d'aquestes nebuloses espirals són en realitat un enorme sistema estel·lar anomenat "galàxia". Hubble i Hewson van aconseguir mesurar la distància a algunes d'aquestes galàxies, demostrant que l'univers és molt més gran del que es pensava anteriorment, i la Via Làctia és només, una.

El 1929, Edwin Hubble va proposar una classificació basada en l'aparença de les galàxies basant-se en el seu aspecte. Els seus sistemes es divideixen en tres categories bàsiques: espiral, el·líptica i irregular. Les galàxies el·líptiques i les galàxies espirals es classifiquen en diferents tipus.

La classificació sol representar-se gràficament en un diagrama anomenat "Edwin Hubble tuning fork".

En aquest treball el que farem serà refer el diagrama de Hubble amb les nostres pròpies fotografies extretes de l'observatori de Les Cumbres.

## 2. OBJECTIUS

- Conèixer una mica més de l'astrònom demostrador de l'expansió de l'univers en el 1929.
- Donar a conèixer la xarxa de telescopis robotitzats de l'observatori de Les Cumbres, com un recurs educatiu per a l'adquisició de fotografies astronòmiques d'objectes celestes.
- Conèixer la classificació de les galàxies segons Edwin Hubble, poder diferenciar-les i saber perquè estan classificades de tal manera.
- Fer un diagrama com el que va dissenyar Edwin Hubble, amb les fotografies obtingudes gràcies a la pàgina web Les Cumbres Observatory.
- Poder respondre al final del treball (annex) les següents preguntes:
  - Les galàxies s'ordenen en categories començant per E o S en el diagrama. Què creus que representen aquestes majúscules? Pista: Quina diferència hi ha entre les formes de les galàxies de l'esquerra i les de la dreta?
  - Les galàxies de l'extrem esquerre oscil·len entre E0-E1-E2-E3-E4-E5, encara que només es mostren E0 i E5. Què creus que indiquen els números?
  - Es pot descriure la forma de la galàxia S0 amb paraules? Què el fa diferent de les E?
  - Quina diferència hi ha entre les bifurcacions superior i inferior del diagrama? I què tenen en comú?
  - Què suposes que significa la "B" a la forquilla inferior? Pista: És una altra abreviatura d'una característica que aquestes galàxies tenen cadascuna en comú.
  - Què passa amb les lletres minúscules a, b, c? Es pot descriure amb paraules quina progressió de forma han de representar aquestes lletres?

# 3. MARC TEÒRIC

## 3.1. L'ASTRÒNOM EDWIN HUBBLE

**(Edwin Powell Hubble; *Marshfield*, Estats Units, 1889 - San Marino, id., 1956)** Astrònom nord-americà. Encara que es va graduar en dret per la Universitat d'Oxford, després de només un any com a advocat va abandonar la pràctica legal i va ingressar a la Universitat de Chicago per estudiar astronomia, disciplina en què es va doctorar el 1917.



Finalitzada la Primera Guerra Mundial, va entrar a treballar a l'observatori de la Muntanya Wilson, a Califòrnia. Entre 1922 i 1924, d'acord amb un consciencios estudi de cert tipus d'estrelles anomenades cefeides, va establir l'existència de nebuloses situades fora de la Via Làctia.

Aquests cossos celestes constituïrien, segons Hubble, galàxies en si mateixes, tesi que immediatament va canviar la noció vigent sobre les autèntiques dimensions del cosmos i va obrir el camí a l'exploració extragalàctica (és a dir, més enllà de la Via Làctica). Seguidament, va afrontar la tasca (1926) de la seva classificació en funció de la seva forma, classificació que continua vigent actualment.

- L'estudi detallat de la seva estructura li va permetre fer una altra troballa fonamental, és a dir, que les nebuloses extragalàctiques s'allunyen de la Via Làctia i que ho fan a més velocitat com més se'n troben. Les implicacions del descobriment aviat van resultar evidents: l'univers, durant molt de temps considerat estàtic, en realitat estava en expansió.
- El 1929 Edwin Hubble va determinar l'existència d'una relació constant entre distància i velocitat de separació de les galàxies, constant que des de llavors porta el seu nom. Per mesurar aquesta velocitat, Hubble es va basar en el desplaçament cap a la regió infraroja de les línies espectrals de la radiació emesa, fenomen que es va anomenar «corrent cap al vermell», i que va permetre avaluacions posteriors de l'edat de l'univers que la van situar en uns 15.000 milions d'anys. El 1961 es va publicar pòstumament *l'Atlas Hubble* de les galàxies, fruit dels seus més de trenta anys d'observacions.

<sup>1</sup> Fotografia de l'astrònom - extreta de la [wikipedia](#)

### 3.1.1. SEQÜÈNCIA DE HUBBLE

La seqüència de Hubble és una classificació de tipus de galàxies desenvolupada per Edwin Hubble el 1926. També se la coneix com a diagrama diapasó a conseqüència de la forma de la seva representació gràfica.

