

Líneas de emisión y morfología de galaxias simuladas en EAGLE

Maria Paula Rojas Castro

Supervisor: Andrés Felipe Ramos Padilla

En el marco de **RECA internship 2021**

Los **avances
computacionales**
nos han permitido
aproximarnos a
entender la
complejidad del
universo

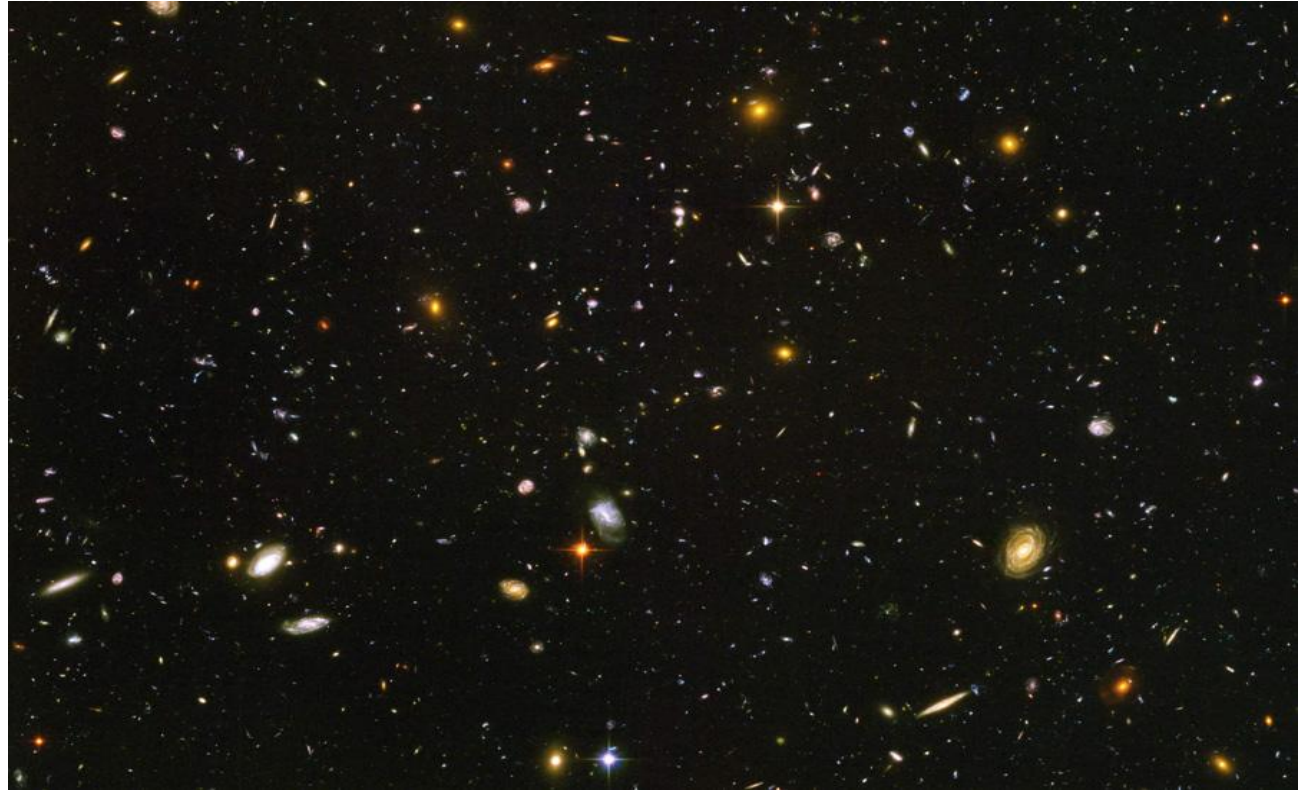


Foto: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) y el HUDF Team.



Evolution and Assembly of GaLaxies and their Environments (EAGLE)

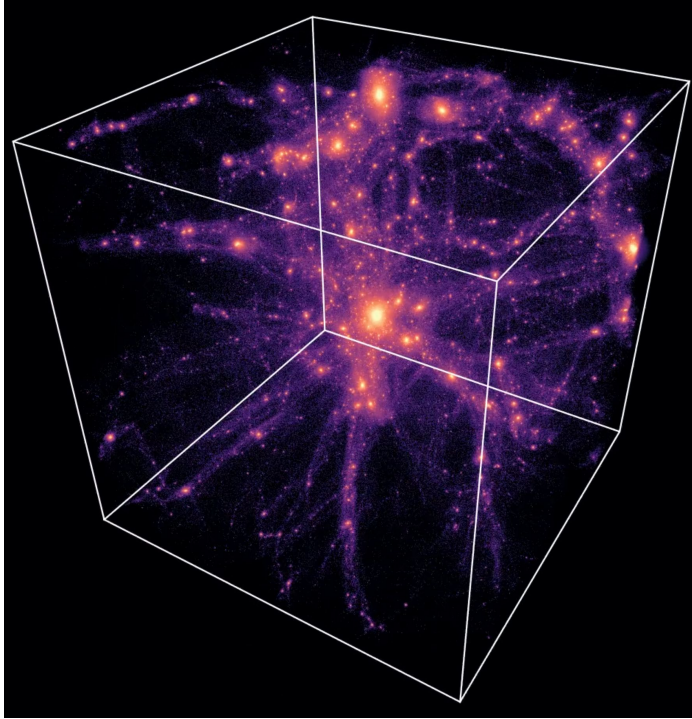


Imagen tomada de [The EAGLE project](#)

- Abarca volúmenes de entre 25 a 100 megaparsecs comoviles (cMpc) en todas las dimensiones
- Empieza desde etapas muy tempranas del universo ($z=127$) hasta la actualidad.
- Adopta el modelo cosmológico Λ CDM
- Utiliza el modelo de SPH (smoothed-particle hydrodynamics)

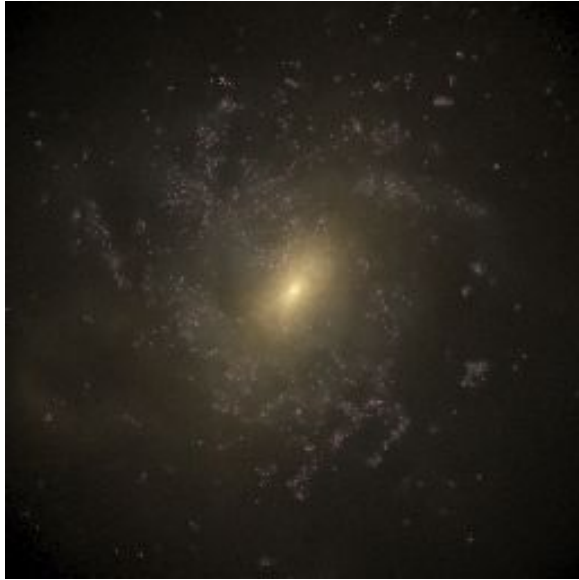
Simulaciones disponibles en EAGLE

Identifer	L	N	m_g	m_{dm}	ϵ_{com}	ϵ_{phys}	$n_{H,0}$	n_n	C_{visc}	ΔT_{AGN}
	[cMpc]		[M_\odot]	[M_\odot]	[ckpc]	[pkpc]	[cm^{-3}]			[K]
Ref-L0025N0376	25	2×376^3	1.81×10^6	9.70×10^6	2.66	0.70	0.67	$2/\ln 10$	2π	$10^{8.5}$
Ref-L0025N0752	25	2×752^3	2.26×10^5	1.21×10^6	1.33	0.35	0.67	$2/\ln 10$	2π	$10^{8.5}$
Recal-L0025N0752	25	2×752^3	2.26×10^5	1.21×10^6	1.33	0.35	0.25	$1/\ln 10$	$2\pi \times 10^3$	$10^{9.0}$
Ref-L0050N0752	50	2×752^3	1.81×10^6	9.70×10^6	2.66	0.70	0.67	$2/\ln 10$	2π	$10^{8.5}$
AGNdT9-L0050N0752	50	2×752^3	1.81×10^6	9.70×10^6	2.66	0.70	0.67	$2/\ln 10$	$2\pi \times 10^2$	$10^{9.0}$
Ref-L0100N1504	100	2×1504^3	1.81×10^6	9.70×10^6	2.66	0.70	0.67	$2/\ln 10$	2π	$10^{8.5}$

