

CC\_2025\_Practica

October 15, 2024



0.1

# **Cambio Climático** ## **Práctica: FaIR** ### Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra  
#### Semestre 2025-I

---

Formato de entrega: 1 notebook por equipo, subido vía MACTI (Moodle).

---

---

###

**Ejercicio**

**1 -**

**Los**

**escenarios**

**(25**

**puntos)**

---

Los  
escenarios  
de  
emisión  
son  
fundamentales  
para  
entender  
las  
proyecciones  
climáticas  
del  
futuro.  
Están  
hechos  
de  
narrativas  
socioeconómicas  
que  
se  
utilizan  
para  
estimar  
las  
emisiones  
futuras.  
¿Cómo  
se  
ven  
las  
diferentes  
especies  
químicas  
en  
FaIR  
para  
los  
distintos  
escenarios?  
En  
este  
ejercicio  
vamos  
a  
intentar  
entender  
mejor  
los  
escenarios  
a <sup>2</sup>  
través  
de

---

#####

1.  
Replique  
las  
simulaciones  
hechas  
en el  
notebook  
1, es  
decir,  
haga  
una  
simulación  
utilizando  
todos  
los  
escenarios.  
En  
este  
caso  
utilice  
solamente  
1  
modelo  
a su  
elección.

---

####

2.

Compare  
las  
emisiones  
entre  
escenarios  
para  
los  
diferentes  
especies  
químicas.  
Algunas  
de  
las  
especies  
más  
importantes  
son:

['C02

FFI', 'C02

AFOLU', 'CH4', 'Sulfur', 'OC', 'NH3', 'NOx', 'N2O'].

Para

5

especies  
de la  
lista,  
y  
una  
especie  
adicional  
que  
no se  
encuentre  
en la  
lista,  
seleccione  
e  
inspeccione  
los  
objetos  
de  
emisión  
y  
concentración  
de  
cada  
especie.

---

#####

**2a.**

**Grafique,  
especie  
por  
especie,  
la  
serie  
de  
tiempo  
de  
emisión  
para  
los 8  
escenarios.**

---

####

2b.

Explique,  
utilizando  
su  
conocimiento  
e  
investigación  
sobre  
los  
escenarios,  
la  
evolución  
temporal  
de  
las  
emisiones  
de  
estas

6

especies.  
Relacione  
su  
interpretación  
de  
las  
gráficas  
con  
las  
narrativas  
de  
los  
escenarios.

No  
es  
estrictamente  
necesario  
que  
explique  
especie  
por  
especie,  
pero  
sí es  
importante  
no  
escatimar  
en el  
detalle  
de  
los  
diferentes

#####

**3.  
Grafique  
la  
serie  
de  
tiempo  
de  
forzamiento  
total  
y  
temperatura  
resultante  
para  
los 8  
escenarios  
(cada  
variable  
en  
un  
solo  
objeto  
de  
figura).  
Con  
su  
conocimiento  
del  
inciso  
anterior,  
explique  
sus  
resultados.**

[ ]:

### ### **Ejercicio 2 - El metano versus el dióxido de carbono ( 40 puntos)**

Este ejercicio tiene como objetivo comparar los impactos climáticos del metano ( $\text{CH}_4$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), dos de los principales gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global. Mientras que el  $\text{CO}_2$  es el gas más abundante y persistente, el  $\text{CH}_4$  tiene un potencial de calentamiento a corto plazo mucho mayor. La comparación entre estos dos gases es esencial para entender las diferentes estrategias de mitigación y sus impactos en el sistema climático. El metano, a pesar de su vida más corta en la atmósfera, puede contribuir de manera desproporcionada al calentamiento en escalas temporales más reducidas, lo que lo convierte en un objetivo crucial para las políticas climáticas inmediatas.

- Utilice un modelo diferente al del ejercicio anterior y al de otros ejercicios de la práctica.

- Realice 3 simulaciones con dos escenarios (en total son 6 simulaciones): ssp585 y el ssp460

### 0.1.1 Gráficas a mostrar como resultados

- 3 gráficas, como en los ejercicios previos, con nombres en los ejes, chulas y bonitas.
  - Forzamiento radiativo.
  - Anomalía de temperatura
  - El desbalance radiativo en el tope de la atmósfera. (TOA)

La última variable no la hemos visto, pero se puede buscar escribiendo el nombre de una clase de Fair (f) y luego buscando en las opciones.