Els tipus de galàxies es divideixen com segueix:

- **Galàxies el·líptiques (E0-7):** tenen forma el·líptica, amb una distribució força uniforme de les estrelles per tot arreu. El nombre indica el grau d'excentricitat: les galàxies E0 són gairebé esfèriques, mentre que E7 són molt aplanades. El número indica només l'aparença de la galàxia al cel, no la seva geometria real.
- **Galàxies lenticulars (S0):** semblen tenir una estructura de disc amb una concentració d'estrelles central projectant-se'n. No mostren cap estructura espiral.
- **Galàxies espirals (Sa-c):** tenen una concentració d'estrelles centrals i un disc aïllat que presenta braços espirals. Els braços estan centrats al voltant de la protuberància, variant dels molt arremolinats i poc definits (Sa) als molt solts i definits (Sc i Sd). Així mateix, mentre que a les primeres la concentració central és molt pronunciada, en aquests últims ho és força menys, i -excepte excepcions- la quantitat d'estrelles joves i la proporció de gas van augmentant al llarg de la seqüència.
- **Galàxies espirals barrades (SB0/a-c):** tenen una estructura en espiral, similar a les galàxies espirals però els braços es projecten des del final d'una "barra" central en lloc d'emanar d'una concentració central, com cintes als extrems d'una batuta . De nou, SBa a SBc indica com d'arremolinats hi ha aquests braços i el grau de desenvolupament de la concentració central i -de nou, excepte excepcions- en anar progressant en la seqüència, la quantitat de gas i estrelles joves va augmentant.

\*Hi ha més galàxies com les galàxies espirals intermèdies o irregulars, però en aquest treball només farem les anomenades anteriorment, o les que surten a la fotografia principal

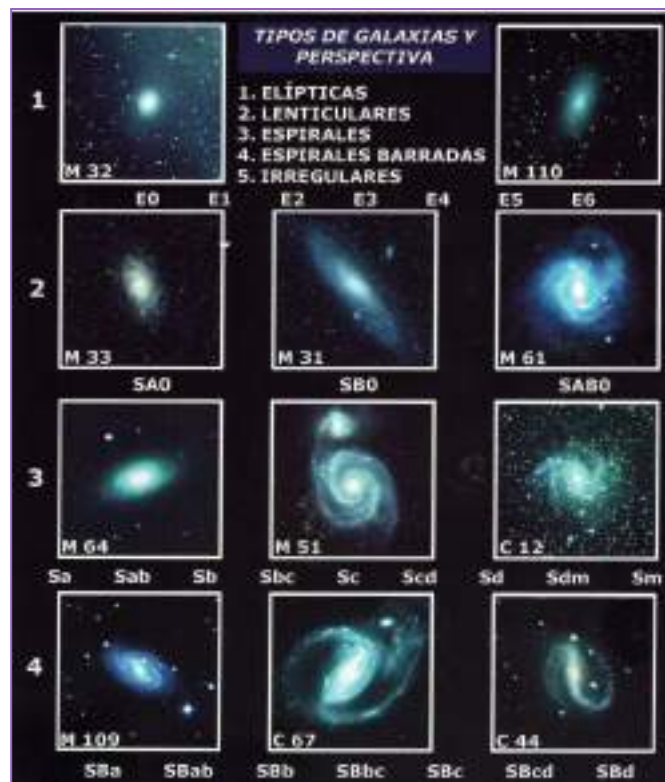


Nosaltres farem les galàxies següents:



Hubble va basar la classificació en fotografies de les galàxies fetes amb telescopis de l'època. Al principi va creure que les galàxies el·líptiques eren una forma inicial, que posteriorment evolucionava a espirals; el nostre coneixement actual suggereix que la situació és més o menys oposada, no obstant aquesta creença va deixar la seva empremta a l'argot dels astrònoms que encara parlin de "tipus primitiu" o "tipus avançat" de galàxies d'acord si la galàxia apareix a l'esquerra o dreta del diagrama.

Una fotografia on es veuen les galàxies de manera més visual per poder entendre el que hem explicat abans: <sup>3</sup>



<sup>2</sup> Fotografia galàxies segons Hubble - extreta de la [wikipedia](#)

<sup>3</sup> Fotografia galàxies més visual

### 3.2. LAS CUMBRES OBSERVATORY

<https://lco.global/>



4

La xarxa mundial de telescopis de l'Observatori de Les Cimeres va ser fundada el 2005 pel tecnòleg Wayne Rosing. L'observatori de Les Cumbres és un institut científic sense ànim de lucre la missió del qual és promoure la ciència i l'educació. LCO va adquirir inicialment els dos telescopis Faulkes de dos metres: Faulkes Telescope North, i Faulkes Telescope South. També va comprar l'empresa que va construir els telescopis Faulkes, Telescope Technologies Limited de Liverpool, amb la intenció d'instal·lar telescopis addicionals de 2 metres a diferents llocs per formar una xarxa operada robòticament. Rosing i el personal de LCO van arribar a la conclusió que una xarxa composta per molts telescopis més petits proporcionaria més capacitat d'observació. L'LCO va dissenyar els seus propis telescopis d'un metre i 40 cm per distribuir-los en diversos emplaçaments.

