Cosmología con SimpleMC

Clase de Cosmopy

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

30 de mayo y 1 de junio, 2022

Contenido

Análisis de datos

- Estimación de parámetros: maximización o inferencia Bayesiana.

Análisis de datos

- Estimación de parámetros: maximización o inferencia Bayesiana.
- Comparación de modelos (puede ser parte de la inferencia Bayesiana).

Análisis de datos

- Estimación de parámetros: maximización o inferencia Bayesiana.
- Comparación de modelos (puede ser parte de la inferencia Bayesiana).
- Reconstrucciones no paramétricas.

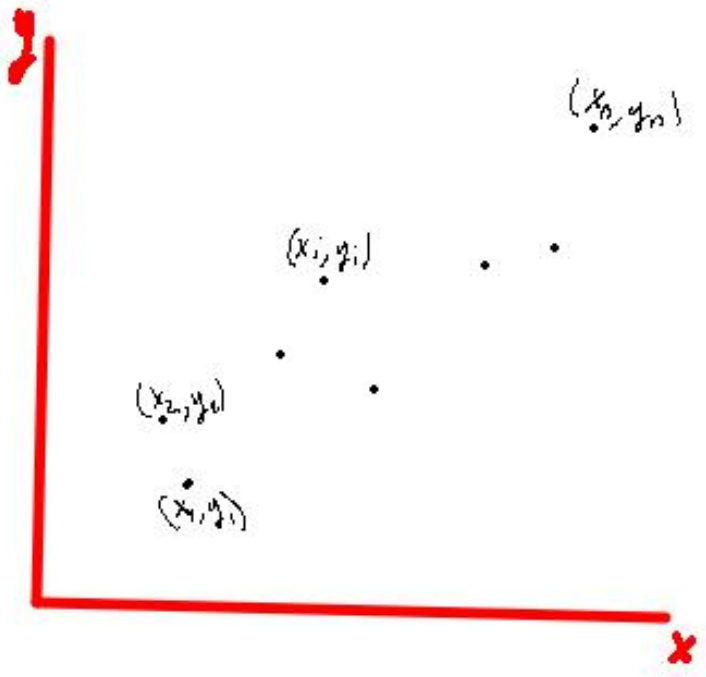
Análisis de datos

- Estimación de parámetros: maximización o inferencia Bayesiana.
- Comparación de modelos (puede ser parte de la inferencia Bayesiana).
- Reconstrucciones no paramétricas.
- Visualización.

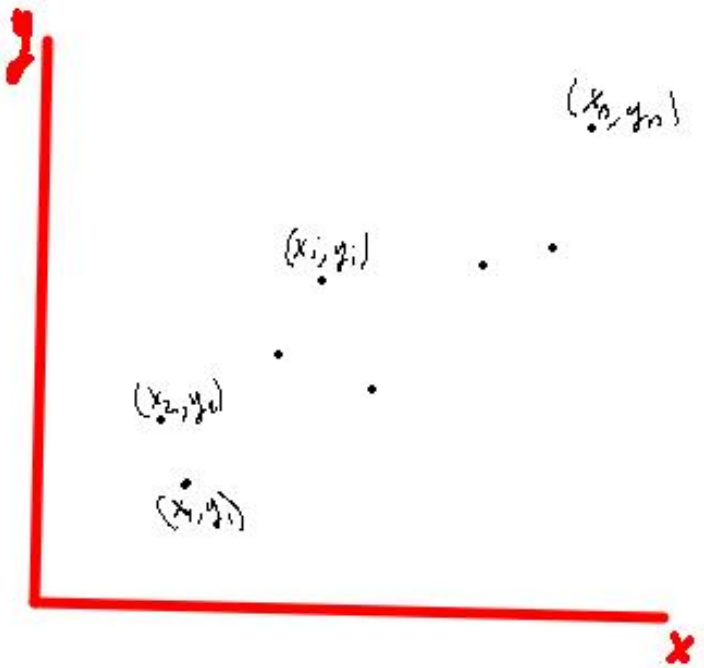
Análisis de datos

- Estimación de parámetros: maximización o inferencia Bayesiana.
- Comparación de modelos (puede ser parte de la inferencia Bayesiana).
- Reconstrucciones no paramétricas.
- Visualización.
- Interpretación física.