### 0.1.2 Instrucciones

1. Realice la simulación control, que utilizará los parámetros por default del escenario: ssp585 y el ssp460. Haga una gráfica de forzamiento radiativo para comparar entre ambos escenarios.

2. Realice una segunda simulación que está caracterizada por una reducción repentina del metano a partir del año 2024. Entre los años 2024 y 2030 las emisiones de  $CH_4$  serán la mitad de las originales de cada escenario y partir del año 2030 serán 0.

3. Realice una segunda simulación que está caracterizada por una reducción repentina del dióxido de carbono a partir del año 2024. Entre los años 2024 y 2050 las emisiones de  $CO_2$  serán la mitad de las originales de cada escenario y partir del año 2050 serán iguales a un  $1/4$  del valor encontrado en las condiciones promedio previas a 1920. Para esto le será útil encontrar el valor promedio de las emisiones antes de 1920 y guardarlo como una variable.

4. Conteste las preguntas:

- Describa las diferencias entre las 6 simulaciones. ¿Qué sucede con el forzamiento y la temperatura en cada una? No se olvide de sus simulaciones control.

- Entonces qué es más importante, ¿disminuir a 0 las emisiones de metano o disminuir a la mitad las emisiones de  $CO_2$  y luego a  $1/4$ ?

- Su respuesta depende del escenario considerado, ¿sí o no?

- Al final de alguna de sus simulaciones, ¿el balance radiativo en el tope de la atmósfera llega a un balance? ¿Esto es lo que esperaba? ¿por qué?

[ ]:

---



---

###

**Ejercicio**

**3**

**(Elegible:**

**40**

**puntos)**

###

**Opción**

**A:**

**Geoingeniería**

**por**

**aerosoles.**

---

La  
geoingeniería  
por  
aerosoles,  
también  
conocida  
como  
geoingeniería  
solar  
o  
gestión  
de la  
radiación  
solar,  
es un  
concepto  
que  
involucra  
la  
manipulación  
deliberada  
de la  
atmósfera  
terrestre  
para  
contrarrestar  
el  
calentamiento  
global  
y sus  
efectos  
asociados.  
Una  
de las  
técnicas  
propuestas  
dentro  
de la  
geoingeniería  
por  
aerosoles  
implica  
la  
dispersión  
de  
partículas  
en la  
estratosfera  
para  
reflejar  
una  
parte

---

#####

1.

Realice  
una  
simulación  
con 1  
modelo  
y el  
escenario  
ssp460.  
Esta  
será  
su  
simulación  
Control.

---

####

2.

Haga  
una  
simulación  
igual  
a la  
Control  
pero  
represente  
una  
situación  
semejante  
a la  
que  
sucedería  
si la  
humanidad  
decidiera  
optar  
por  
la  
geoingeniería  
por  
aerosoles.  
Es  
decir,  
a  
través  
de la  
modificación  
de  
algún  
forzamiento  
o de  
la  
emisión  
de  
una  
o  
más  
especies,  
asemeje  
los  
efectos  
que  
considere  
que  
tendría  
dicha<sup>12</sup>  
actividad.  
Su

---

#####

3.

Muestre  
a  
través  
de  
varias  
gráficas,  
cómo  
su  
experimento  
tiene  
un  
forzamiento  
negativo  
tan  
fuerte  
que  
se  
ralentiza  
el  
calentamiento  
global  
por  
el  
escenario.  
Para  
esto,  
le  
podría  
ser  
útil  
considerar  
como  
objetivo  
que  
la  
serie  
de  
tiempo  
de  
temperatura  
se  
mantenga  
entre  
 $+1.0$   
y  
 $2.0^{\circ}$   
por  
encima  
de  
niveles

---

####

6.

Grafique

la

serie

de

tiempo

de

temperatura

de

los 2

experimentos.

Explique

sus

resultados

y

discuta

las

implicaciones

de la

geoingeniería

por

aerosoles.

Tal

vez

le

sea

útil

leer:

[https://www.theguardian.com/commentisfree/2021/apr/22/](https://www.theguardian.com/commentisfree/2021/apr/22/crisis-emergency-earth-day-para-explicar-que-es-el-termino-termination-shock-y-como-se-podria-relacionar-con-sus-resultados-que-tendria-que)

crisis-

emergency-

earth-

day

para

explicar

qué

es el

término

“termination

shock”

y

cómo

se

podría

relacionar

con

sus

resultados.