Algunes característiques de l'LCO:

- **Dissenyat especialment per observar fenòmens astronòmics transitoris.**
- **Té una distribució mundial de telescopis.**
- **Programació dinàmica de les observacions:** Al cor de les operacions de l'LCO hi ha una sorprenent peça d'intel·ligència artificial anomenada programador. El programador de LCO, que funciona sense intervenció humana, rep les sol·licituds d'observació de científics i observadors del sector educatiu, analitza les sol·licituds dels altres telescopis i les condicions de cadascun d'ells, dirigeix els telescopis individuals perquè facin les observacions desitjades i recopila els resultats. Els científics poden sol·licitar observacions en qualsevol moment, ja que el programador actualitza el pla de tota la xarxa cada 5 minuts aproximadament.
- **Instrumentació uniforme a tota la xarxa:** Els instruments duplicats augmenten la probabilitat d'adquirir una observació i també permeten observar esdeveniments simultàniament des de diversos telescopis.

---

<sup>4</sup> Fotografia del logo - extreta de la [wikipedia](https://lco.global/)



- **Operacions totalment robotitzades:** La xarxa funciona les 24 hores del dia. Les observacions de calibratge es fan durant el dia i les observacions científiques, a la nit.
  - **Lliurament ràpid de dades:** Al cap de pocs minuts de tancar-se l'obturador de la càmera del telescopi, les dades científiques es calibren i s'envien a l'arxiu científic perquè les recuperin els científics.
- En aquesta imatge es pot veure on tenen els telescopis més importants:



5

Nosaltres farem servir aquesta pàgina web per poder buscar totes les fotografies de les galàxies.

---

<sup>5</sup> Imatge del món amb diferents llocs marcats - extreta de [LCObservatory](http://LCObservatory)

# 4. PART PRÀCTICA

## 4.1. Utilatge

### 1. Ordenador

**Amb les pàgines webs següents obertes:**

- 1.1. LCObservatory
- 1.2. Llistat de galàxies que hi han
- 1.3. Documents de Google, per poder apuntar tota l'informació sobre la galàxia escollida.
- 1.4. Pàgina web d'on treurem les dades necessàries per poder completar la fitxa
- 1.5. Pàgina web on farem la fotografia (jo he triat canva, el link està també en la bibliografia)



## 4.2. Tècnica de preparació

- I. El que primer farem en aquest treball serà escriure en una taula els deu tipus de galàxies, que voldrem després representar. Aleshores mirarem el primer tipus, que serà E0, segons la seqüència de Hubble, i buscarem uns exemples, o si ens donen un llistat amb molts exemples de galàxies, com és el meu cas, els escriurem tots sobre el primer tipus triat. En acabat, anirem a la pàgina web l'observatori de Les Cumbres i farem els següents passos per poder anar al lloc que nosaltres volem:
  1. Mirarem a dalt i veurem que hi ha diferents opcions, que ens portaran a diferents pestanyes, nosaltres triarem la de la dreta, que diu *For Observers*, si posem el ratolí a sobre, se'ns obriran diferents opcions i nosaltres seleccionarem la que diu *Observing Portal*:



<sup>6</sup> Lloc on hem d'anar per poder buscar les fotografies

Quan cliquem se'ns dirigirà a una nova pàgina, on primerament ens parlarà de què és l'*Observing Portal*, també ens demanarà de crear-nos una conta o si ja en tenim una, posar-nos en ella. Això no és necessari perquè el que farem nosaltres és totalment gratuït i no fa falta registrar-se.

Aleshores baixarem una mica am el ratolí i veurem el següent:

| Submitted Observation Requests                     |                                | Filter List                             |   |   |   |
|--|--------------------------------|---|---|---|---|
| User Info  | Status Info                    | #Requests / Pending / Failed / Complete |   |   |   |
| daily arcs (Thorium Argon)<br>eng<br>calibrate     | PENDING<br>2023-01-31 18:15:22 | 1                                       | 1 | 0 | 0 |
| daily flats (Tungsten Halogen)<br>eng<br>calibrate | PENDING<br>2023-01-31 18:15:22 | 1                                       | 1 | 0 | 0 |

7

- Ara anirem a la pestanya que diu *Filter List*, i clicarem a l'opció que s'anomena Target Name Contains. Aquí serà el lloc on posarem la nostra galàxia seleccionada per representar el tipus de galàxia E0. **Per exemple**, jo poso la galàxia *Messier 87* (M87), i ens sortirà això:

| Submitted Observation Requests                 |                                       | Filter List                             |   |   |   |
|--|---------------------------------------|---|---|---|---|
| User Info                                      | Status Info                           | #Requests / Pending / Failed / Complete |   |   |   |
| Anvr<br>phasan<br>LC0EPO2021B-002              | COMPLETED<br>2022-12-22 04:10:55      | 1                                       | 0 | 0 | 1 |
| auto_M87_20221215<br>egomez<br>LC0EPO2014B-010 | WINDOW_EXPIRED<br>2022-12-22 00:00:11 | 1                                       | 0 | 1 | 0 |
| auto_M87_20221209<br>egomez<br>LC0EPO2014B-010 | COMPLETED<br>2022-12-09 13:52:22      | 1                                       | 0 | 0 | 1 |
| auto_M87_20221202<br>egomez<br>LC0EPO2014B-010 | WINDOW_EXPIRED<br>2022-12-09 00:00:11 | 1                                       | 0 | 1 | 0 |

8

El que aquesta imatge vol dir és que la galàxia *Messier 87* si està demanada, per tant, tenim moltes fotografies d'ella. Tenim dues opcions, com es veu, les de color vermell que volen dir que ho han estat cancel·lades, o no s'han pogut fer, o les de color verd, que són les imatges si fetes amb la seva informació corresponent. D'aquestes imatges, hem de triar les que tenen color, perquè s'han de veure bé i quan són amb color porten una sèrie de filtres.