McAlpine et al. 2016. [The EAGLE simulations of galaxy formation: public release of halo and galaxy catalogues](#)

Morfología diversas de las galaxias de EAGLE

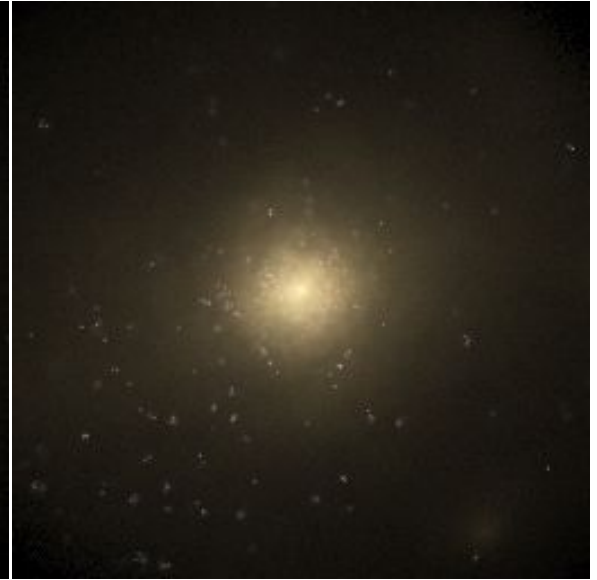
Galaxia espiral



Galaxia de disco

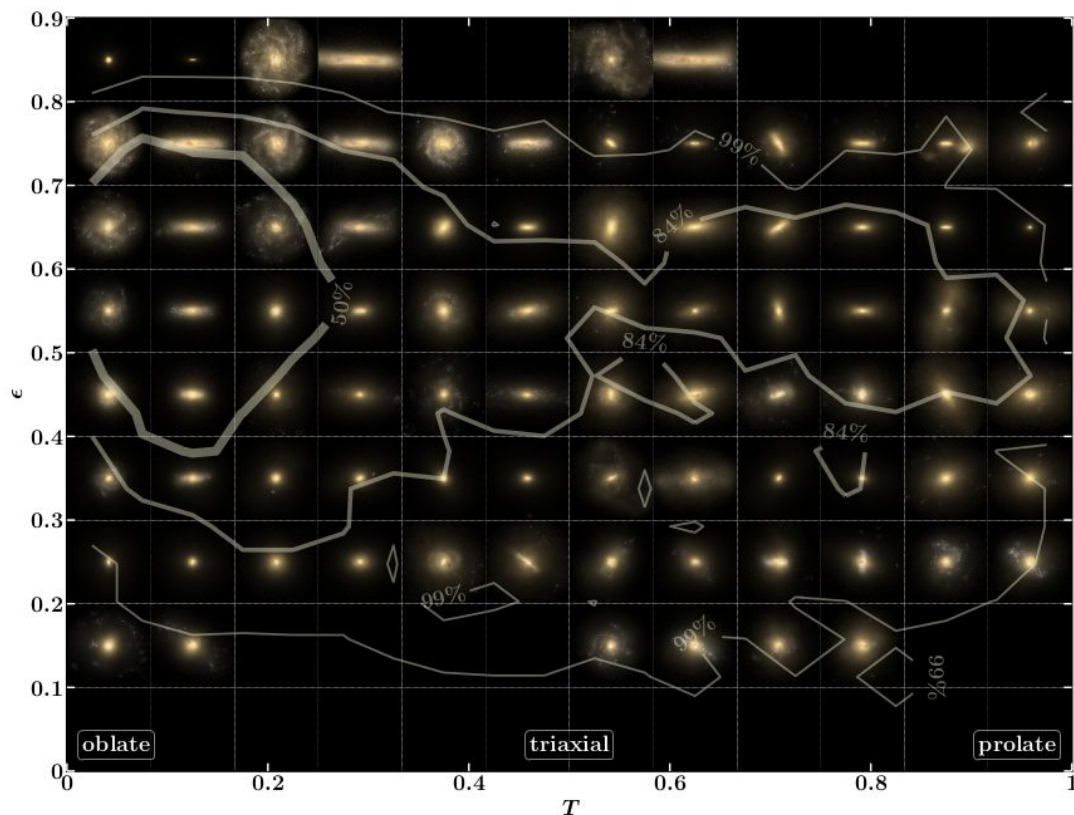


Galaxia elíptica



Simulación: Base de datos EAGLE: <http://icc.dur.ac.uk/Eagle/database.php>

Parámetros morfológicos



Thob et. al 2018

ϵ = Elipticidad

T = Triaxialidad

$$\alpha_m = (\epsilon + 1 - T)/2$$

Medio interestelar

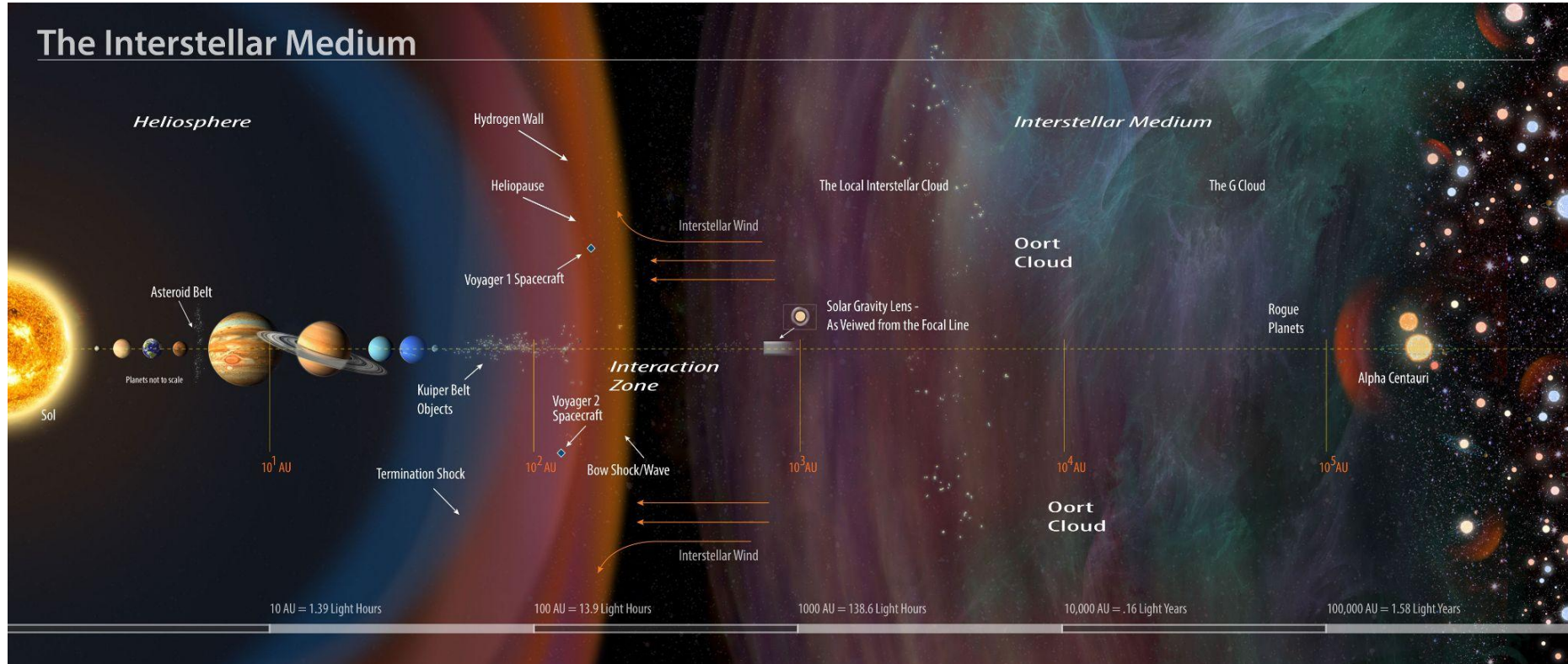
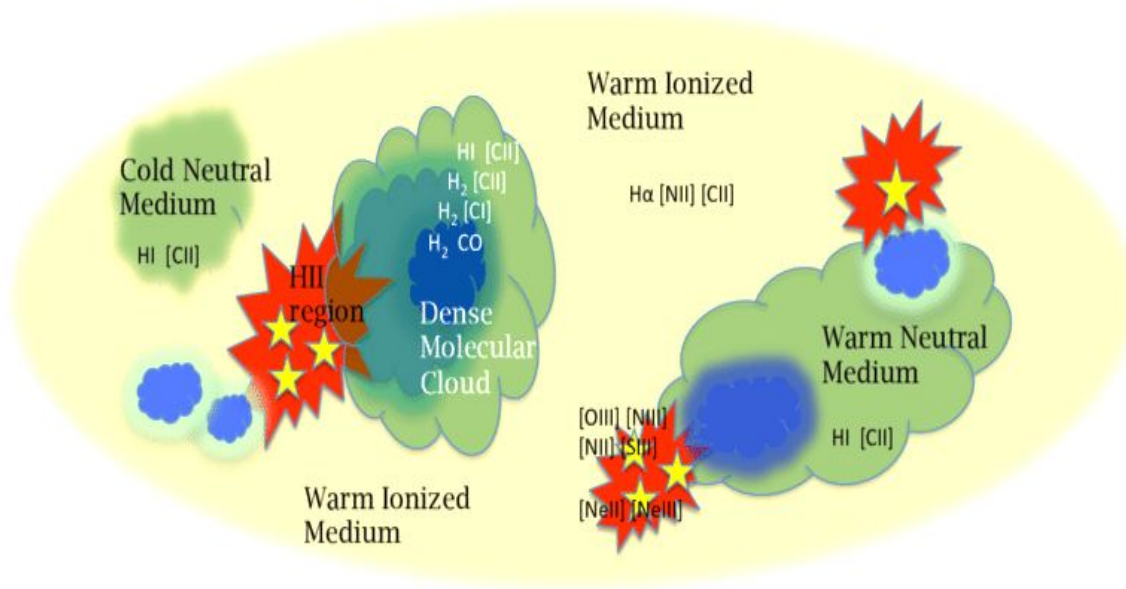