Estimación de parámetros

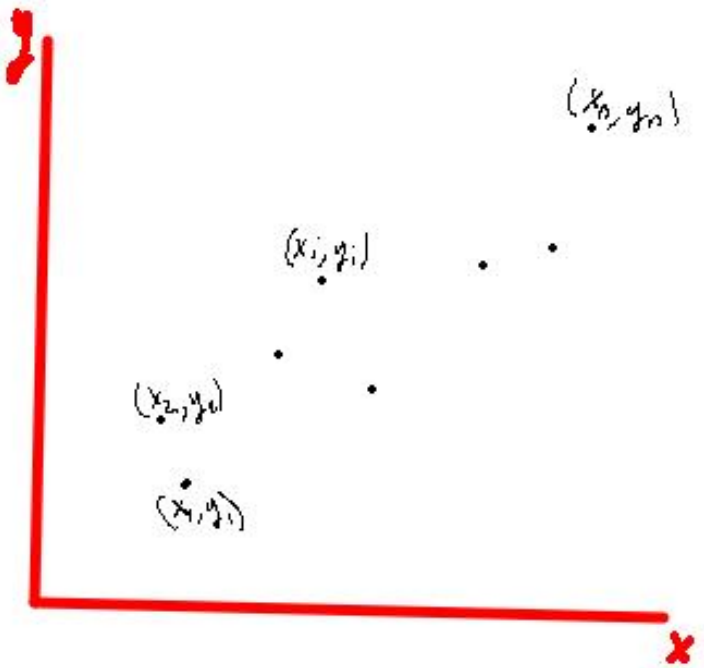


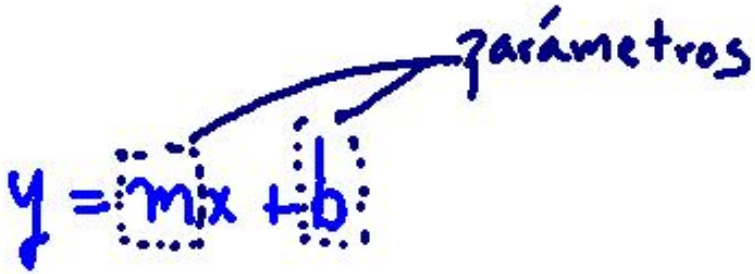
Estimación de parámetros



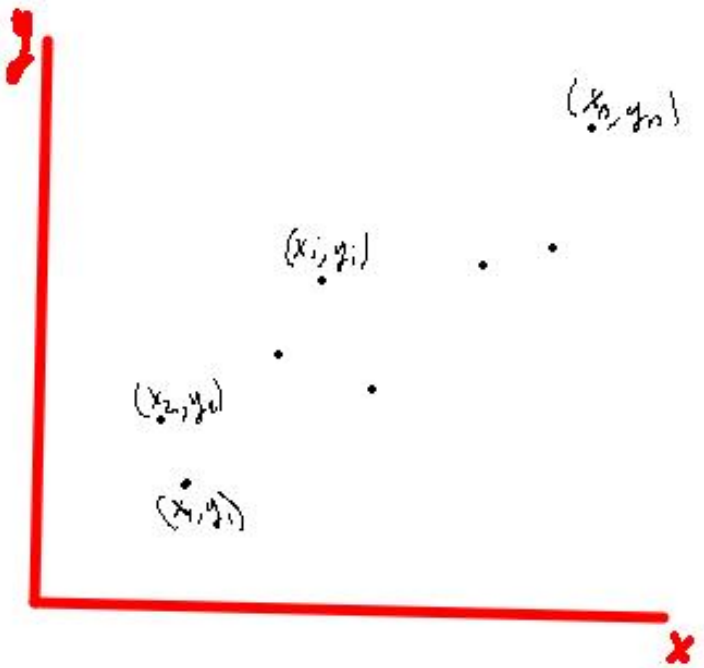
$$y = mx + b$$

Estimación de parámetros





Estimación de parámetros



parámetros

$$y_{th} = mx + b$$

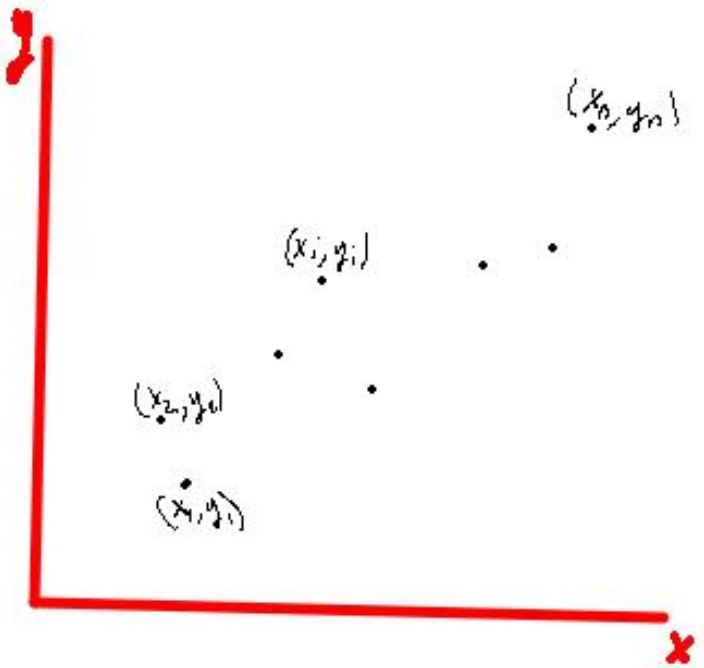
$$y_{th}(x_1) = mx_1 + b$$

$$y_{th}(x_2) = mx_2 + b$$

$$\vdots$$

$$y_{th}(x_n) = mx_n + b$$

Estimación de parámetros

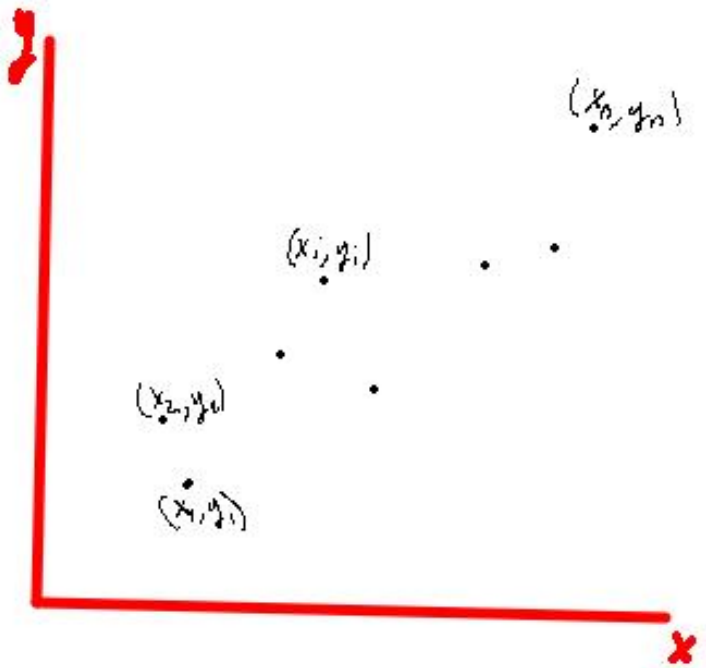


parámetros

$y_{th} = mx + b$

$y_{obs} = (y_1, \dots, y_n)$