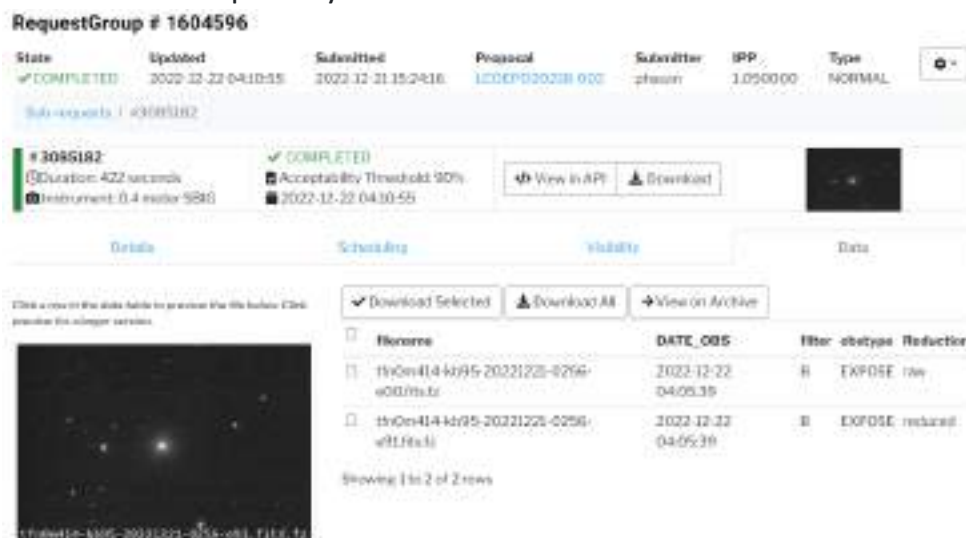
Una altra opció que ens pot passar és que no hi hagi cap imatge d'aquella galàxia, pel fet que ningú l'ha demanat en aquesta pàgina web, aleshores el professor o tutor ens demana la fotografia gràcies a l'accés que té, seguint alguns passos, al cap de tres o més dies, la fotografia serà enviada.

Una vegada sigui enviada seguirem els mateixos passos:

<sup>7</sup> Pestanya nova - pas dos

<sup>8</sup> Pestanya de *Messier 87*

- Si ara ens posem al primer usuari a qui li han fet la fotografia, anirem a una nova pestanya:



9

Aquesta fotografia podem veure que està feta sense cap color, aleshores nosaltres no la volem, per tant, passem al següent usuari fins que la fotografia ens surti en colors.

Jo he anat al següent usuari de color verd, i ja m'ha sortit la fotografia en color.

- Per a poder descarregar-la, si mirem en la fotografia anterior i també en la pàgina web, hi ha diferents opcions per poder veure diferents coses sobre la imatge i la galàxia escollida, nosaltres anirem a la que diu *Data*, aleshores ens tornarà ha sortit la fotografia, però aquesta vegada dirà *View color image*, nosaltres cliquem i se'ns obrirà en una pestanya nova amb la imatge, el que farem serà descarregar-la i guardar-la en el nostre ordinador o Drive.


Una vegada ja tenim això podem inserir-la primer de tot en la nostra infografia, on posarem la foto, la galàxia què és i el tipus, sigui en una plantilla triada, o feta des de zero.


I després a part, crear una petita graella o taula, amb les següents característiques: tipus, declinació, magnitud, mida angular, distància, i una petita descripció de com és. Quan ja hem fet el primer tipus, triarem el següent i actuarem de la mateixa manera, és a dir, que tornarem a seguir els mateixos passos que abans. La tornarem a posar a la infografia i tornarem a fer una petita taula amb la informació. I així amb tots els tipus.


<sup>9</sup> Primera opció, que no agafarem

### 4.3. Resultats obtinguts

cal anomenar que totes les fotografies estan fetes amb l'observatori de les Cumbres


|   |  |
|---|--|
| Tipus: E0   | Galàxia NGC 1379   |
|  | NGC 1379 és una galàxia el·líptica de baixa lluminositat a la constel·lació meridional de Fornax, està situat al sud de l'equador celeste i, com a tal, és més fàcilment visible des de l'hemisferi sud. |
| Declinació: $-35^{\circ} 26'$ (graus:minuts)                                      | Tamany angular: $2.6' \times 2.5'$ (min/arco)  |
| Magnitud: 10.9  | Distància: 60 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: Fornax   | Ascensió recta: 03h 36.38m (hores:minuts)  |