Imagen tomada de scitechdaily.com

Fases del medio interestelar

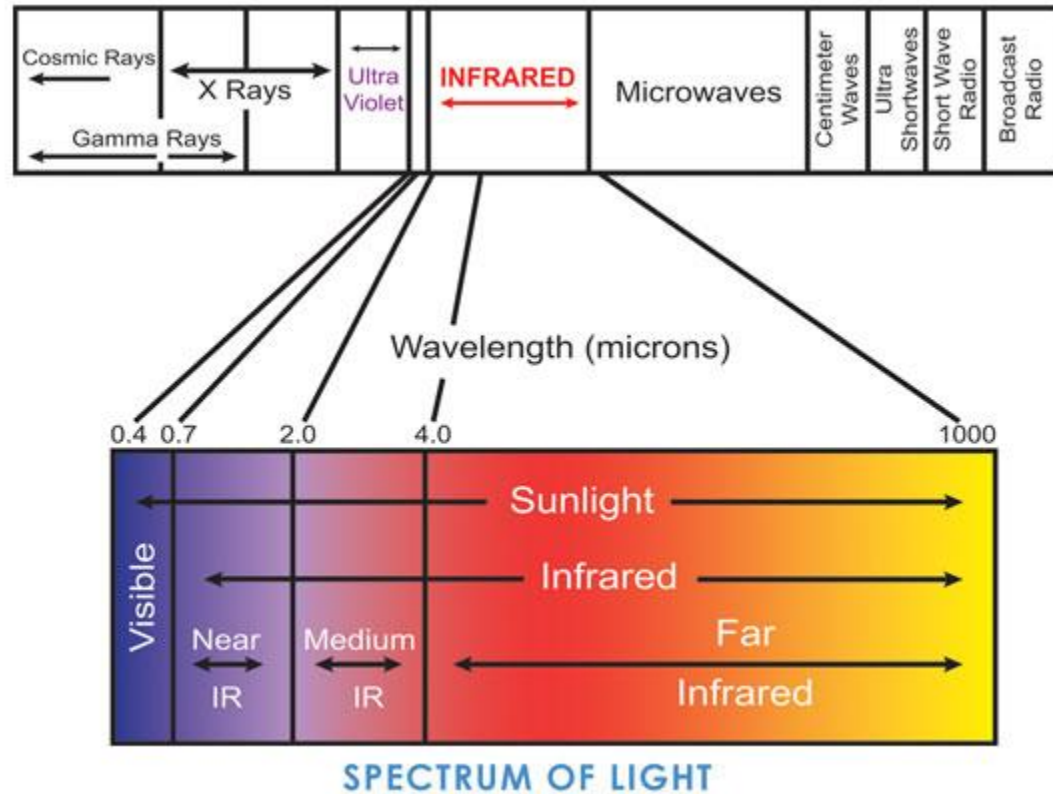


van der Tak. et al (2018)

Hay diferentes tipos de clasificación

Las determinan principalmente:
La **temperatura** y **densidad**

Líneas de emisión (del infrarrojo lejano) trazadores del medio interestelar



Líneas de interés

CII ₁₅₈	PDRs, diffuse HI, diffuse ionized gas, HII regions
OI ₆₃	Warm and / or dense PDRs
OIII ₈₈	High-excitation ionized gas
NII _{122,205}	Low-excitation ionized gas

Imagen de <https://zenodo.org/record/1159045>

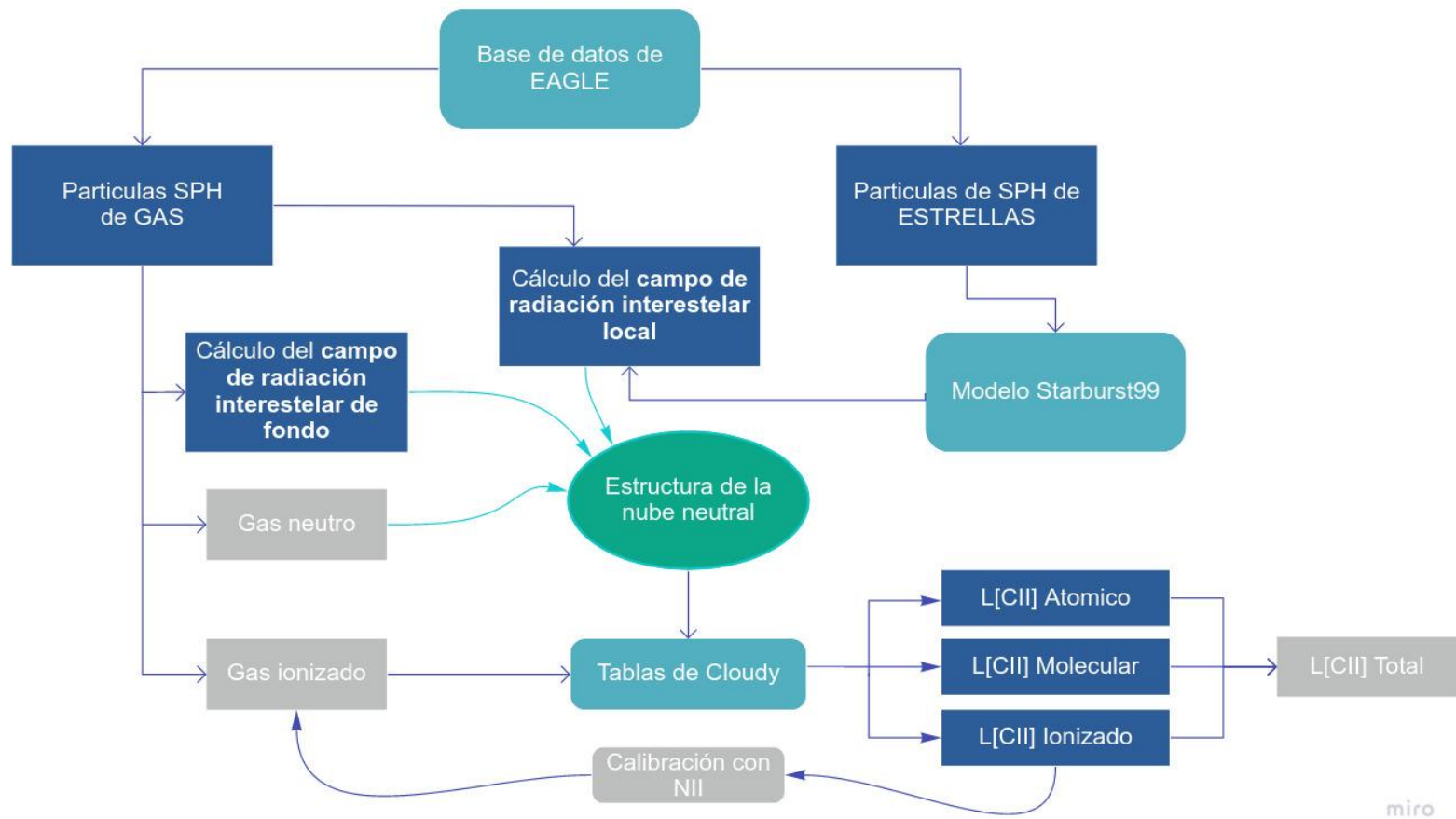


Diagrama simplificado del diagrama de Ramos Padilla et. al (2020)

Desarrollo del proyecto

Comprender si las luminosidades de las líneas de emisión tienen relación alguna con las estimaciones cinemáticas y morfológicas de las galaxias.

¿Como se hizo?

1. Se utilizaron las luminosidades calculadas para varias líneas. Ramos Padilla et. al (2020)
2. Se utilizaron parámetros cinemáticos y morfológicos definidos para las galáxias de EAGLE. Thob et. al (2018)
3. Se realizaron búsquedas en la base de datos de la simulación EAGLE con el fin de reproducir las investigaciones previas y comparar resultados.

EAGLE Database

Documentation

CREDITS/Acknowledgments

News

Public Databases

- ☒ DONLY
- ☒ Fiducial_models
- ☒ Physics_vars

Private (MyDB) Databases

- ☒ shp117_db (rw)



Welcome Database User.

Streaming queries return unlimited number of rows in CSV format and are cancelled after 1800 seconds.

Browser queries return maximum of 1000 rows in HTML format and are cancelled after 90 seconds.

NEW: EAGLE particle data can be downloaded via [this page](#) (log in with your EAGLE database account)
See the [documentation paper](#) for details.

```
SELECT
  MORE.* ,
  SH.BlackHoleMass as MasaANegro ,
  SH.BlackHoleMassAccretionRate as AcrecionMasaANegro ,
  SH.Mass as Masa ,
  SH.MassType_DM as MasaMateriaOscura ,
  SH.MassType_Gas as MasaGas

FROM
  RecalL0025N0752_Morphokinem as MORE,
  RecalL0025N0752_Subhalo as SH

WHERE
  MORE.GalaxyID = SH.GalaxyID AND
  MORE.DMellipticity < 1
```

Query (stream)

Query (browser)

Help

Maximum number of rows to return to the query form: 10

Demo queries: click a button and the query will show in the query window.

Holding the mouse over the button will give a short explanation of the goal of the query. These queries are also available on [this page](#).

Correlaciones de Spearman

Determina la fuerza y la dirección de relaciones monótonas (que van en la misma dirección pero no de forma constante) entre variables.

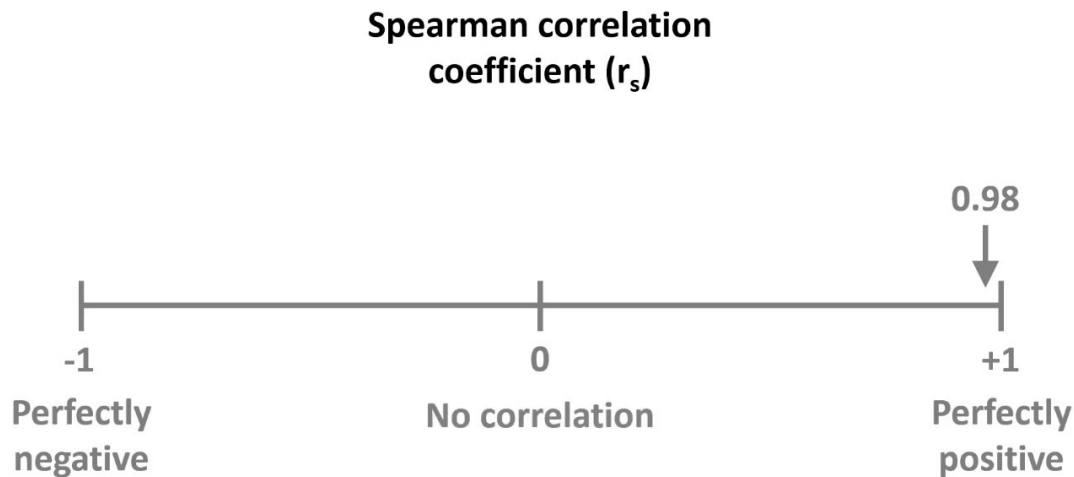
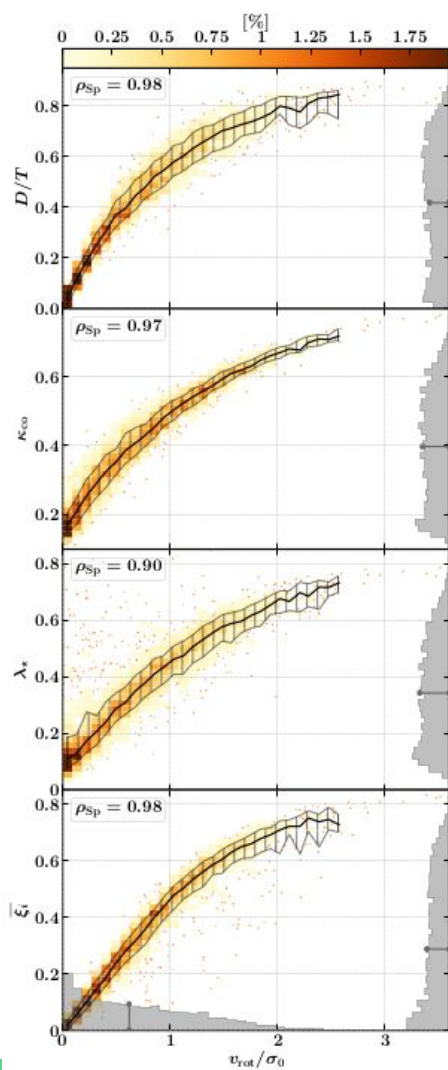


Imagen sacada del video [Spearman Correlation Explained \(Inc. Test Assumptions\)](#)

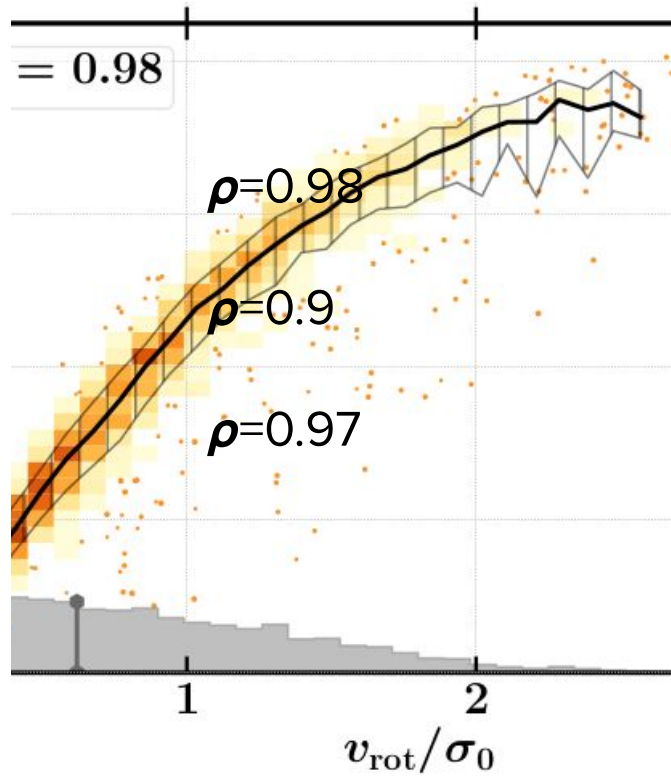
Parámetros cinemáticos de interés

Fracción de estrellas en contra-rotación	D/T
Energía cinética rotacional	κ_{co}
Circularidad de la órbita	$\overline{\xi_i}$
Parámetro de spin *	$ \lambda_{\star} $
Radio de velocidad de rotación con respecto a la velocidad de dispersión	v_{rot}/σ_0

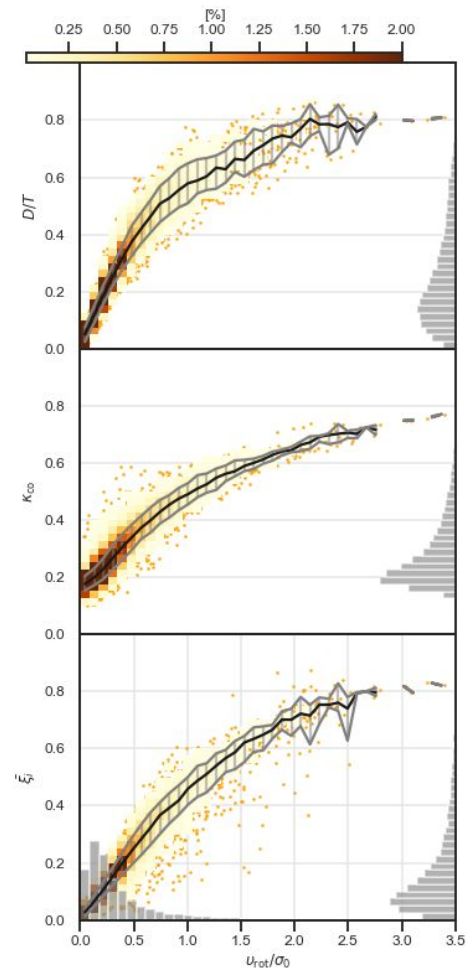
*Para mayor información sobre este parámetro consultar Thob et. al (2018) y Lagos et. al (2018)



Correlación entre parámetro

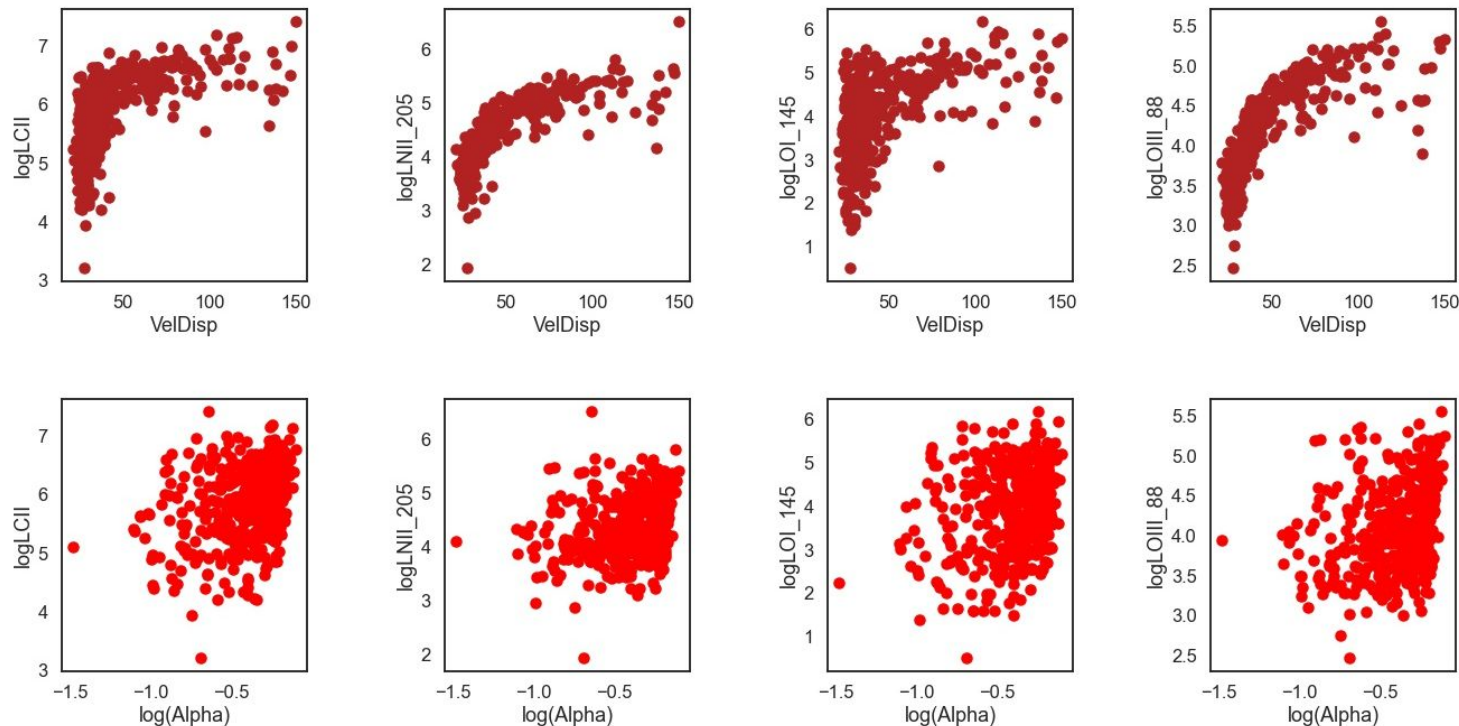


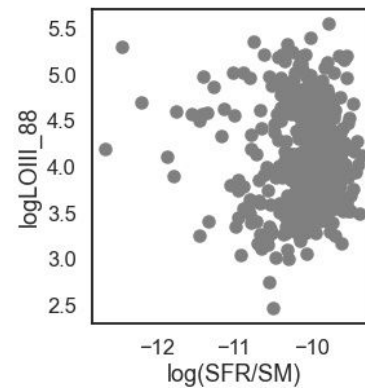
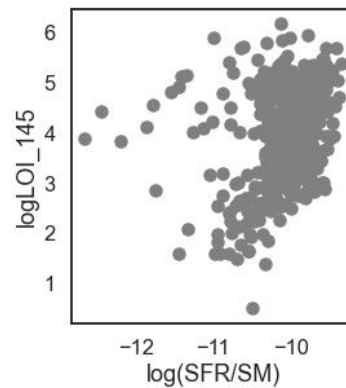
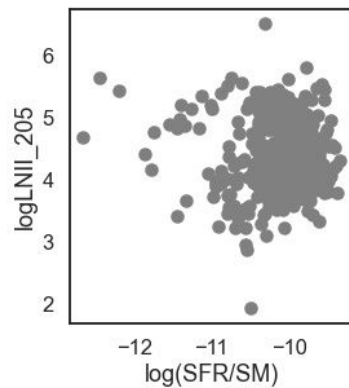
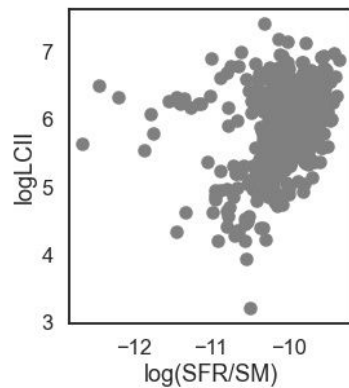
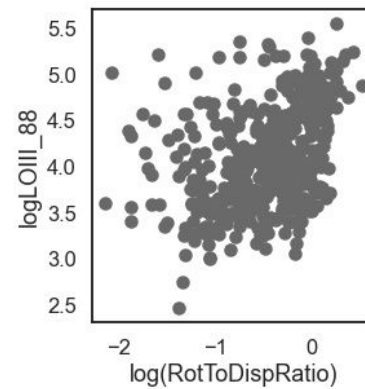
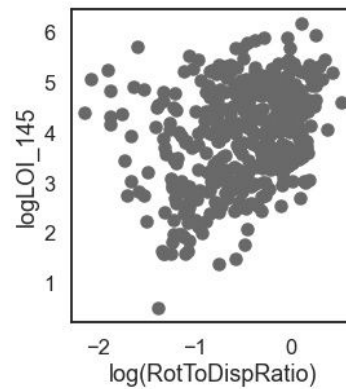
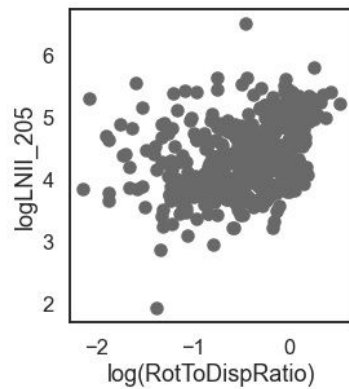
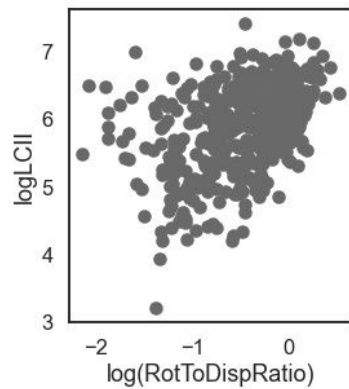
Thob et. al 2018

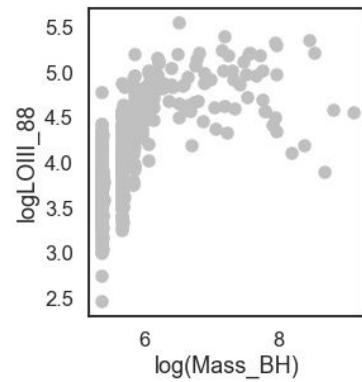
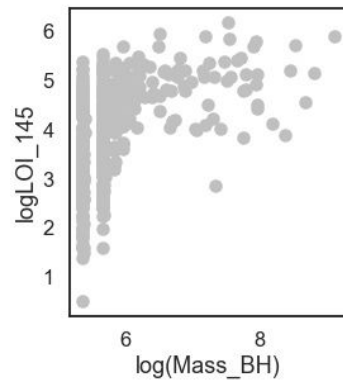
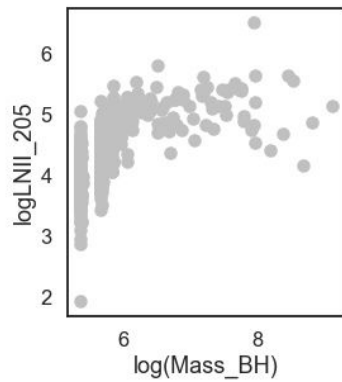
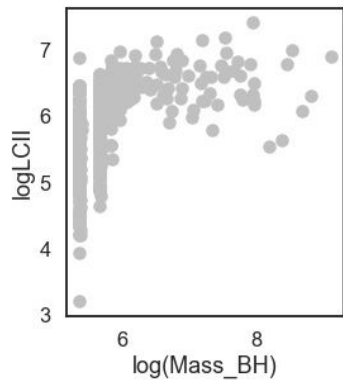
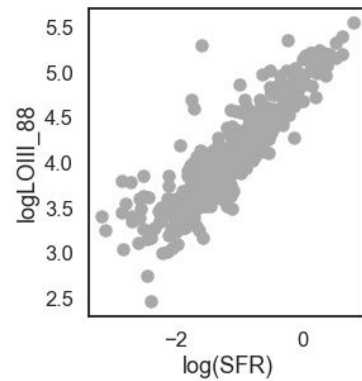
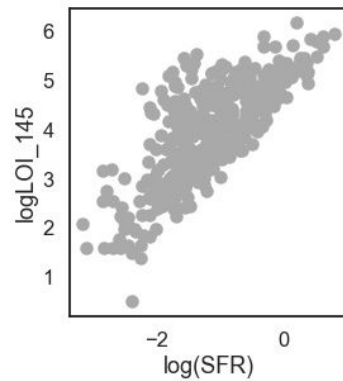
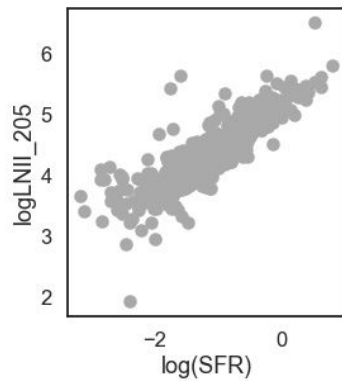
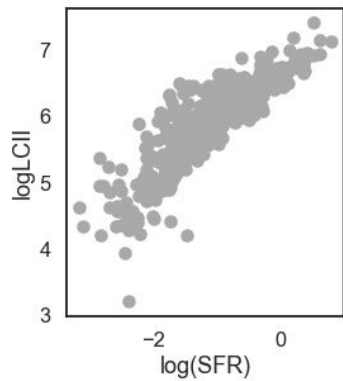


Correlación entre los parámetros y las líneas de emisión

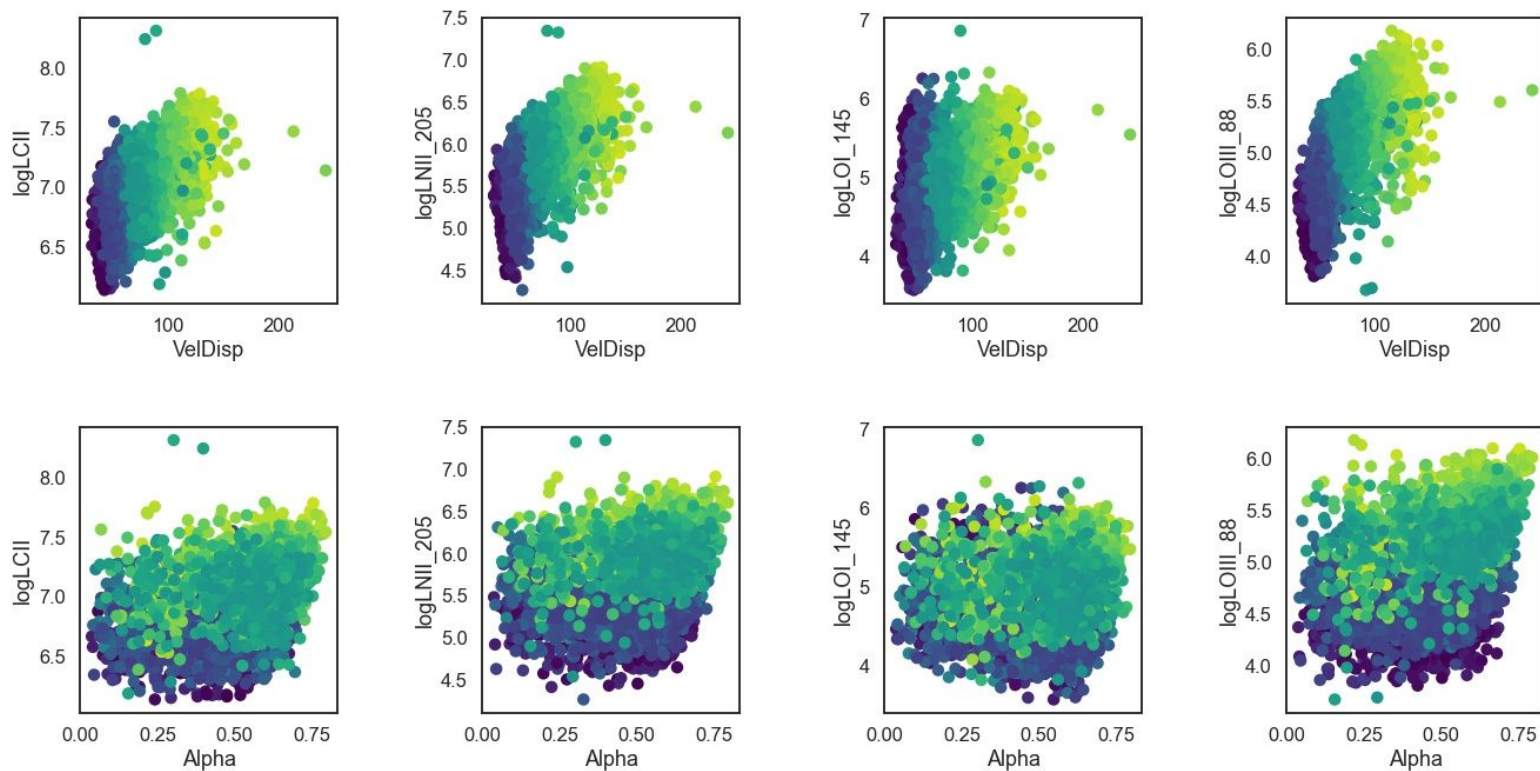
Simulación Recal-L0025N0752: 415 Galaxias

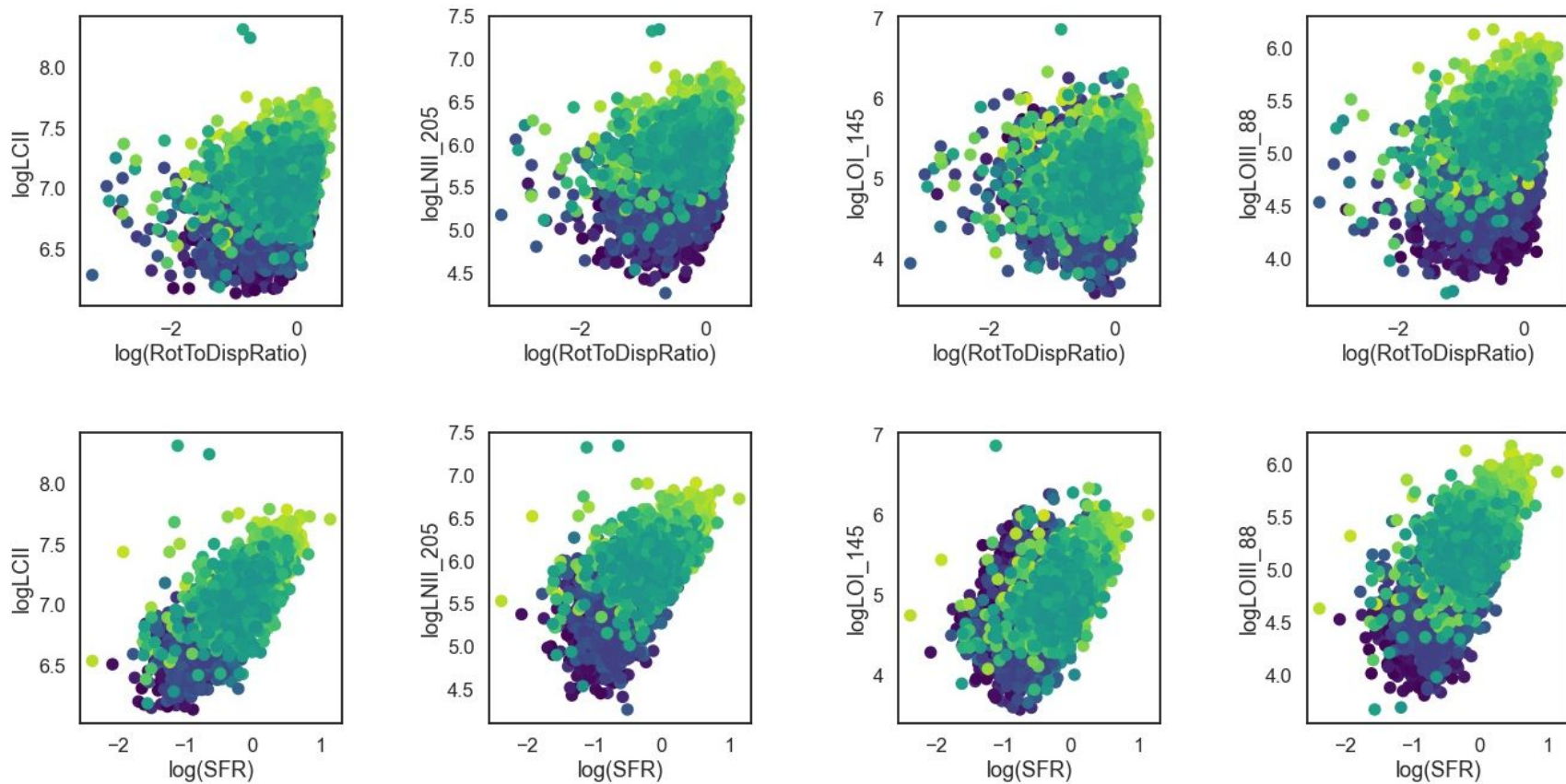


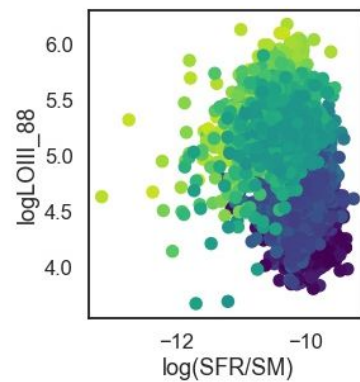
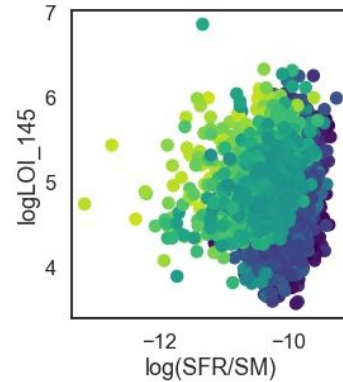
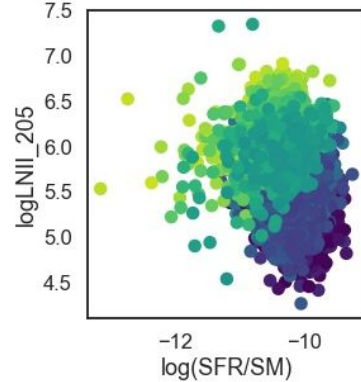
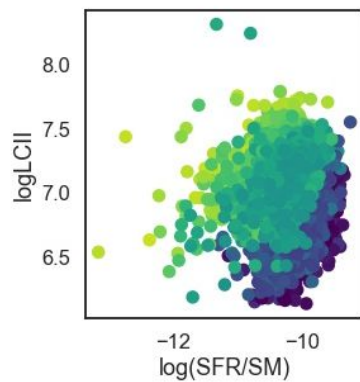
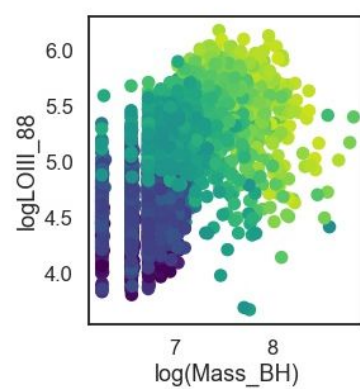
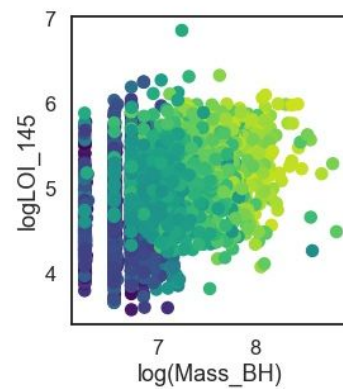
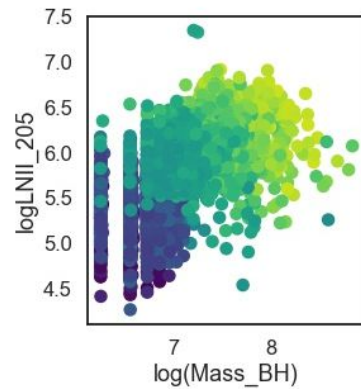
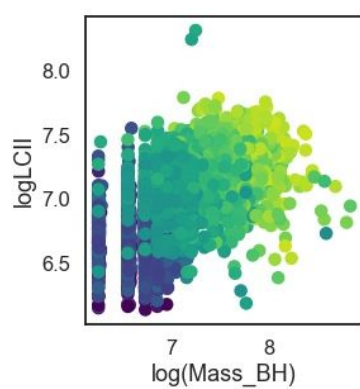




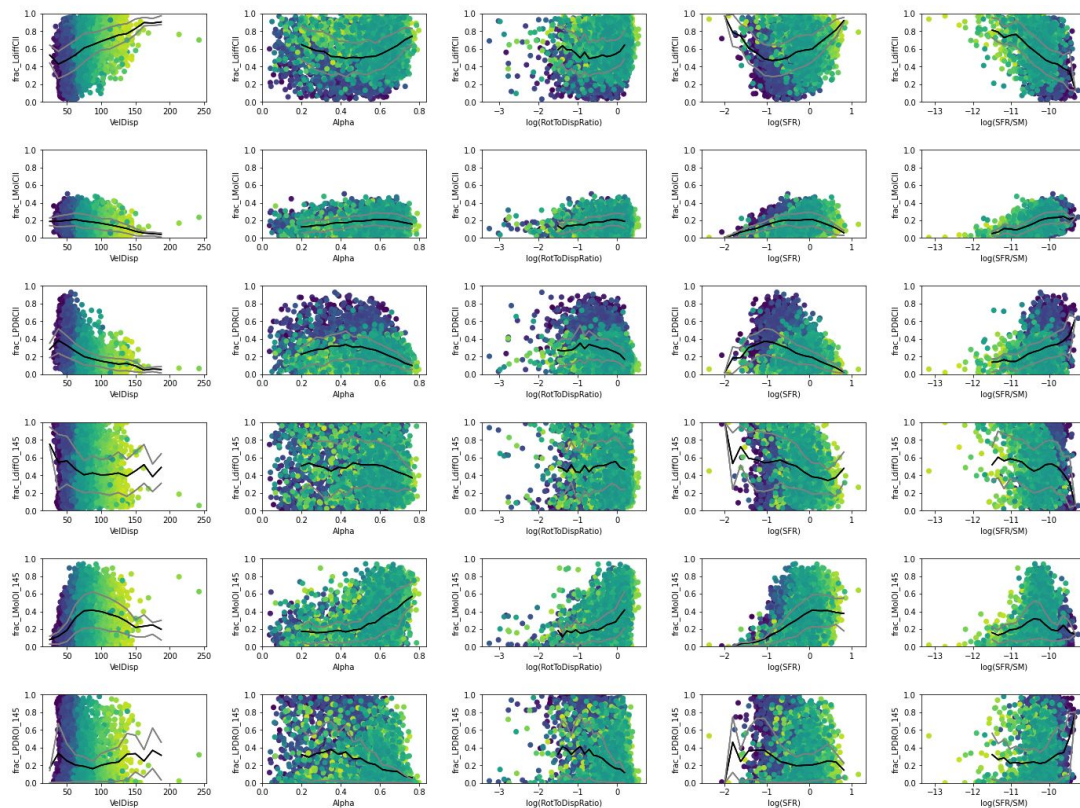
Simulación RefL0100N1504: 4508 Galaxias

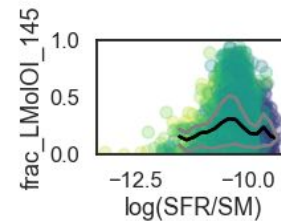
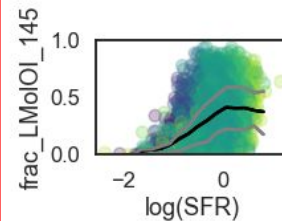
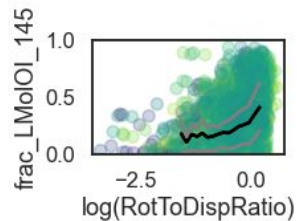
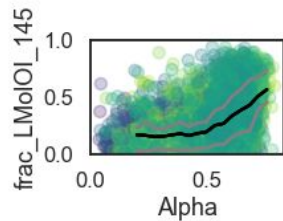
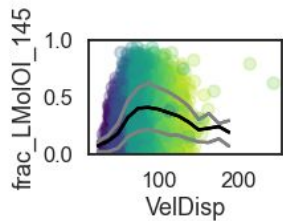
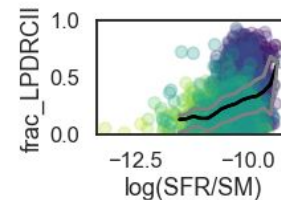
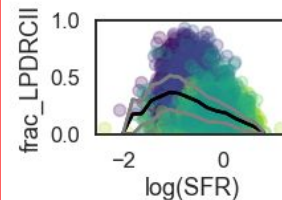
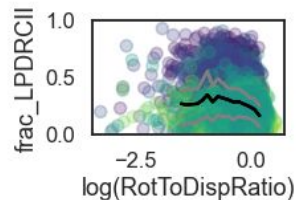
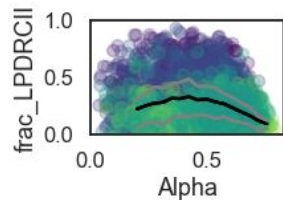
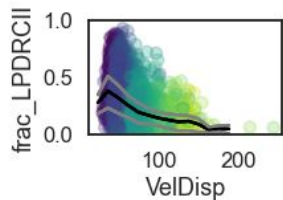
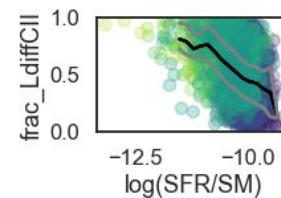
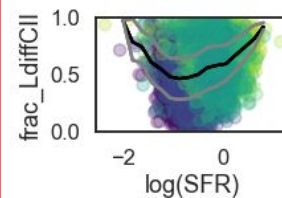
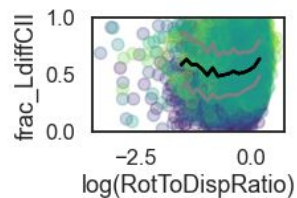
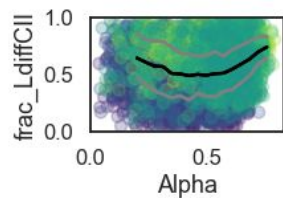
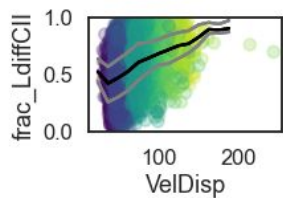






Correlación de los parámetros y las fases del medio interestelar





Conclusiones

- Se reprodujeron los resultados de los trabajos de Thob et. al 2018 (parámetros cinemáticos) y de Ramos Padilla et. al 2021 (formación estelar).
- Se encontró una baja correlación entre los parámetros morfológicos y las luminosidades totales de las líneas de emisión.
- Se encuentra una posible relación entre las luminosidades de las fases del medio interestelar.

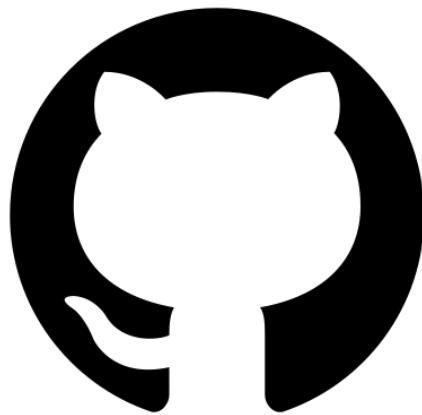
Desarrollo futuro

- Realizaremos estudios estadísticos más detallados para determinar si hay o no una correlación entre las luminosidades de las líneas de emisión y los parámetros morfológicos.
- Se utilizarán métodos computacionales para generar predicciones de los parámetros en estudio a través de técnicas de regresión.
- Analizaremos la emisión de líneas pertenecientes a otras regiones del medio interestelar.

Reproducibilidad del proyecto

Todo lo desarrollado en el proyecto se encuentra almacenado en el siguiente repositorio público de GitHub:

<https://github.com/MariaPaulaRojas/RECA-internship>



¡GRACIAS!

<https://github.com/MariaPaulaRojas/RECA-internship>