Estimación de parámetros



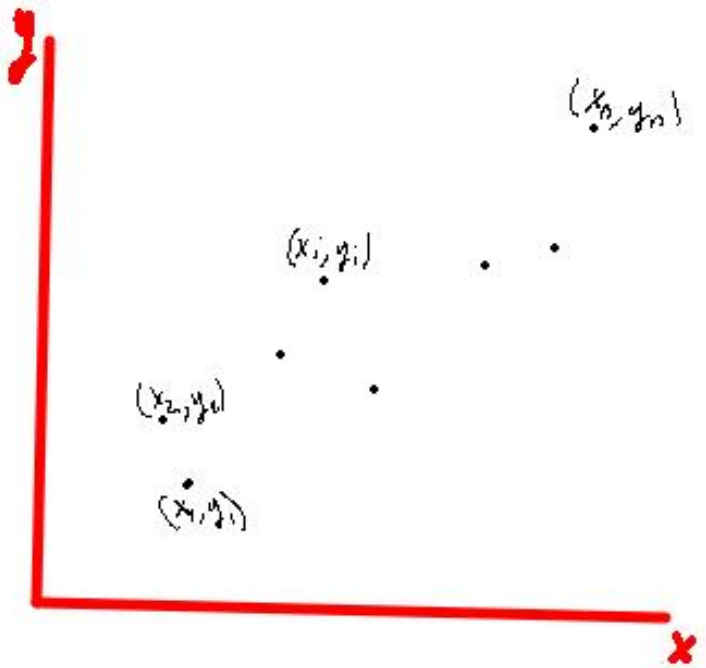
parámetros

$y_{th} = mx + b$

$y_{obs} = (y_1, \ldots, y_n)$

$\Delta y = y_{th} - y_{obs}$

Estimación de parámetros



parámetros

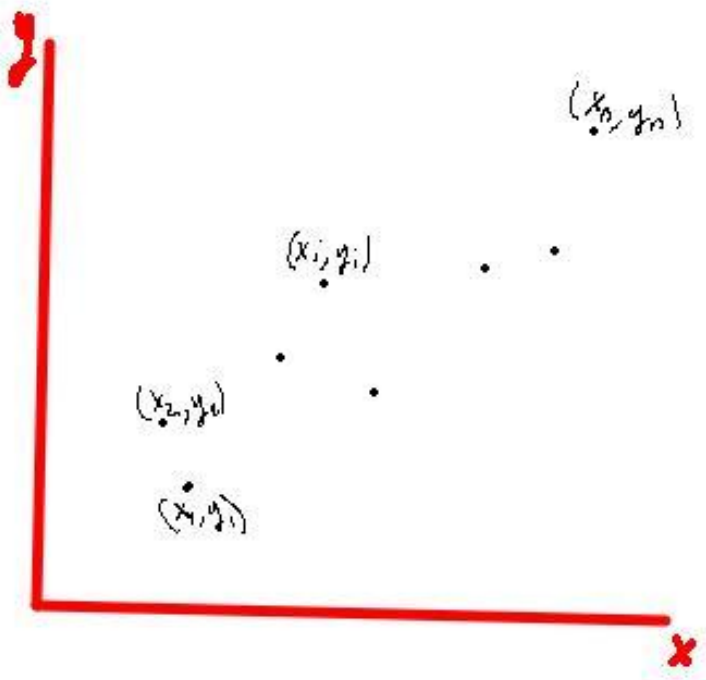
$$y_{th} = mx + b$$

$$y_{obs} = (y_1, \dots, y_n)$$

$$\Delta y = y_{th} - y_{obs}$$

$$-\log \mathcal{L} = (\Delta y)^T C^{-1} \Delta y$$

Estimación de parámetros



parámetros

$y_{th} = mx + b$

θ

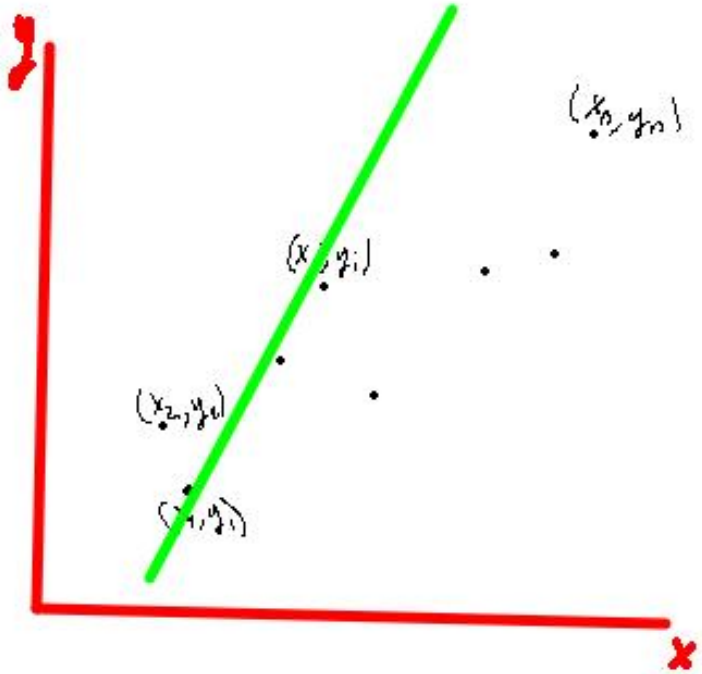
$y_{obs} = (y_1, \ldots, y_n)$

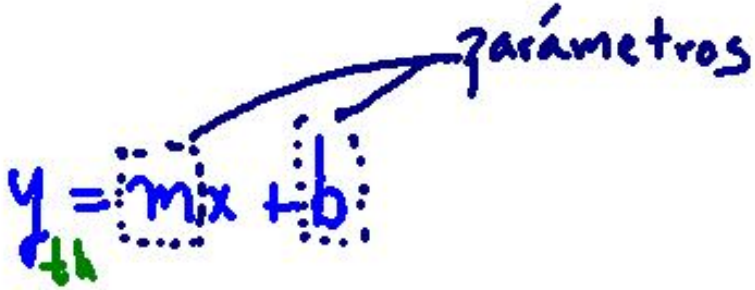
$\Delta y = y_{th} - y_{obs}$

$-\log \mathcal{L} = (\Delta y)^T C^{-1} \Delta y$

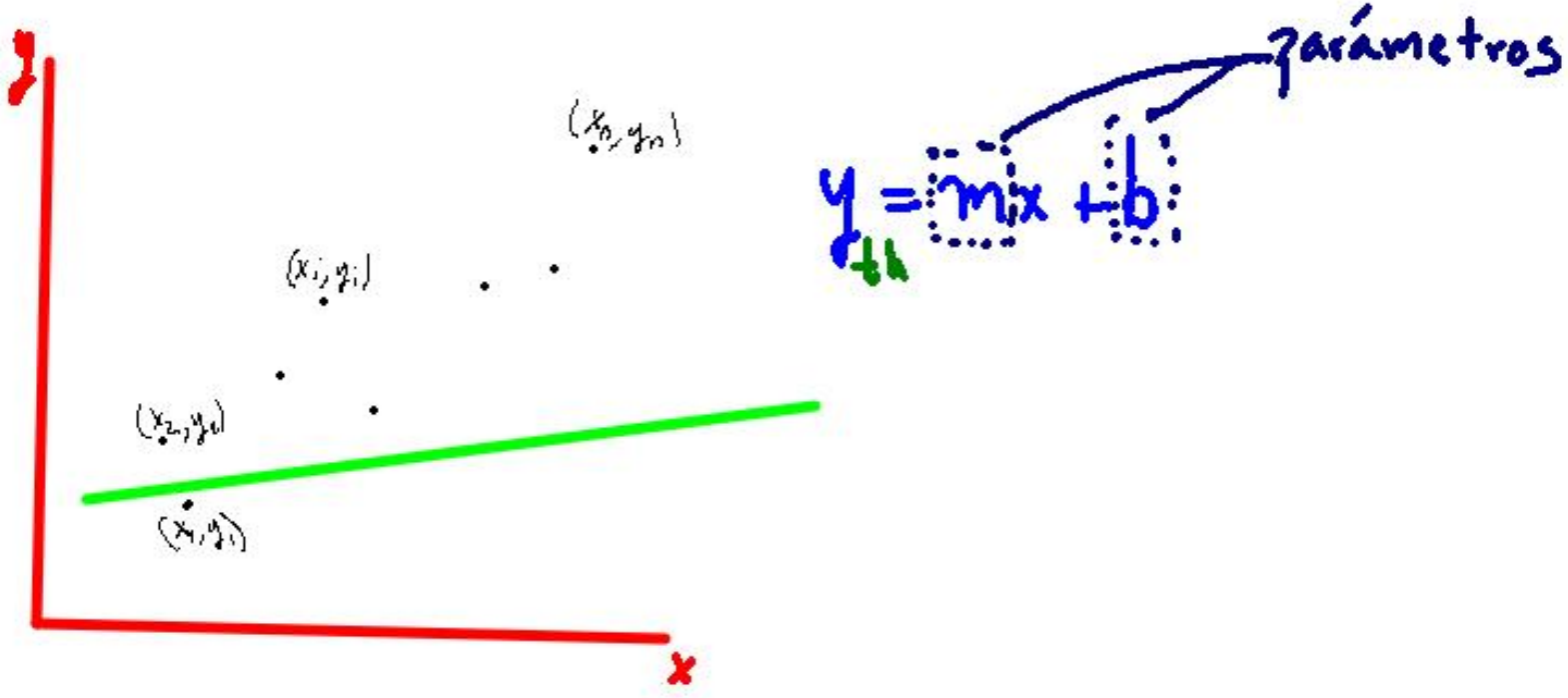
$\mathcal{L} = P(D|\theta)$

Estimación de parámetros

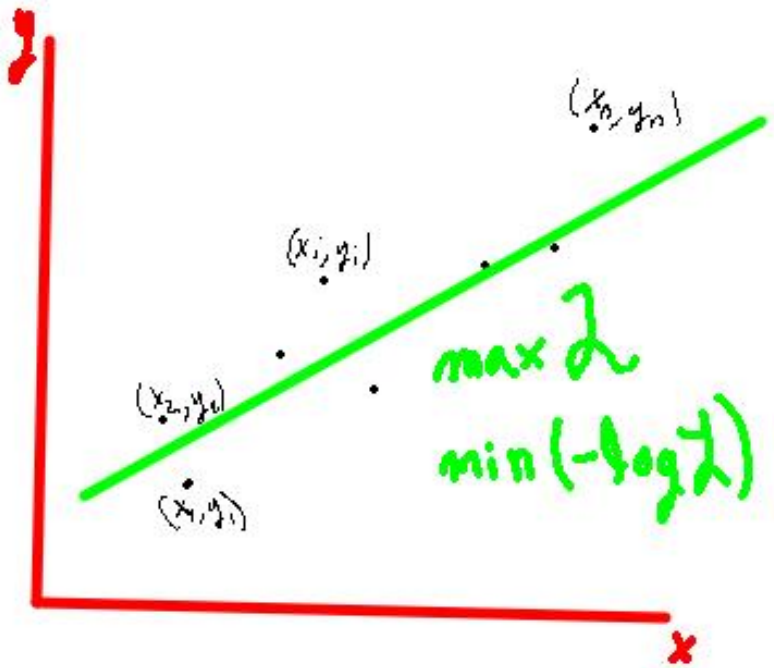




Estimación de parámetros



Estimación de parámetros

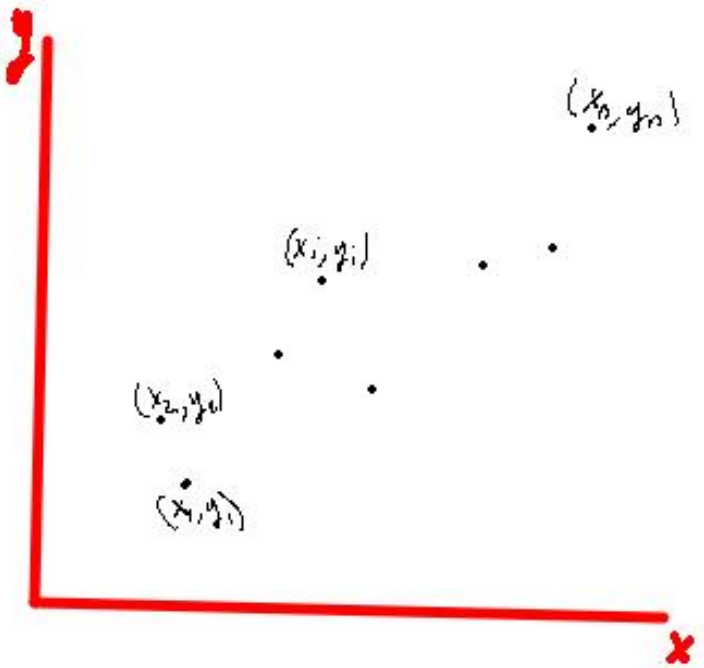


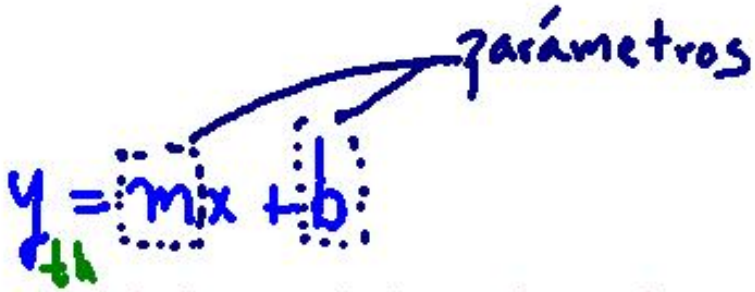
parámetros

$y_{th} = mx + b$

$\theta_{max} = (m_{max}, b_{max})$

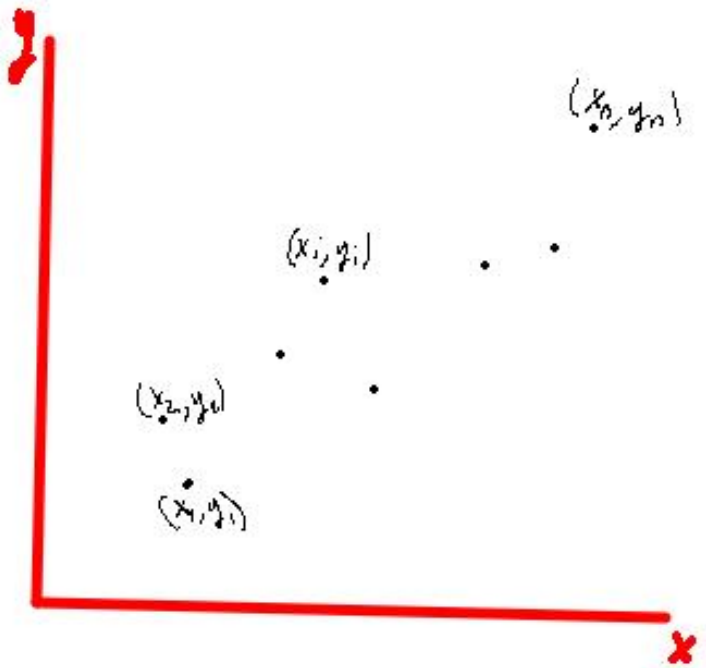
Estimación de parámetros





¿Tenemos algún conocimiento de m y b?

Estimación de parámetros



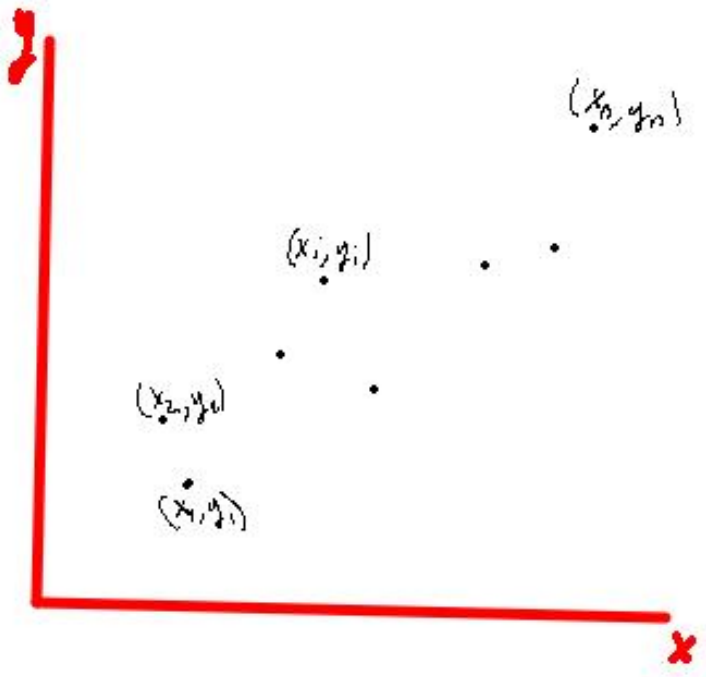
parámetros

$y = mx + b$

¿Tenemos algún conocimiento de m y b?

Ej. $0 < m \leq 1$; $0 \leq b < 5$

Estimación de parámetros



parámetros

$y = mx + b$

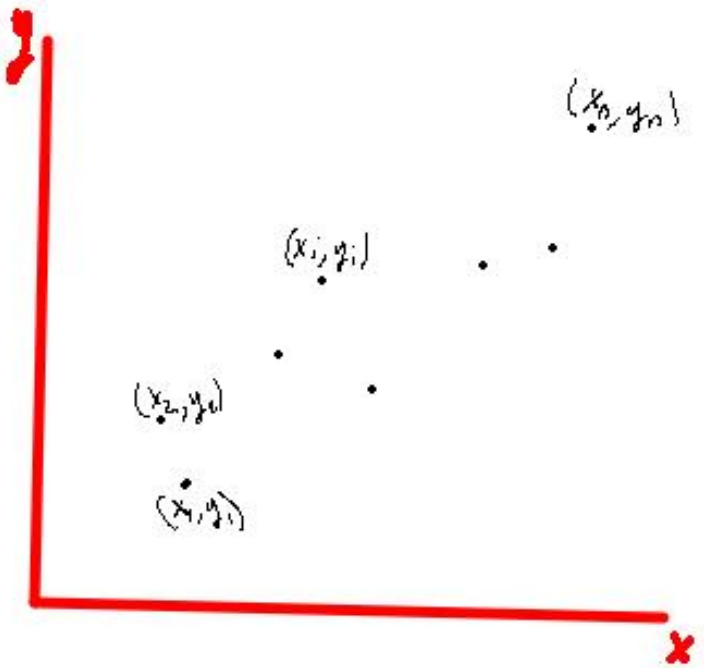
¿Tenemos algún conocimiento de m y b?

Ej. $0 < m \leq 1$; $0 \leq b < 5$

$m \sim U(0, 1)$

$b \sim N(2.5, 2)$

Estimación de parámetros



parámetros

$y = mx + b$

¿Tenemos algún conocimiento de m y b?

Ej. $0 < m \leq 1$; $0 \leq b < 5$

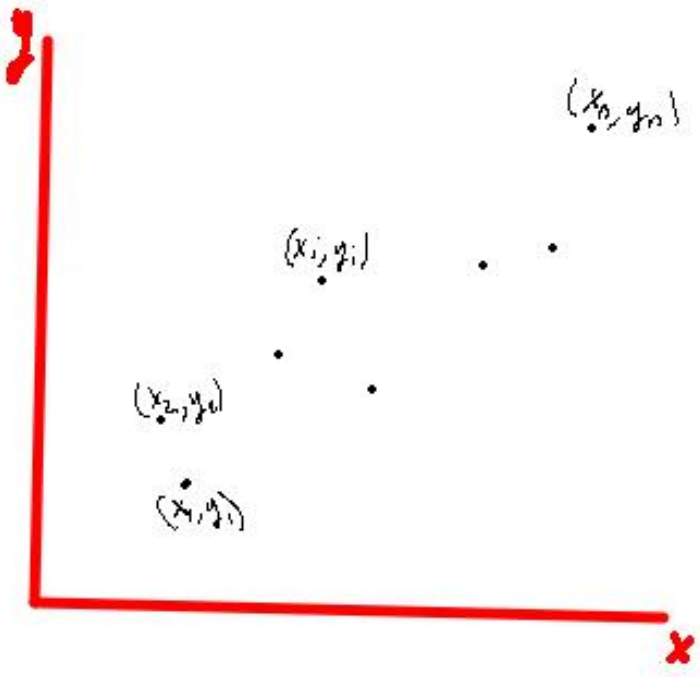
$m \sim U(0, 1)$

$b \sim N(2.5, 2)$

$P(m, b) = P(\theta)$

prior

Estimación de parámetros



parámetros

$y = mx + b$

¿Tenemos algún conocimiento de m y b?

Teorema de Bayes:

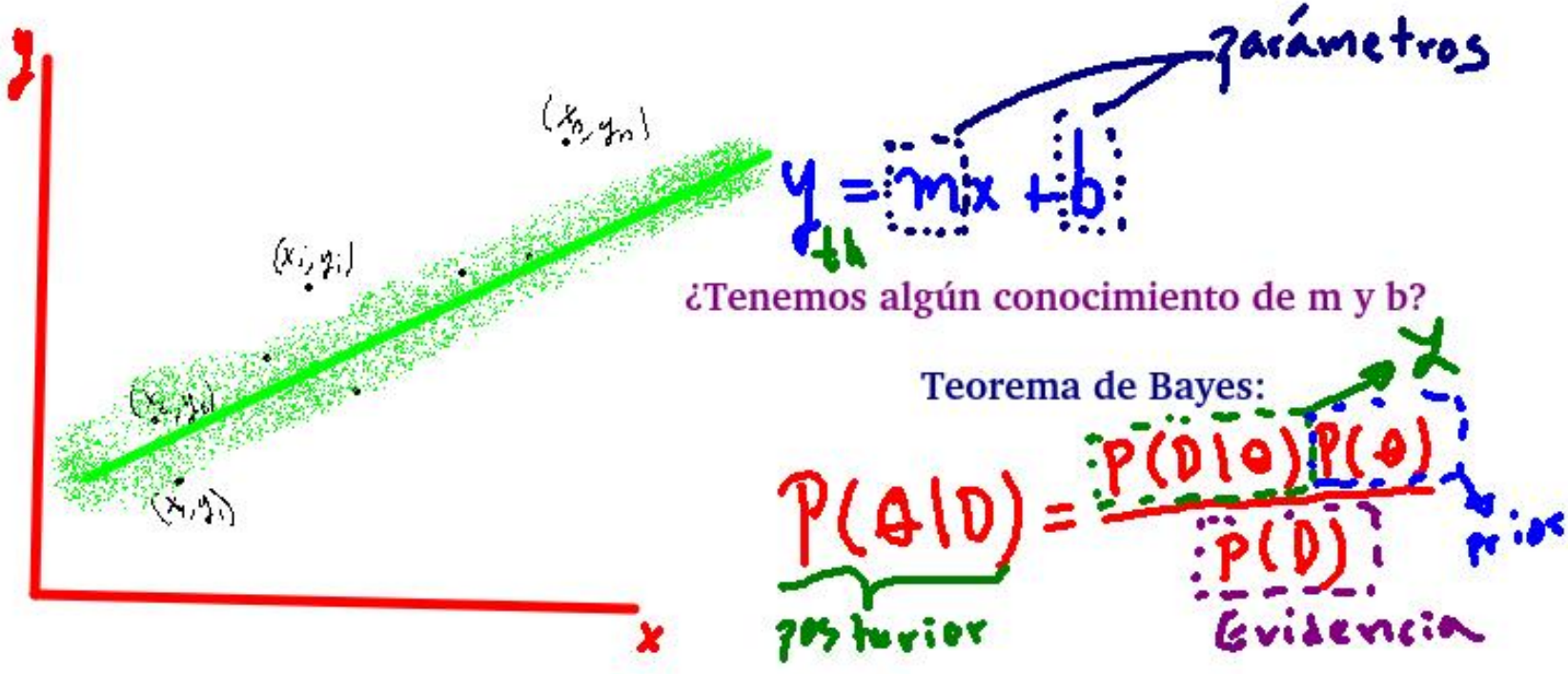
$$P(\theta|D) = \frac{P(D|\theta)P(\theta)}{P(D)}$$

$P(\theta|D)$: posterior

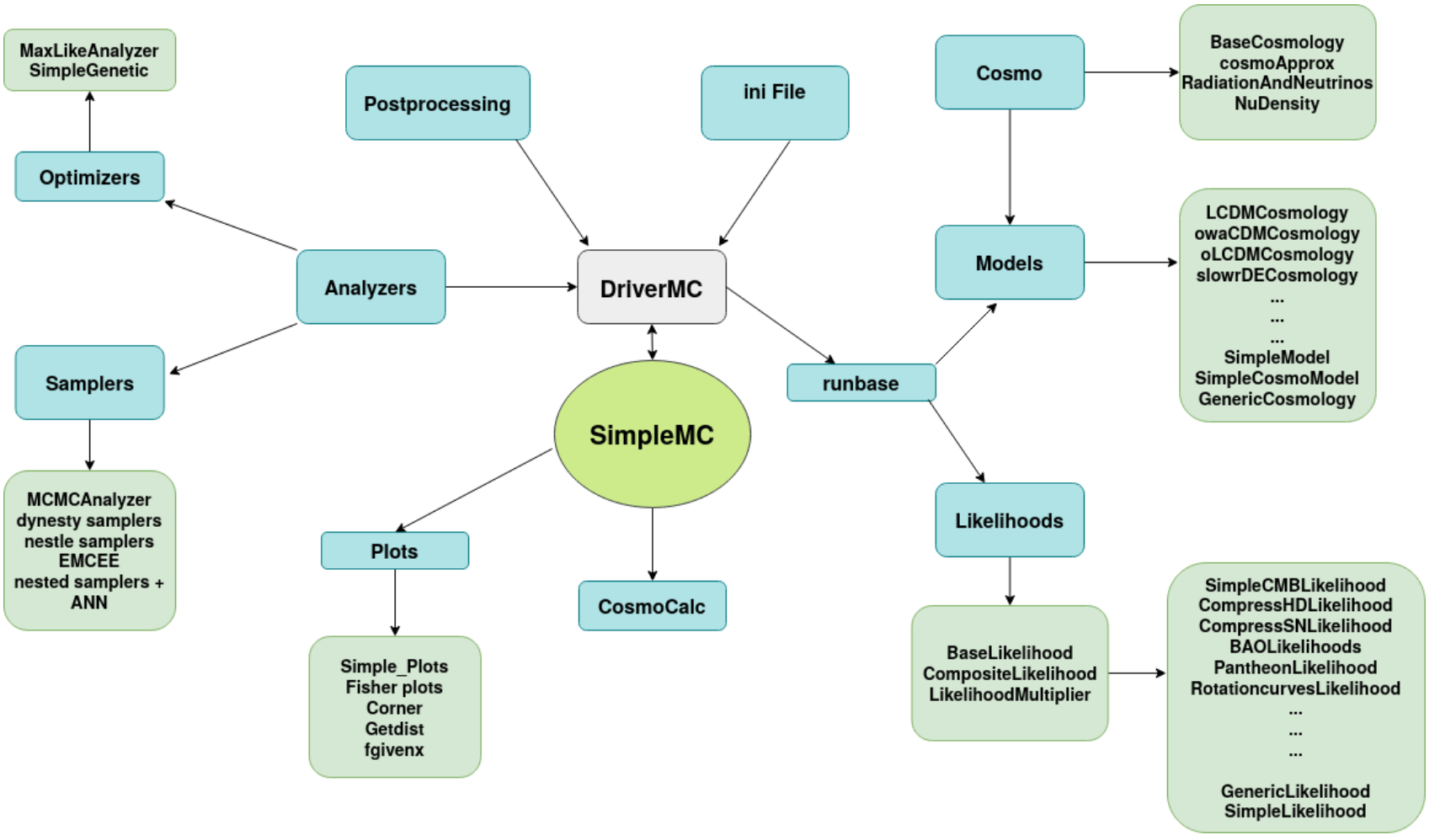
$P(\theta)$: prior

$P(D)$: Evidencia

Estimación de parámetros



Estructura


MaxLikeAnalyzer
SimpleGenetic
Optimizers
Postprocessing
ini File
Analyzers
DriverMC
Samplers
MCMCAnalyzer
dynesty samplers
nestle samplers
EMCEE
nested samplers +
ANN
SimpleMC
Plots
Simple_Plots
Fisher plots
Corner
Getdist
fgivenx
CosmoCalc
runbase
Cosmo
BaseCosmology
cosmoApprox
RadiationAndNeutrinos
NuDensity
Models
LCDMCosmology
owaCDMCosmology
oLCDMCosmology
slowrDECosmology
...
...
...
SimpleModel
SimpleCosmoModel
GenericCosmology
Likelihoods
BaseLikelihood
CompositeLikelihood
LikelihoodMultiplier
SimpleCMBLikelihood
CompressHDLikelihood
CompressSNLikelihood
BAOLikelihoods
PantheonLikelihood
RotationcurvesLikelihood
...
...
...
GenericLikelihood
SimpleLikelihood

Modelos

Modelo	Ecuación de Friedmann (H^2/H_0^2)
ΛCDM	$\Omega_{cb}a^{-3} + \Omega_\Lambda + \rho_{\nu+r}(z)/\rho_{\rm crit}$
$o\Lambda$CDM	$\Omega_{cb}a^{-3} + \Omega_\Lambda + \rho_{\nu+r}(z)/\rho_{\rm crit} + \Omega_k a^{-2}$
wCDM	$\Omega_{cb}a^{-3} + \Omega_{\rm de}a^{-3(1+w)} + \rho_{\nu+r}(z)/\rho_{\rm crit}$
owCDM	$\Omega_{cb}a^{-3} + \Omega_{\rm de}a^{-3(1+w)} + \rho_{\nu+r}(z)/\rho_{\rm crit} + \Omega_k a^{-2}$
w_0w_aCDM	$\Omega_{cb}a^{-3} + \Omega_{\rm de}a^{-3(1+w_0+w_a)}\exp[-3w_a(1-a)] + \rho_{\nu+r}(z)/\rho_{\rm crit}$

Datos

- SNIa
- Cronómetros cósmicos.
- BAO.
- Planck 2015 y 2018.- Versiones comprimidas de Planck-15 y Planck-18 (tratadas como un BAO a $z = 1090$)
- $f\sigma_8$

Analizadores

- Optimizadores.
- Algoritmo de inferencia Bayesiana.

Optimizadores

- `MaxLikeAnalyzer`.
- Algoritmo genético simple.

Inferencia Bayesiana

- Metropolis-Hastings .
- Muestreo anidado.
- `Emcee`.

Extras

- Métodos no paramétricos.
- `MCEvidence`.
- Redes neuronales.

Salidas y gráficas

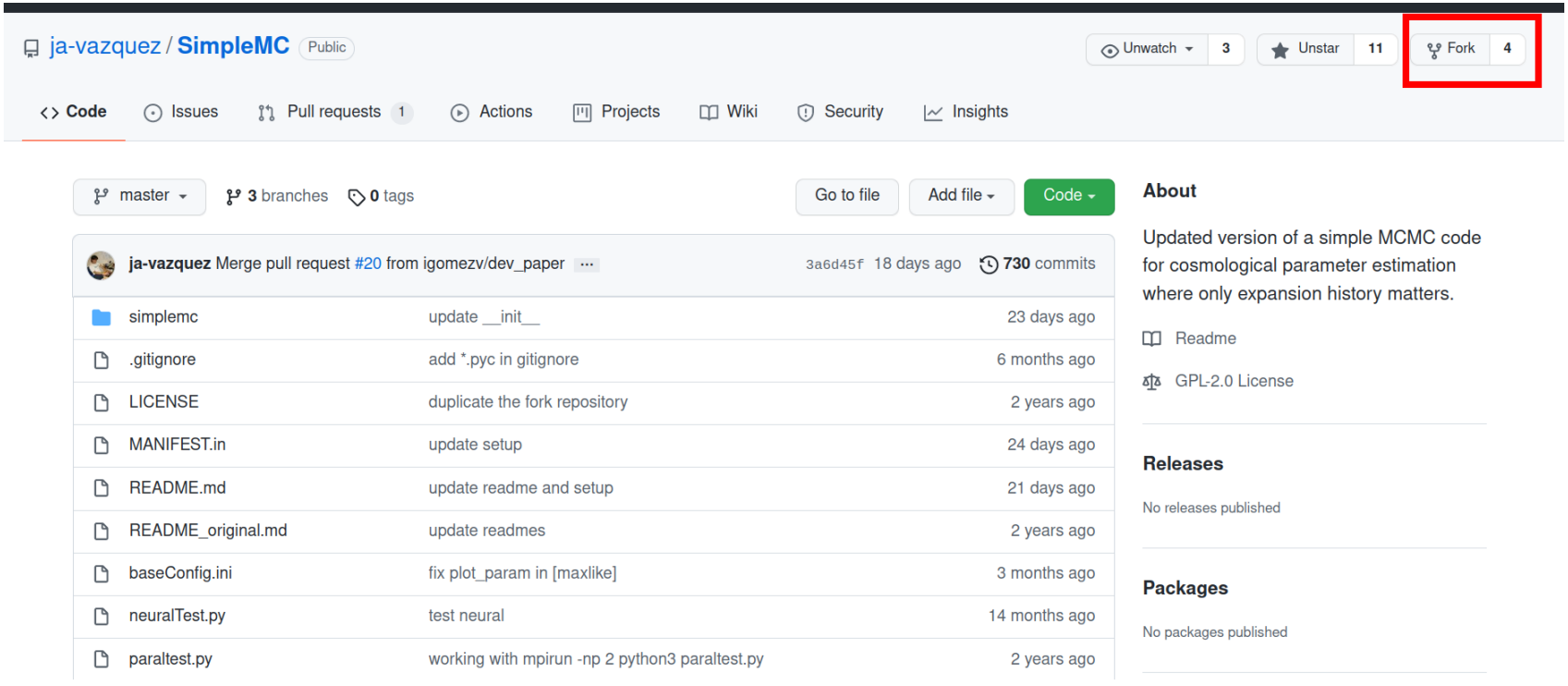
SimpleMC arroja como salida un .paramnames, un resumen y, para inferencia Bayesiana, un formato compatible con CosmoMC que se puede graficar con:

- Simple_Plots (nativo) .
- corner.
- getdist.
- fgivenx.

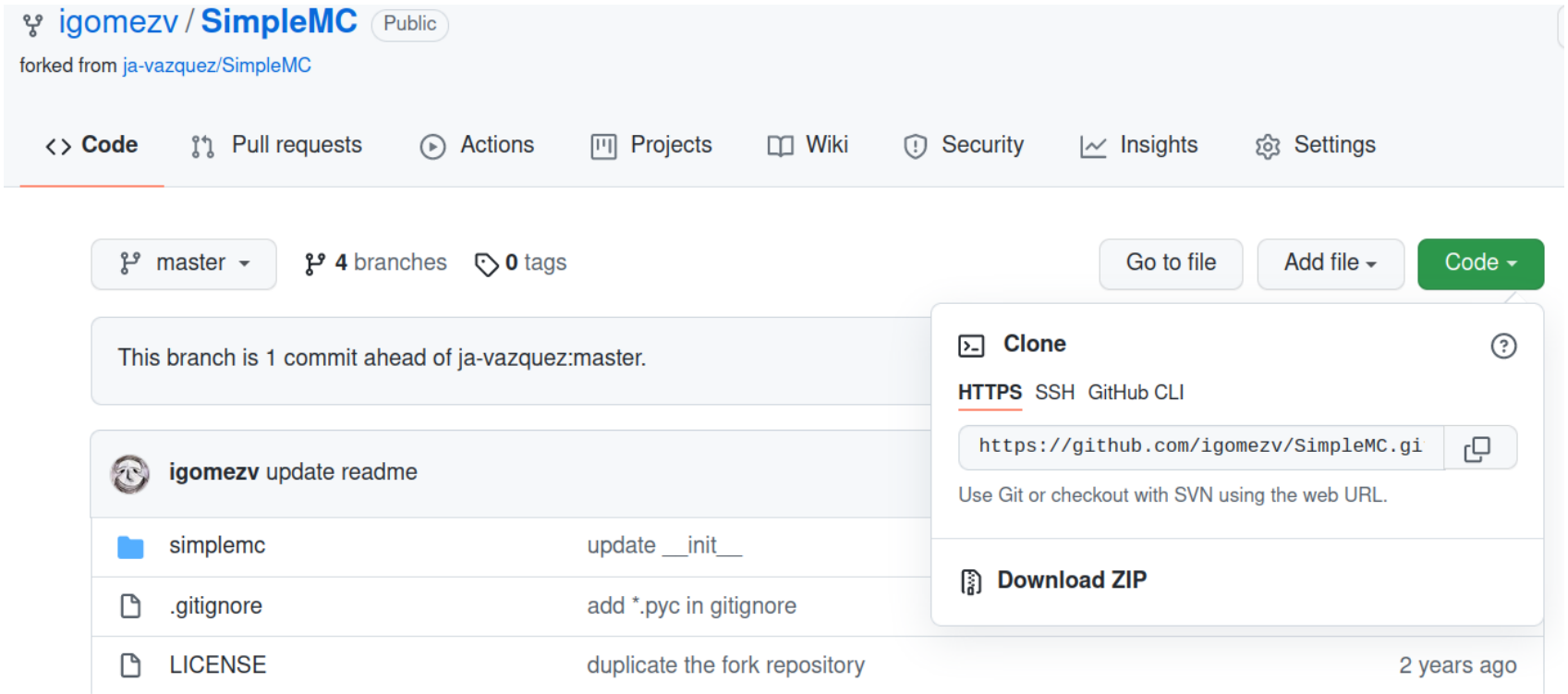
Otros

- `CosmoCalc`
- Archivo `ini` para configuración del usuario.
- MPI y multiprocessing

1. Fork al repositorio original



2. Clone a la copia

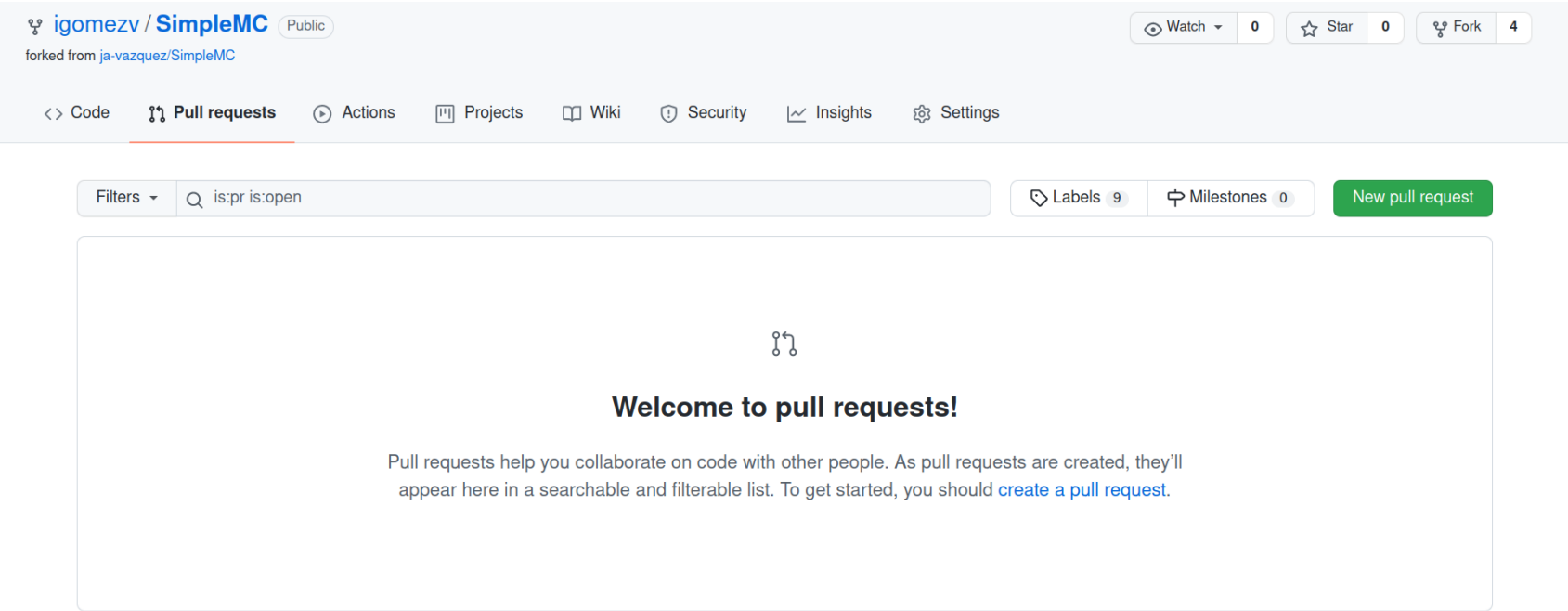



```
isidro@ubik:~/Documents/gitHub$ git clone https://github.com/igomezv/SimpleMC.git
```

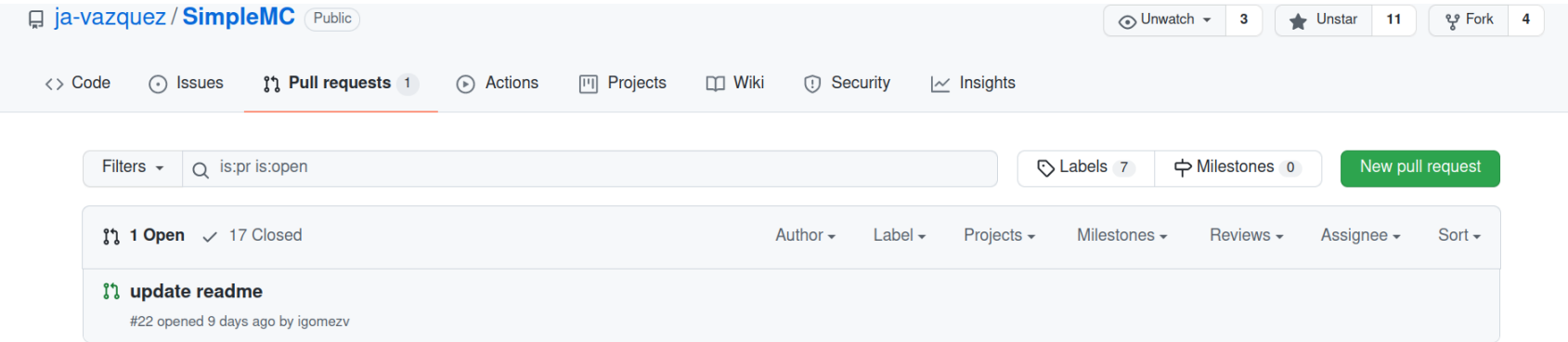
3. Commit y push a los cambios realizados en la copia

```
(base) isidro@ubik:~/Documents/gitHub/SimpleMC$ git commit -m "add X parameterization in a new DE model" simplemc/runbase.py simplemc/mo
dels/new_model.py baseConfig.ini
```

4. Pull request al repo original



4. Pull request al repo original



Práctica

- Explorar documentación:
  `https://igomezv.github.io/SimpleMC/`
- Correr código:
  `https://github.com/igomezv/simplemc_workshop/`

Gracias.