|  |  |
|--|--|
| Tipus: E3  | Galàxia NGC 221, també anomenada La galàxia el·líptica M32   |
|  | M32, com les galàxies el·líptiques típiques, està formada majoritàriament per estrelles velles, de les quals només han sobreviscut les de menor massa, intrínsecament més tènues. Com és habitual en poblacions tan antigues, les estrelles més massives, presumiblement, han acabat fa molt temps amb les seves vides actives de combustió nuclear: ara són nanes blanques o estrelles de neutrons. Entre les estrelles de M32, s'han trobat algunes nebuloses planetàries. |
| Declinació: $+40^{\circ} 52'$ (graus:minuts)                                       | Tamany angular: $8 \times 6$ (min/arco)  |
| Magnitud: 8,1  | Distància: 2,56 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: Andròmeda   | Ascensió recta: 00h 42.7m (hores:minuts)   |


|  |   |
|--|---|
| Tipus: E5  | Galàxia NGC 4621, també anomenada La Galàxia el·líptica M59   |
|  | <p>Messier 59 està situat a prop de l'equador celeste i, com a tal, és almenys parcialment visible des dels dos hemisferis en determinades èpoques de l'any.</p> <p>Té al seu centre un forat negre supermassiu, si és el cas de 270 milions de masses solars.</p> <p>És també molt rica en cúmuls globulars, amb una població que s'estima al voltant de 2200.</p> |
| Declinació: +11° 39' (graus:minuts)  | Tamany angular: 5,0 × 3,5 (min/arco)  |
| Magnitud: +9,6   | Distància: 60 milions d'anys llum   |
| Constel·lació: Virgo   | Ascensió recta: 12h 42,0m (hores:minuts)  |


|  |  |
|--|--|
| Tipus: E7  | Galàxia NGC 224, també anomenada La Galaxia de Andròmeda (M31)   |
|  | <p>Es troba a la constel·lació homònima d'Andròmeda i és l'objecte més llunyà que es pot observar a ull nu en bones condicions sense ajuts tècnics.</p> <p>Hi ha bandes fosques de pols, regions de formació estel·lar i més de 200, possiblement 500 cúmuls globulars a la regió exterior. Les seves estrelles individuals també es poden veure en àrees cada cop més grans. La galàxia té un forat negre massiu d'uns 100 milions de masses solars al centre, els braços espirals s'estenen des d'ella fins a una distància d'uns vuitanta mil anys llum, el seu halo s'estén al llarg d'un milió d'anys llum.</p> |
| Declinació: +41° 16' 09" (graus:minuts)  | Tamany angular: 178 × 63 (min/arco)  |
| Magnitud: 4,36   | Distància: 2,5 milions d'anys llum   |
| Constel·lació: Andromeda   | Ascensió recta: 00h 42m 44.3s (hores:minuts)   |





|  |   |
|--|---|
| Tipus: S0  | Galàxia NGC 5128, també anomenada <i>Centaurus A</i>  |
|  | <p>Aquesta galàxia està formada principalment per estrelles vermelles evolucionades. El disc polsegós, però, és el lloc de formacions estel·lars més recents.</p> <p>És la cinquena galàxia més brillant del cel, convertint-se així en un objectiu ideal per a l'astronomia amateur, encara que la galàxia només és visible des de l'hemisferi sud hi ha baixes latituds des de l'hemisferi boreal.</p> <p>És una ràdio galàxia amb un poderós forat negre supermassiu al seu centre</p> |
| Declinació: $-43^{\circ} 01' 09''$ (graus:minuts)                                | Tamany angular: $25'.7 \times 20'.0$ (min/arco)   |
| Magnitud: 7,8  | Distància: 14 milions d'anys llum   |
| Constel·lació: Centaurus   | Ascensió recta: 13h 25m 27.6s (hores:minuts)  |


|  |  |
|--|--|
| Tipus: Sa  | Galàxia NGC 5457, també anomenada la galàxia del molinet (Messier 101)   |
|  | <p>Dues vies principals de pols tallen el centre mateix. És la pols i no els arcs lluminosos el que defineix el patró espiral d'aquesta regió. Tota la lent interior de M101 està travessada per segments de braços de pols. Tot i que els segments, presos en conjunt, defineixen un patró espiral, no es poden connectar entre si per formar carrils continus.</p> |
| Declinació: $+54^{\circ} 20' 55.0''$ (graus:minuts)                                | Tamany angular: $28.8' \times 26.9'$ (arco/min)  |
| Magnitud: 8.3  | Distància: 27 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: Osa Major   | Ascensió recta: 14h 03m 12.4s (hores:minuts)   |

|  |  |
|--|--|
| Tipus: Sb  | Galàxia NGC 5194, també anomenada Galàxia Remolí (M51)   |
|  | <p>NGC 5194 és una de les espirals més magnífiques del cel. Tota l'espiral és dominada pels carrils de pols.</p> <p>Les dues vies de pols més opaques són a l'interior dels dos braços espirals més brillants.</p> <p>Aquests dos braços principals més els seus carrils de pols associats serpentegen cap a la regió central durant una trajectòria espiral gairebé perfecta.</p> <p>Els braços de pols estan molt ramificats. Filats prims se separen del camí principal de la pols i encreuen els braços lluminosos gairebé en angle recte.</p> |
| Declinació: +47° 11' 43.0" (graus:minuts)  | Tamany angular: 6.5' x 5.8' (arco/min)   |
| Magnitud: 8,4  | Distància: 37 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: Canes Venatici  | Ascensió recta: 13h 29m 52.1s (hores:minuts)   |

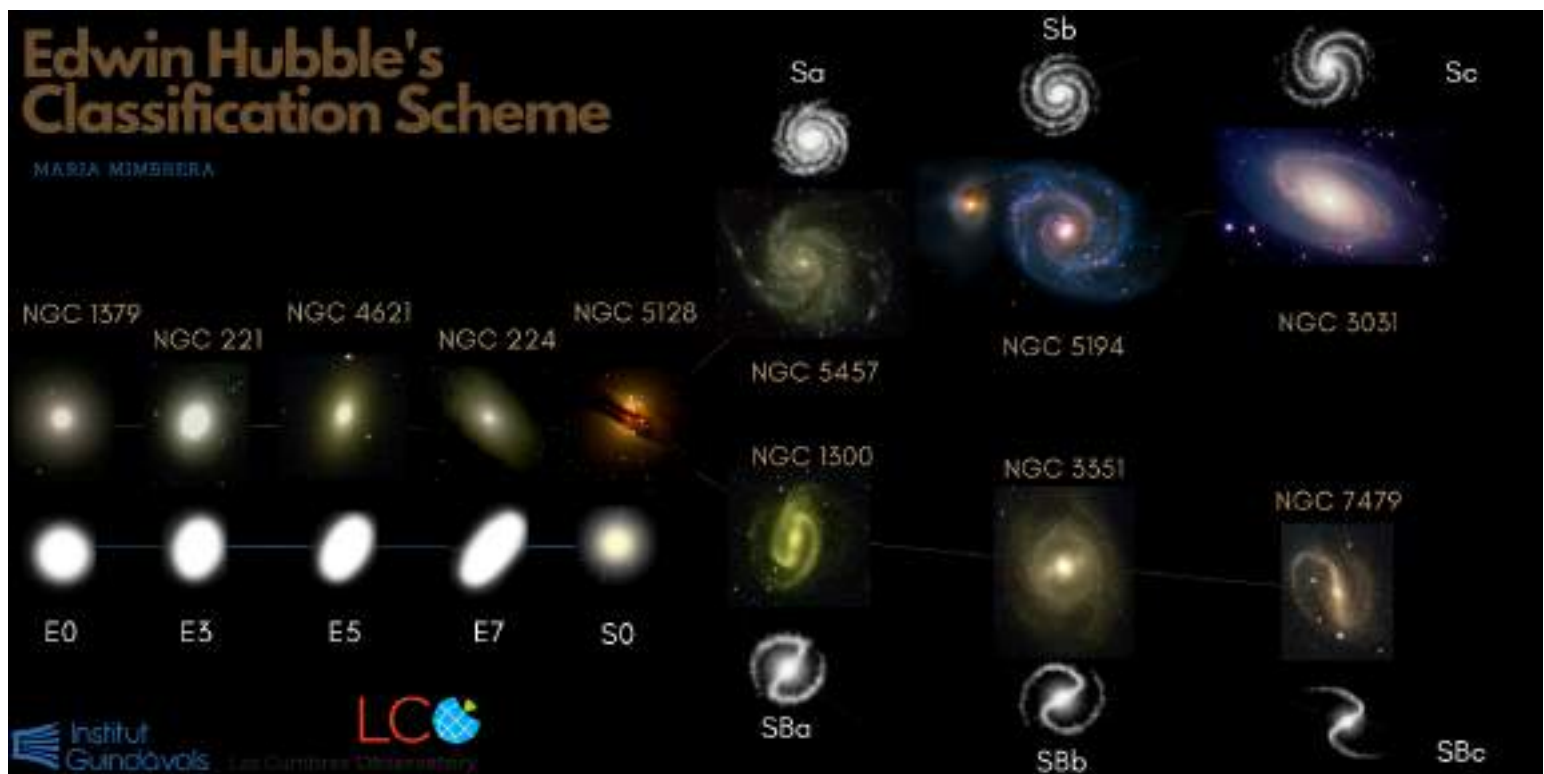
|  |   |
|--|---|
| Tipus: Sc  | Galàxia NGC 3031, també anomenada Galaxia de Bode (M81)   |
|  | <p>Els carrils de pols, que formen un patró espiral múltiple, enfilen en espiral, travessen la regió central i es retallen contra el fons amorf i lluminós. Aquestes línies de pols múltiples més febles no apareixen a la il·lustració a causa de la sobreexposició de la regió central sobreexposada. Les vies de pols exteriors es troben a l'interior dels braços espirals lluminosos, aquests braços són prims, moderadament ben definits i ramificats a prop dels extrems de l'eix major. Hi ha un patró encara més intricat de pols recta, que no té connexió amb l'estructura espiral a l'extrem nord de l'eix major.</p> |
| Declinació: +69° 03' 55" (graus:minuts)  | Tamany angular: 7.3 (arco/min)  |
| Magnitud: 7.3  | Distància: 12 milions d'anys llum   |
| Constel·lació: Canes Venatici  | Ascensió recta: 09h 55m 32.9s (hores:minuts)  |

|  |  |
|--|--|
| Tipus: SBa   | Galàxia NGC 1300   |
|  | Mirant molt de prop el nucli mateix d'aquesta clàssica espiral barrada s'observa una regió notable amb una estructura en espiral d'uns tres mil anys llum de diàmetre. |
| Declinació: $-19^{\circ} 24' 41''$ (graus:minuts)                                | Tamany angular: $6'.2 \times 4'.1$ (min/arco)  |
| Magnitud: 11.4   | Distància: 70 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: Eridanus  | Ascensió recta: 03h 19m 41.1s (hores:minuts)   |

|   |  |
|---|--|
| Tipus: SBb  | Galàxia NGC 3351, també anomenada Messier 95   |
|  | Els seus braços espirals són pràcticament circulars. Mostra una notable activitat en la regió central, en particular en un anell de prop de 600 parsecs de diàmetre al voltant del centre, compost probablement de gas difús no uniforme. Les emissions de raigs X provenen de diferents fonts, que es concentren en regions de gas calent; la morfologia de l'emissió pot explicar-se si es presenten una sèrie d'esclat d'estrelles instantànies situades en diverses zones de l'anell. L'extensió dels raigs X arriba als 500 parsecs sobre l'anell, que pot interpretar-se com una sortida de gas. |
| Declinació: $+11^{\circ} 43' 57.73''$ (graus:minuts)                                | Tamany angular: $7'.4 \times 5'.1$ (min/arco)  |
| Magnitud: 9.73  | Distància: 38 milions d'anys llum  |
| Constel·lació: LLeó   | Ascensió recta: 10h 43m 57.7s (hores:minuts)   |

|  |  |
|--|--|
| Tipus: SBc   | Galàxia NGC 7479   |
|  | <p>És una galàxia espiral barrada amb estructura molt asimètrica. Destaca la seva brillant i llarga barra central on s'està produint una elevada taxa de formació d'estrelles, a més d'un brot estel·lar compacte al nucli.</p> <p>Mostra un raig de matèria de longitud 12 <i>kiloparsecs</i>, doblegat respecte a la galàxia que es creu podria haver sorgit a causa de la col·lisió i absorció d'una galàxia menor fa 300 milions d'anys, les restes del qual semblen trobar-se a la barra galàctica.</p> |
| Declinació: +12° 19' 22"(graus:minuts)   | Tamany angular: 4,1' × 3,1' (min/arco)   |
| Magnitud: 11.6   | Distància: 105 milions d'anys llum   |
| Constel·lació: Pegàs   | Ascensió recta: 23h 04m 56.6s (hores:minuts)   |

#### 4.4. DIAGRAMA



## 5. CONCLUSIONS + valoració personal

El treball de l'Edwin ha sigut una inspiració per poder portar aquest treball a terme, pel fet que tot, excepte les fotografies és informació pensada per ell.

Aleshores si recapitem una mica, ens els nostres objectius, estava poder conèixer una mica més de l'astrònom demostrador de l'expansió de l'univers en el 1929, cosa que tant en el marc teòric, com a l'hora de triar les millors galàxies, hem estat fent, perquè primer vaig haver de buscar molta informació seva, per després triar-la i posar-la en el treball, a més de la seva seqüència, que ha estat molt difícil poder formar-la perquè jo vaig triar dues fotografies representatives que contenien tots els tipus de galàxies a buscar i que m'anava a ajudar al treball, aleshores cal remarcar, que pot ser que algunes galàxies triades i posades no estiguin en el seu lloc corresponent segons Hubble, ja que he anat posant-les galàxies en els llocs que jo veia convenient, és a dir llegia la informació donada, comparava amb les dues fotografies i aleshores posava la galàxia on jo creia.

I, per tant, amb el que acabo d'explicar dos objectius han estat complerts, perquè he conegut la classificació, i ja he fet el diagrama.

Per completar l'última finalitat, que parla sobre l'observatori de les Cumbres, a més a més del marc teòric, on ja hem parlat una mica d'ell, diré que és un programa únic, que les fotografies, poden sortir o molt bé, molt malament o neutres. On has d'aprendre a tenir una mica d'agilitat amb les coses, pel fet e si no trobes una galàxia, demanar-la ràpidament o buscar una molt similar.

### VALORACIÓ PERSONAL:

Aquest treball ha sigut un dels més durs, però a la vegada més satisfactoris que he portat a terme. Dic que ha sigut dur, perquè com ja he comentat, totes les fotografies són extretes de l'observatori de les Cumbres, dificultant així la recerca d'unes bones fotografies, i que si una no és gaire representativa, o està molt pixelada, havia de buscar una altra, trobar-la i que les fotografies és vegues bé. Aleshores això és molt dur, perquè arriba un punt que no trobes cap galàxia que t'agradi. Però després de molta dedicació trobes algunes que si valen la pena, boniques i representatives. Per això dic que també el treball és satisfactori, perquè després de moltíssimes hores buscant i buscant he trobat fotografies representatives.

A l'hora de fer el diagrama al principi se'm va fer molt difícil també perquè les imatges no tenen un fons negre, sinó pixelat i amb estrelles, i per tant havia d'editar-les perquè s'assemblessin una mica al color del fons. Tot el treball per molt que no ho sembli ha sigut molt dur per a mi, però trobo que el resultat ha valgut la pena, aleshores a aquest treball li poso 5 estrelles, per l'esforç i el resultat.

## 6. BIBLIOGRAFIA

### - MARC TEÒRIC:

- **Edwin Hubble:**
  - <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/h/hubble.htm>
- **Seqüència de galàxies:**
  - [https://ca.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A0xia\\_lenticular](https://ca.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A0xia_lenticular)
- **LCO:**
  - <https://lco.global/about/>
- **Utilitatge:**
  - **Infografia**
    - <https://www.canva.com>

### - PART PRÀCTICA:

- **Galàxia NGC 5128**
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Centaurus\\_A](https://es.wikipedia.org/wiki/Centaurus_A)
- **Galàxia NGC 3031**
  - <http://shelf2.library.cmu.edu/Tech/00537465.pdf>
  - <https://theskylive.com/sky/deepsky/messier-81-bodes-galaxy-object>
  - <https://www.astronomia-iniciacion.com/m81.html>
- **Galàxia NGC 5194**
  - <https://www.astronomia-iniciacion.com/m51.html>
- **Galàxia NGC 5457**
  - <https://theskylive.com/sky/deepsky/messier-101-the-pinwheel-galaxy-object>
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia\\_espiral\\_M101](https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia_espiral_M101)
  - [https://ca.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A0xia\\_del\\_Molinet](https://ca.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A0xia_del_Molinet)
- **Galàxia NGC 224**
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia\\_de\\_Andr%C3%B3meda](https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia_de_Andr%C3%B3meda)
  - <https://www.astronomia-iniciacion.com/m31.html>
  - <https://de.wikipedia.org/wiki/Andromedagalaxie>
- **Galàxia NGC 7479**
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/NGC\\_7479](https://es.wikipedia.org/wiki/NGC_7479)
- **Galàxia NGC 3351**
  - [https://ca.wikipedia.org/wiki/Messier\\_95](https://ca.wikipedia.org/wiki/Messier_95)
- **Galàxia NGC 1379**
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/NGC\\_1379](https://en.wikipedia.org/wiki/NGC_1379)
- **Galàxia NGC 221**
  - <https://web.archive.org/web/20050918100001/http://www.seds.org/messier/m/m032.html>
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia\\_el%C3%ADptica\\_M32](https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia_el%C3%ADptica_M32)



- Galàxia NGC 4621
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia\\_el%3ADptica\\_M59](https://es.wikipedia.org/wiki/Galaxia_el%3ADptica_M59)
- <https://theskylive.com/sky/deepsky/messier-59-object>
- Galàxia NGC 1300
- [https://es.wikipedia.org/wiki/NGC\\_1300](https://es.wikipedia.org/wiki/NGC_1300)
- <https://www.astronomia-iniciacion.com/la-galaxia-espinal-barrada-ngc-1300.html>

## 7. ANNEX

Cal remarcar que totes **les preguntes** estan basades en la secuencia de Hubble

- I. Les galàxies s'ordenen en categories començant per E o S en el diagrama. Què creus que representen aquestes majúscules? Pista: Quina diferència hi ha entre les formes de les galàxies de l'esquerra i les de la dreta?  
**Es designen amb la lletra "E", les galàxies el·líptiques pel fet que tenen una distribució uniforme i característica de la llum que apareix com a el·lipses, és a dir pel fet que tenen un forma d'el·lipse.**  
**Se'ls assigna el símbol "S", les galàxies espirals consisteixen en un disc pla d'estrelles que formen una estructura de forma espiral amb braços de formació estel·lar, i una concentració central d'estrelles anomenada protuberància, que s'assembla a una galàxia el·líptica en aparença.**
- II. Les galàxies de l'extrem esquerre oscil·len entre E0-E1-E2-E3-E4-E5, encara que només es mostren E0 i E5. Què creus que indiquen els números?  
**Els números indiquen com és d'ovalada la galàxia el·líptica; llavors E0 seria una esfera i E7 seria una placa o disc.** També es pot dir que aquest número representa la seva excentricitat multiplicada per 10.
- III. Es pot descriure la forma de la galàxia S0 amb paraules? Què el fa diferent de les E?  
**S'anomena Galàxia lenticular. El que la fa diferent de les galàxies el·líptiques i poc, però s'aproxima a les espirals, és que constitueixen un grup de transició entre elles, ja que tenen un disc, una condensació central molt important i un embolcall extens.**
- IV. Quina diferència hi ha entre les bifurcacions superior i inferior del diagrama? I què tenen en comú?  
**Que les superiors, és a dir les galàxies espirals, les seves estrelles es van formant a partir del nucli, en forma de circumferència estel·lar, i les de la part inferior, les espirals barrades, els seus braços surten de manera barrada, no directament del nucli.**  
**El que tenen en comú, es que les dues són galàxies espirals.**

V. Què suposes que significa la "B" a la forquilla inferior?

Pista: És una altra abreviatura d'una característica que aquestes galàxies tenen cadascuna en comú.

**Pel fet que mes o menys la meitat de totes les espirals també s'observen amb una estructura en forma de barra que s'estén des de la protuberància central.**

VI. Què passa amb les lletres minúscules a, b, c? Es pot descriure amb paraules quina progressió de forma han de representar aquestes lletres?

**Les lletres minúscules indiquen com de solts es troben els braços, sent "a" els braços més estrets i "c" els més dispersos.**