



# FÍSICA COMPUTACIONAL

ALEJANDRO PUJANTE PÉREZ

---

## Ejercicio 0-81-app

---

### Breve descripción:

En este ejercicio obtendremos la constante de Hubble  $H_0$  mediante datos de la velocidad y la distancia a la que están diferentes galaxias, así mismo hallaremos la vida del universo y compararemos resultados con los datos en la actualidad.

## Índice

1. Procedimiento	2
2. Representación de los datos	2
3. Ajuste por mínimos cuadrados.	3
4. Medida de la edad del universo.	5
5. Conclusiones	5

## 1. Procedimiento

Sabemos que la velocidad  $v$  con la que se alejan las galaxias en función de su distancia  $d$  tiene una dependencia lineal de la forma  $v = H_0 d$ .

Conocidos datos de las distancias y velocidades podemos realizar un ajuste por mínimos cuadrados para obtener la pendiente de la recta que aproxima los datos, en este caso  $H_0$ .

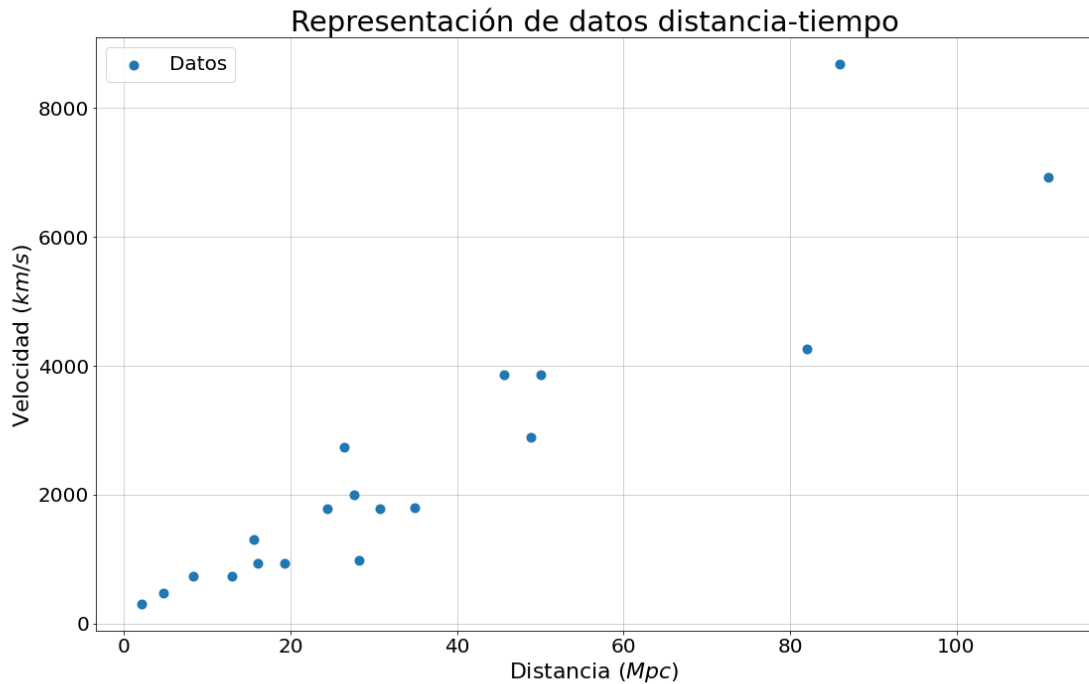
Estos son los datos utilizados para el desarrollo del ejercicio:

$v$ ( $Mpc$ )	308	467	732	731	1310	940	940	1790	2746	2000	990	1790
$d$ ( $km/s$ )	2.05	4.66	8.3	13	15.6	16.1	19.3	24.4	26.4	27.6	28.2	30.7

$v$ ( $Mpc$ )	1800	3860	2900	3860	4270	8680	6920
$d$ ( $km/s$ )	34.9	45.7	48.9	50	82	86	111

## 2. Representación de los datos

A continuación vamos a representar los pares de valores de distancia y velocidad en una gráfica.

Figura 1: Representación de los datos  $v - d$ 

Como vemos los datos siguen la tendencia de una recta que analizaremos en el próximo apartado.

### 3. Ajuste por mínimos cuadrados.

Una vez tenemos nuestros datos bien representados en una gráfica procedemos a realizar un ajuste por mínimos cuadrados a una recta, este ajuste lo he realizado con la librería *sklearn* y la función *.fit* del lenguaje de programación Python (adjunto archivo en la carpeta del ejercicio), una vez realizado el ajuste superpongo la recta que mejor se ajusta a los datos, el resultado se muestra a continuación:

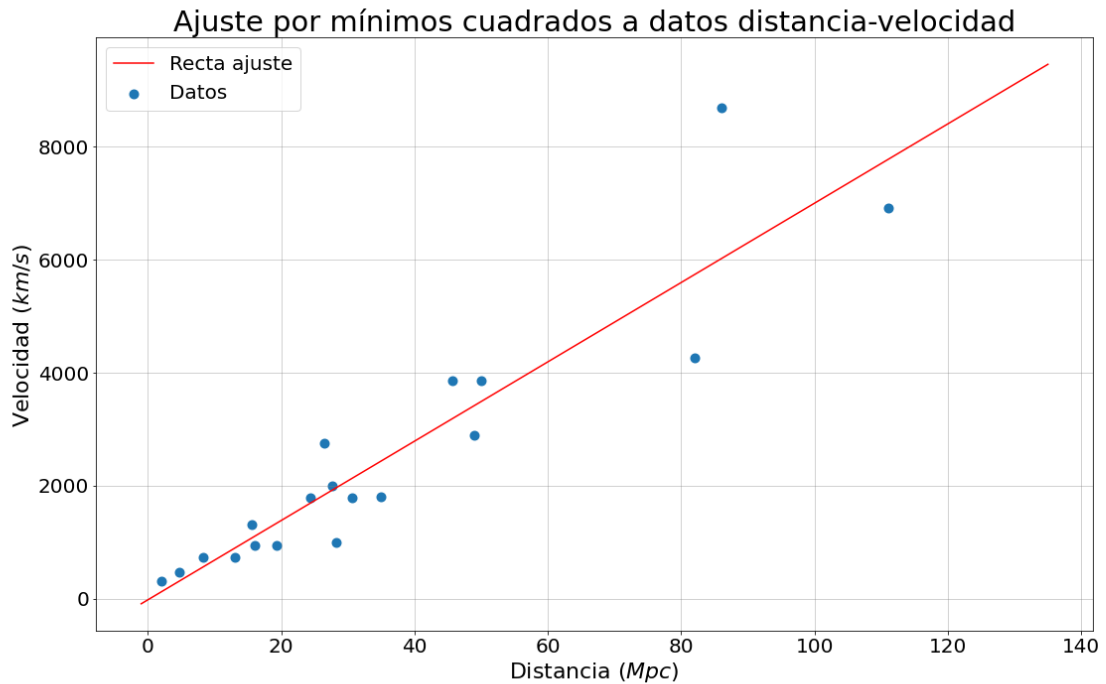


Figura 2: Ajuste lineal por mínimos cuadrados.

Para este ajuste los datos que he obtenido son los siguientes:

$$m = 70,15 \quad b = -16,25 \quad r = 0,85$$

Donde  $m$  es la pendiente de la recta, por tanto podemos decir que  $H_0 = 70,15 \frac{Km}{sMps}$ . En la actualidad se dice que la constante de Hubble vale  $71 \frac{Km}{sMps}$  por lo que nuestro ajuste parece ser realmente bueno.

$b$  es la ordenada en el origen.

Y  $r$  es el coeficiente de correlación, por tanto los datos se ajustan con un 85 % a la recta.

#### 4. Medida de la edad del universo.

La edad del universo podemos medirla haciendo la inversa de la constante de Hubble, efectivamente si esta constante tiene como unidades  $\frac{Km}{sMps}$ , al hacer su inversa tenemos  $\frac{sMps}{Km}$ .

Si los  $Mps$  los pasamos a  $Km$  tendríamos  $\frac{sKm}{Km}$ , ahora solo nos quedarían segundos, que si los pasamos a años obtenemos una edad del universo de 13.948 millones de años.

En la actualidad se ha calculado que la edad del universo es de unos 13.800 millones de años, por lo que el valor obtenido es una buena aproximación.

#### 5. Conclusiones

Aunque estos datos no son los más recientes en la actualidad, sirven y dan a entender muy bien el fenómeno a estudiar.