¿Qué

tendría

que

---

###

**Opción  
B La  
pena  
climática**

---

La  
“pena  
climática”  
es un  
término  
que  
se  
refiere  
al  
resultado  
de la  
reducción  
de la  
emisión  
de  
aerosoles,  
los  
cuales  
pueden  
tener  
efectos  
tanto  
en la  
calidad  
del  
aire  
como  
en el  
clima.  
Los  
aerosoles  
atmosféricos  
tienen,  
en  
promedio,  
un  
efecto  
de  
enfriamiento  
en el  
clima  
al  
reflejar  
la  
radiación  
solar  
de  
vuelta  
al  
espacio,  
contrarrestando  
parcialmente



---

Cuando  
se  
reduce  
la  
emisión  
de  
aerosoles  
como  
resultado  
de  
políticas  
ambientales  
que  
buscan  
mejorar  
la  
calidad  
del  
aire,  
como  
la  
reducción  
de la  
quemada  
de  
combustibles  
fósiles,  
se  
podría  
producir  
un  
fenómeno  
conocido  
como  
“pena  
climática”.  
Esta  
“pena”,  
o  
castigo  
sería  
una  
traducción  
más  
adecuada,  
se  
refiere  
al  
hecho  
de  
que  
la

---

#####

1.

Replique

las

simulaciones

hechas

en el

notebook

1

para

2

modelos

con

los

escenarios

‘ssp370’

y

‘ssp585’

(2x2

simulaciones).

---

####

2.

Haga

4

simulaciones

análogas

pero,

en

cada

una,

modifique

la

emisión

de

las

especies

['Sulfur', 'OC', 'CO', 'BC', 'NOx', 'NH3', 'VOC', 'N2O']

y

vuélvalas

0 a

partir

del

año

2024.

Esta

simulación

será

representativa

de

emisiones

de

aerosoles

netas

0.

Explique

por

qué

reducir

estas

emisiones

sería

equivalente

a

mejorar

la

calidad

del

aire.

---

#####

**3.**

**Grafique**

**en 4**

**paneles**

**la**

**temperatura**

**superficial**

**resultado.**

**En**

**cada**

**panel,**

**grafique**

**la**

**simulación**

**control**

**correspondiente**

**con**

**el**

**experimento**

**sin**

**aerosoles.**

---

####

4.

Calcule  
la  
pena  
climática  
como  
la  
diferencia  
en la  
anomalía  
de  
temperatura  
entre  
su  
experimento  
y su  
experimento  
sin  
aerosoles  
para  
cada  
caso.  
Considere  
el  
promedio  
de  
temperatura  
en  
los  
últimos  
diez  
años  
(2090-  
2100)  
para  
ambas  
simulaciones  
antes  
de  
obtener  
la  
diferencia.

---

####

5.

Explique  
la  
magnitud,  
impacto  
y  
repercusión  
de la  
pena  
climática  
en  
sus  
simulaciones  
como  
resultado  
de la  
disminución  
abrupta  
y la  
tendencia  
hacia  
emisiones  
0 de  
aerosoles.

####

Extra  
(+8  
puntos).  
Demuestre  
si es  
cierto  
que  
los  
experimentos  
del  
punto  
2 son  
“emisiones  
de  
aerosoles  
netas  
0” o  
no.

---

[ ]:

### Ejercicio Extra - La sensibilidad del clima ( 25 puntos)

Corra el modelo para todos los escenarios, es decir:

```
scenarios = ['ssp119', 'ssp126', 'ssp245', 'ssp370', 'ssp434', 'ssp460',  
'ssp534-over', 'ssp585']
```

utilizando 6 modelos de su elección.

1. Realice las simulaciones de manera estándar, sin modificar ninguna especie, en el intervalo de tiempo normal.

2. Calcule la sensibilidad del clima  $\lambda$  para cada modelo. Recuerde que definimos  $\lambda$  como:

$$\lambda = \Delta T / \Delta F$$

2a. Para este fin, calcule la anomalía de temperatura, y el correspondiente forzamiento total, a finales de siglo en cada escenario. Basta obtener los valores al final de la simulación promediando ambas variables entre 2080 y 2100.

3. Utilizando estos valores, haga, para cada modelo por separado, un gráfico de dispersión F vs T, y calcule la pendiente de esta dispersión de puntos. La pendiente, por definición, es  $\lambda$ .

4. Reporte los resultados de la pendiente para cada modelo. Responda, ¿Obtuvo los mismos valores para todos los modelos? ¿Por qué son parecidos o diferentes?

[ ]: