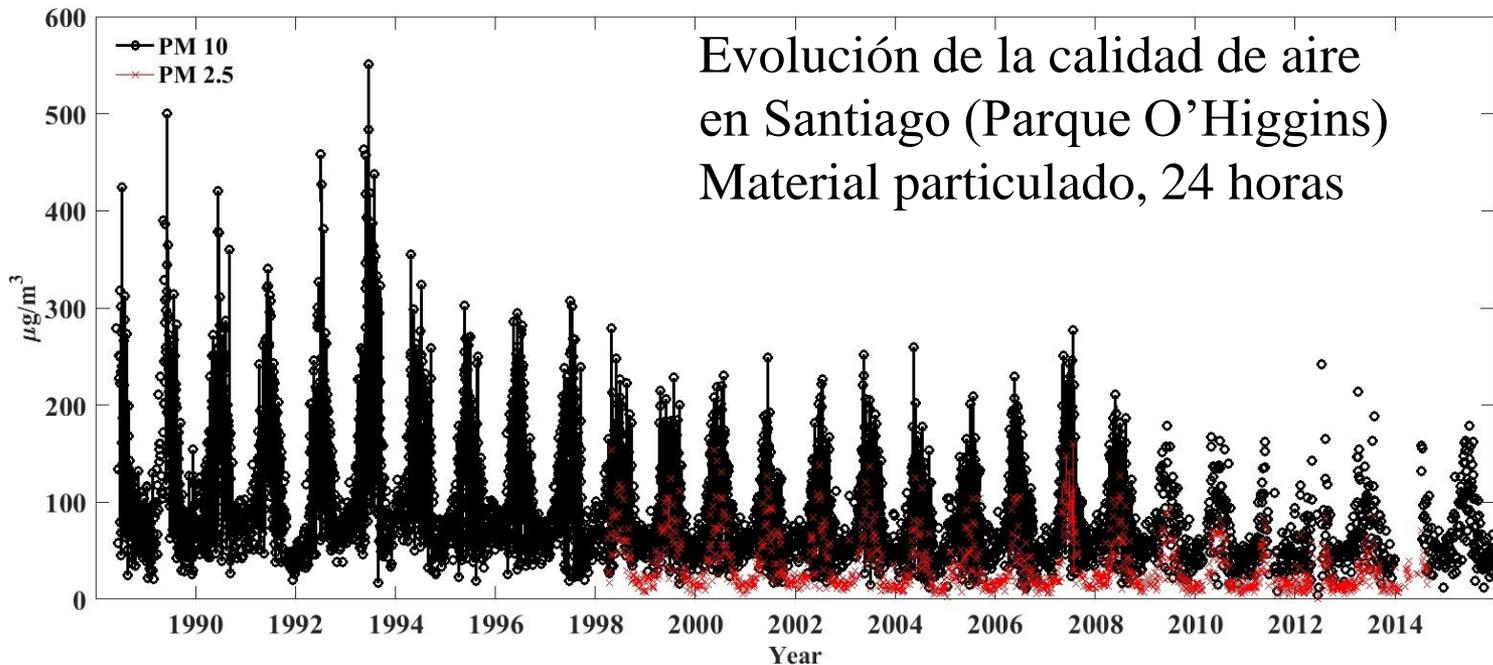


GF 3022-1



Contaminación Atmosférica



Laura Gallardo

Profesora Asociada, Departamento de Geofísica

Directora del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia

Universidad de Chile

laura@dgf.uchile.cl; lgallard@u.uchile.cl

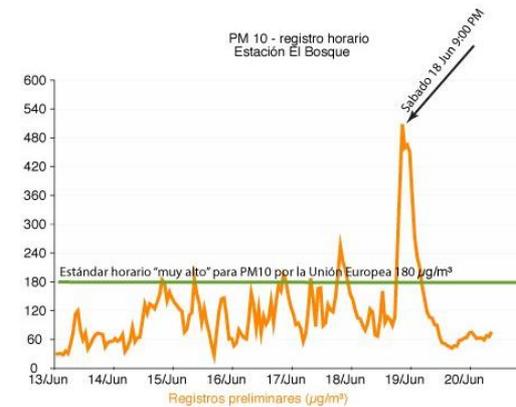
Contenidos de hoy



- Presentación del curso
 - Contenidos
 - Objetivos
 - Actividades
 - Evaluación
- Trazas y fluído
- Escalas y problemas de dispersión

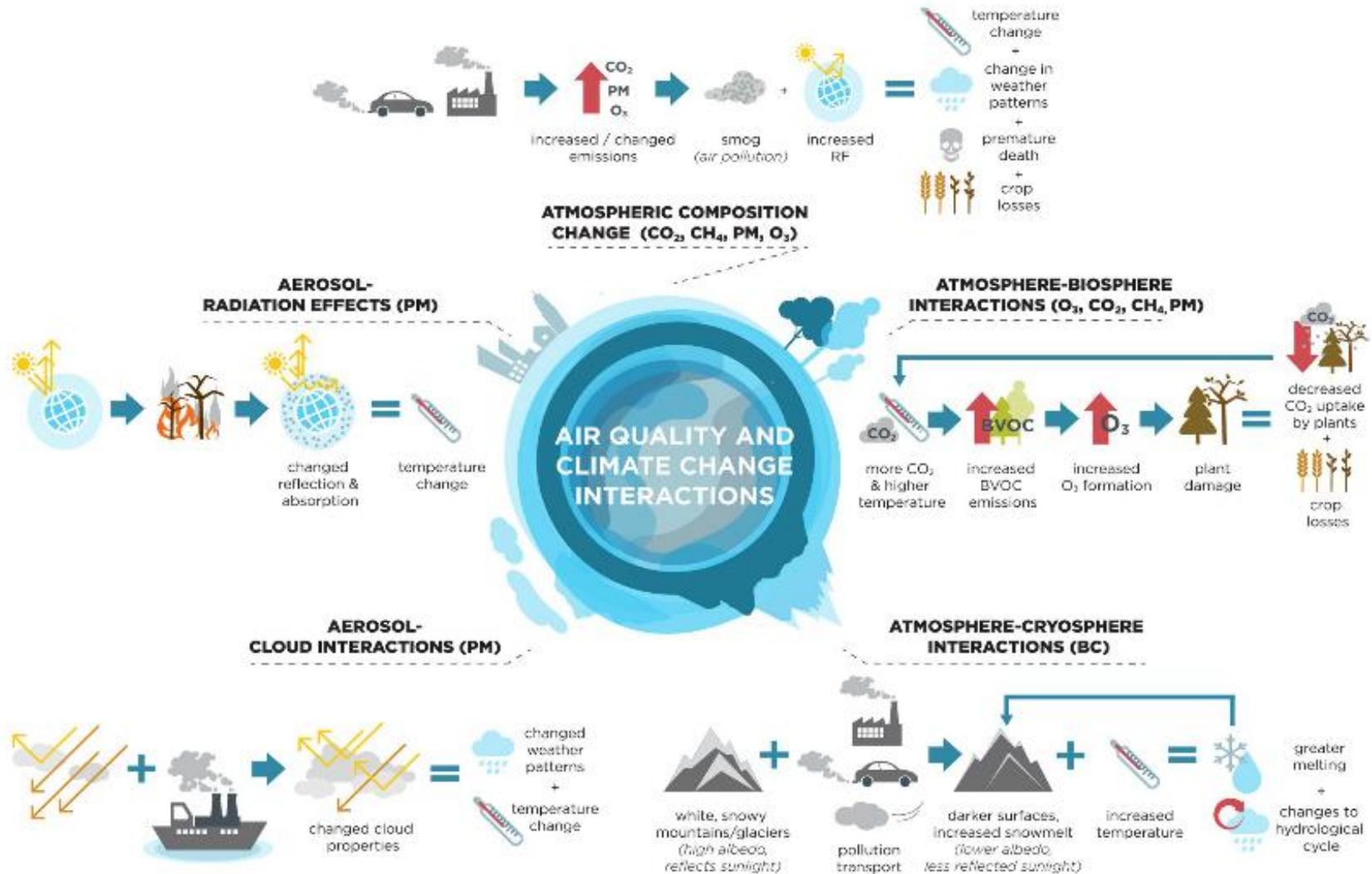
¿Por qué/para qué GF3022?

¿Qué problemas de contaminación conocen?



Gentileza de R. Rondanelli

La calidad del aire y el cambio climático están ligados en más de una forma



Effects on Public Health

Air pollution, a preventable risk

SLCPs, particularly O₃ and BC and co-pollutants, which are important parts of PM2.5 air pollution, are harmful to human health. Globally, PM2.5 is the leading environmental cause of poor health and premature death.

PREMATURE DEATHS YEAR 2010
 GLOBALLY, AIR POLLUTION IS RESPONSIBLE FOR:

-  **3,500,000** From **indoor** PM2.5 pollution
-  **3,200,000** From **outdoor** PM2.5 pollution
-  **150,000** From **ozone** pollution

DISEASES DUE TO:

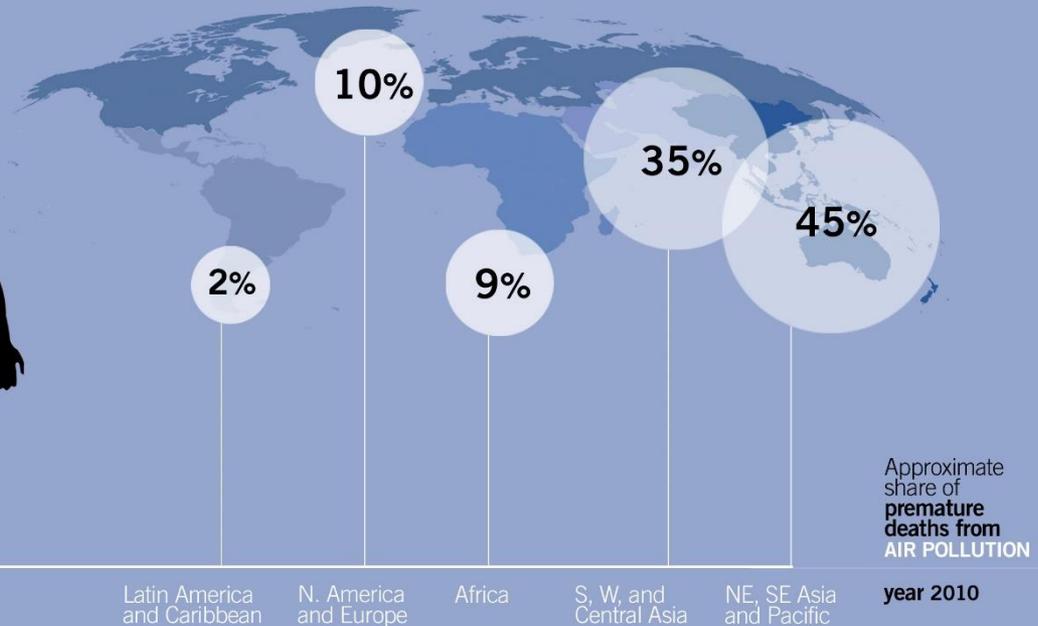
 **PM2.5 AIR POLLUTION**

 **O₃**

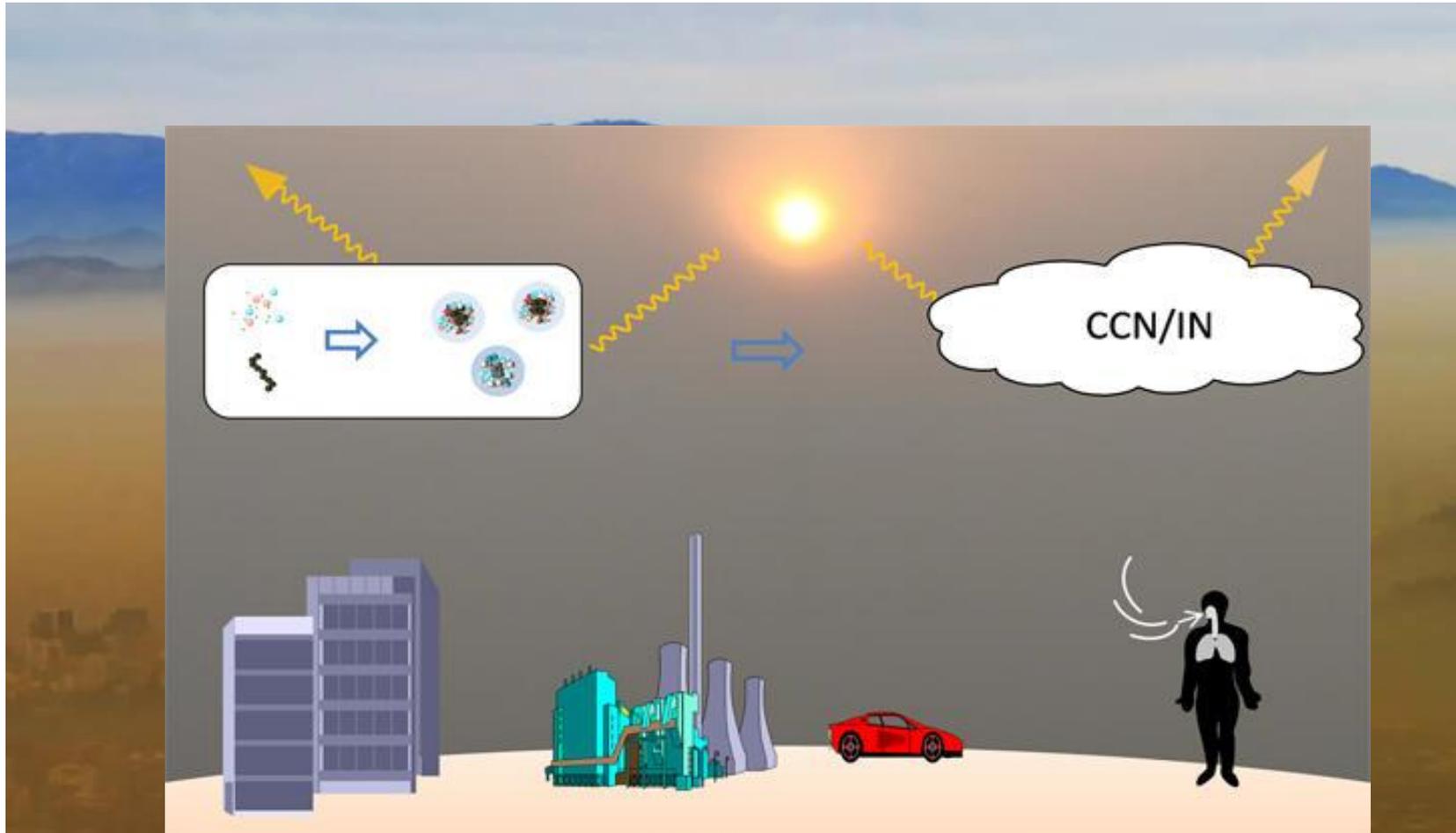
- 
 -   Heart attacks
 -  Strokes, heart disease
 -  Congestive heart failure
- 
 -  Lung cancer
 -  Chronic bronchitis
 -  Asthma
 -  Emphysema
 -  Scarred lung tissue
- 
 -  Low birth weight



Globally, **air pollution** is the **2nd leading risk factor** for the global burden of disease in 2010, behind high blood pressure, and together with **tobacco smoking**, including second hand smoke.



El material particulado y el ozono afectan la salud y puede afectar el clima



Zhang, R., et al 2015. Formation of Urban Fine Particulate Matter. *Chemical reviews*.

Contenidos principales del curso

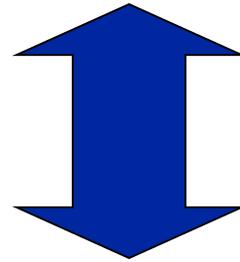
- Clasificación y caracterización de problemas de dispersión
- Ecuación de continuidad
- Emisiones
- Circulación, estabilidad y transporte
- Transformaciones físico-químicas
- Procesos de remoción
- Representación numérica y computacional de modelos
- Observaciones y mediciones



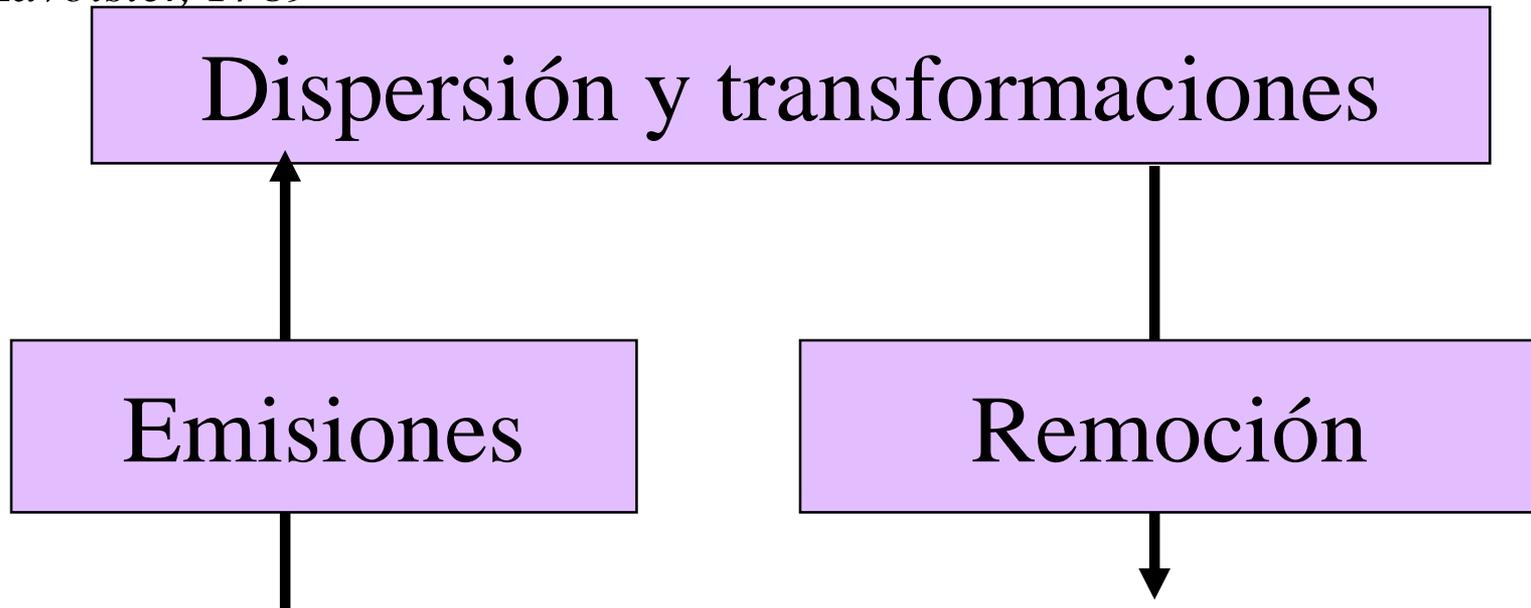
$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\vec{v} \cdot \nabla c - c \nabla \cdot \vec{v} - \nabla \cdot (\langle c' \vec{v}' \rangle) + Q - S$$



Lavoisier, 1789



+CI & CB



GF 3022

Código	Nombre			
GF3022	CONTAMINACION ATMOSFÉRICA			
Nombre en Inglés				
Air Pollution				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
CM2004 Físicoquímica FI2004 Termodinámica			Electivo Común de Licenciaturas e Ingenierías. Obligatorio en los Minors de Energías Renovables y de Meteorología y Climatología.	
Resultados de Aprendizaje				
<p>Al cabo de este curso, los estudiantes estarán familiarizados con los procesos que determinan la evolución física y química y la dispersión de trazas atmosféricas: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca. También habrán adquirido experiencia en la modelación numérica de dichos procesos, con énfasis en problemas de contaminación urbana y entorno a megafuentes. Con todo, los alumnos podrán establecer criterios pertinentes al desarrollo, aplicación y evaluación de modelos de dispersión. Específicamente:</p>				

Equipo docente

- Laura Gallardo (laura@dgf.uchile.cl)
 - PhD Meteorología Química, Universidad de Estocolmo, Suecia
 - Prof. Asociada, Departamento de Geofísica
 - Directora, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (www.cr2.cl)
- Jorge Gacitúa, MSc (C) Meteorología y Climatología



Evaluación si $N < 25$

- Tareas (~4 tareas)(30%)
 - Cada ~2/3 semanas tienen tareas que deben entregar en las 2 semanas siguientes. Al final, se toma el mejor 80% de los problemas.
- Talleres (~2) (30%)
 - Requiere Matlab o similar y uso de sistemas computacionales (Linux)
- **Presentación de proyecto de investigación en grupo (40%)**



NB. Todas las evaluaciones se aprueban por separado (>4)

Evaluación si $N > 25$

- **Tareas (~6 tareas)(60%)**
 - Cada ~2/3 semanas tienen tareas que deben entregar en las 2 semanas siguientes. Al final, se toma el mejor 80% de los problemas.
 - Requiere, a veces, Matlab o similar y uso de sistemas computacionales (Linux)
- **3 controles convencionales (40%)**

NB. Todas las evaluaciones se aprueban por separado (≥ 4)



Temas de profundización (EN GRUPO)

- Tema libre pero sujeto a venia de la profe o bien:
 - Contaminantes de vida media corta y compromisos de Chile frente al Acuerdo de París
 - Tendencias de contaminantes en ciudades chilenas
 - Etc
- Deben:
 - Trabajar en grupos al azar de máximo 5 personas y mínimo 3
 - Investigar a lo largo del curso y presentar avances cada mes
 - Escribir un informe en formato de artículo científico
 - Hacer una presentación frente a sus compañeros y otros interesados

Estructura del informe

1. Estructura del trabajo

1.1. Resumen

Relata en no más de 250 palabras el problema abordado, su importancia, la metodología empleada y los resultados principales.

1.2. Introducción

Presenta en dos o tres planas el tema abordado y su relevancia, la motivación del estudio, los antecedentes que muestran que los autores manejan el tema (revisión de literatura atinente y los trabajos previos), se indica la contribución (original) del trabajo y se describe la estructura del resto del artículo.

1.3. Metodología, datos y herramientas

Describe cómo se aborda el problema. En el caso de estudios de modelación cabe hacer una descripción de la herramienta de modelación, su configuración e implementación, los datos considerados para determinar condiciones iniciales y de borde y para validar los resultados. En el caso de estudios instrumentales cabe describir el principio de medición, los errores instrumentales, etc..

1.4. Resultados

Se responde la pregunta que se planteó para el trabajo realizado y se discuten las limitaciones y alcances de la respuesta dada.

1.5. Conclusiones

Se destaca la esencia del nuevo elemento de conocimiento alcanzado a través del trabajo (¿qué se aprendió?) y se presentan perspectivas de continuación o mejoras al trabajo. Todo en no más de dos planas.

Agradecimientos.

Referencias

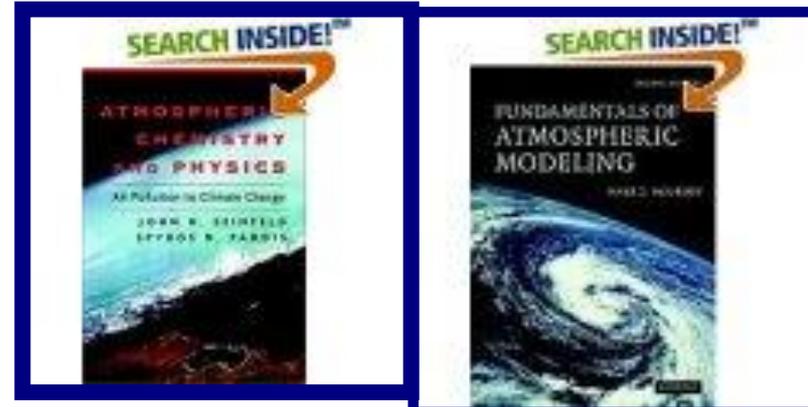
Se indican los trabajos consultados (cuáles y dónde se encuentran) en el trabajo. Todas las referencias indicadas deben estar incluidas en el texto.

El trabajo puede tener a lo más 25 planas incluyendo figuras, referencias y texto.

Bibliografía

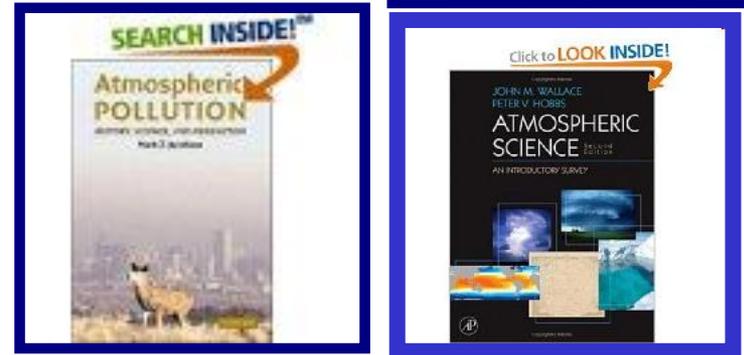
Principal

- Jacobson, M. 1999: *Fundamentals of atmospheric modeling*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jacobson, M. 2002: *Atmospheric Pollution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Seinfeld, J. y Pandis, S., 1998/2006. *Atmospheric Chemistry and Physics. From Air pollution to climate change*, J. Wiley and Sons, Inc.
- Wallace & Hobbs, 2006 “*Atmospheric Sciences, An Introductory Survey*” (second edition, with Peter V. Hobbs) Academic Press / Elsevier, 483 pp.



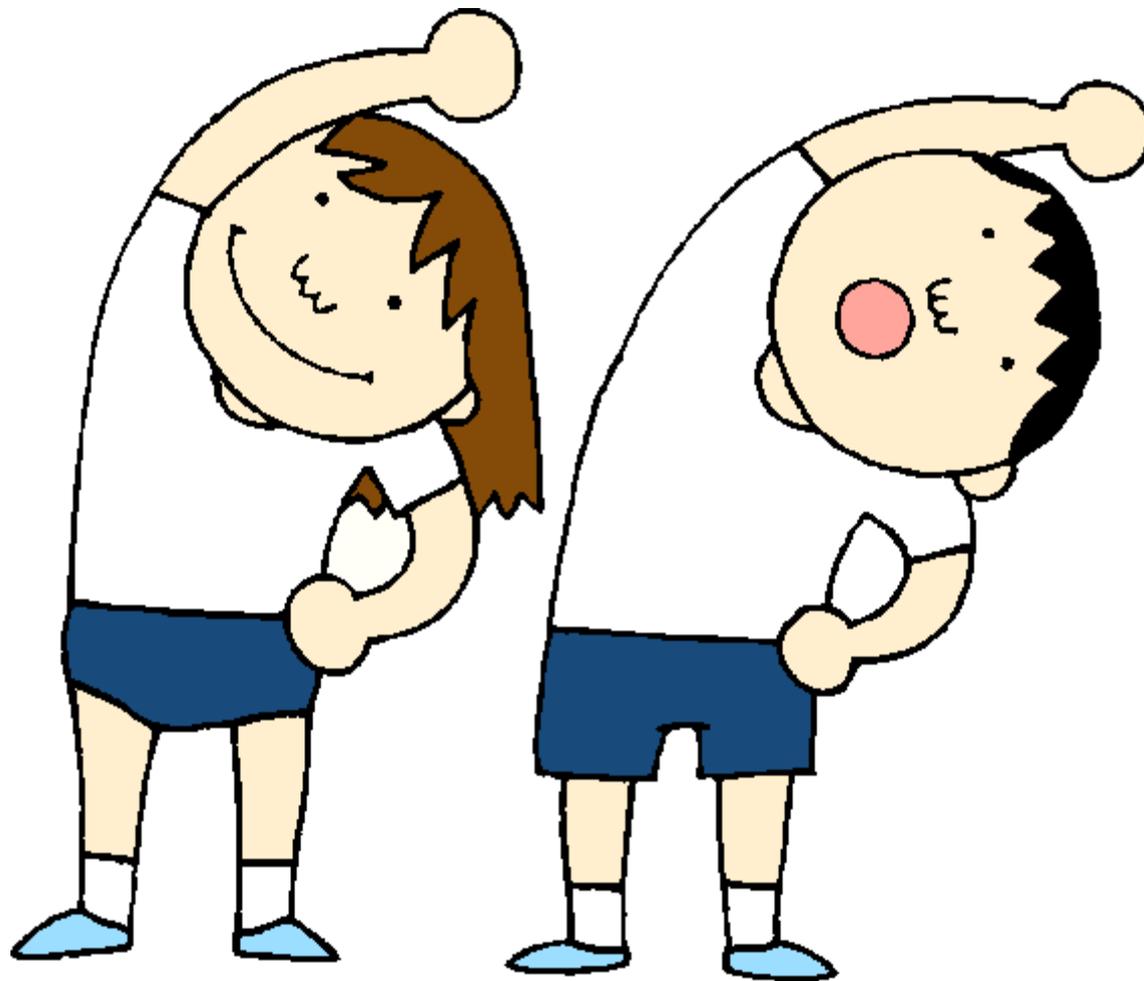
Complementarios

- Arya, S. Pal, 1999: *Air pollution meteorology and dispersion*. Oxford University Press, Oxford
- Brasseur, G. P. , a. B. Khattatov, and S. Walters, 1999: *Modeling*, in *Atmospheric Chemistry and Global Change*, edited by G. Brasseur, a. J. Orlando, and G. Tyndall, Oxford University Press, Oxford.
- Graedel, T. & Crutzen, P., 1993: *Atmospheric Change: An Earth system perspective*. AT& T. W.H. Freeman and Company, New York.
- Granier et al, 2003. *Modeling*. In “*The Changing Atmosphere: An Integration and Synthesis of a Decade of Tropospheric Chemistry Research*”. Brasseur et al (Eds). Springer-Verlag (ISBN: 3-540-43050-4).
- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en *International Geophysics Series*. Jacobson et al., editores. Elsevier Ltd.



Literatura especializada





Clase 1

- **Composición y estructura**
- **Clasificación y caracterización de problemas de dispersion**

**La atmósfera
un fluido
cambiante
...caótico y
complejo...
perturbable**



GF3022-1 LGK 2017

Envolvente mayoritariamente gaseoso y muy tenue

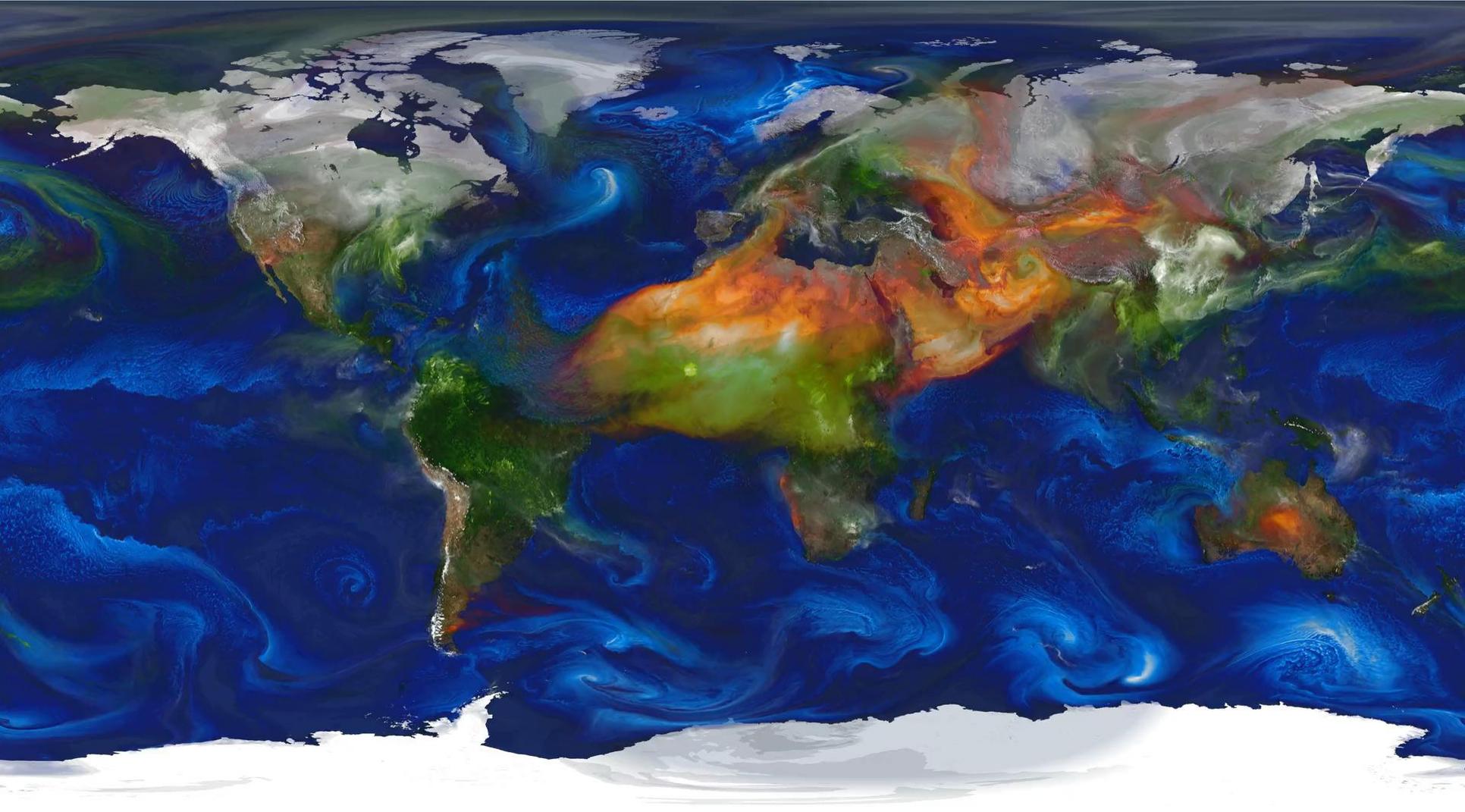


Espesor del fluido atmosférico ~100 km

Contando la capa ionizada ~600 km

Se compara con ~6300 km de radio terrestre

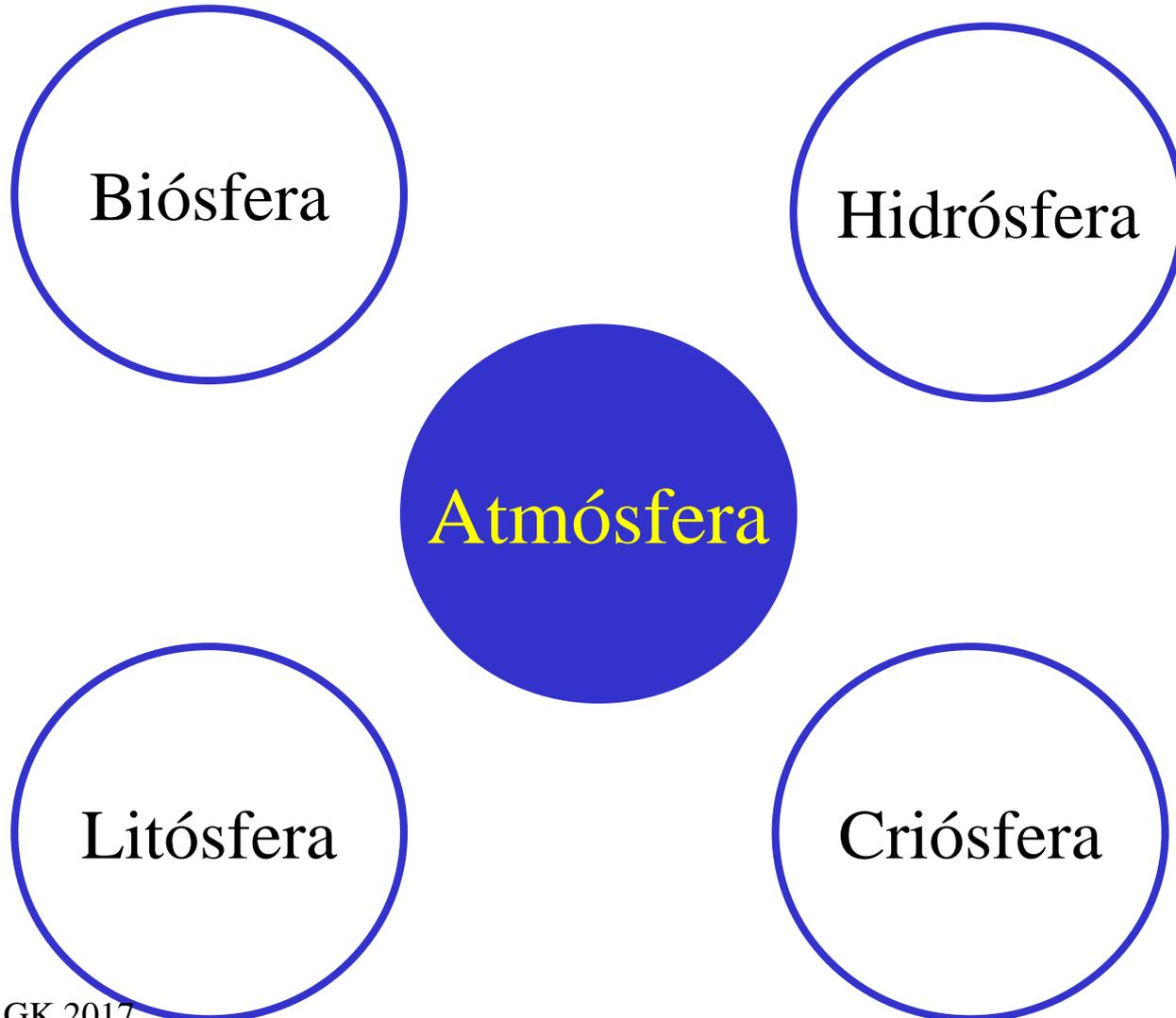
Aerosoles por el mundo (<https://svs.gsfc.nasa.gov/30637>)



La atmósfera en el sistema climático

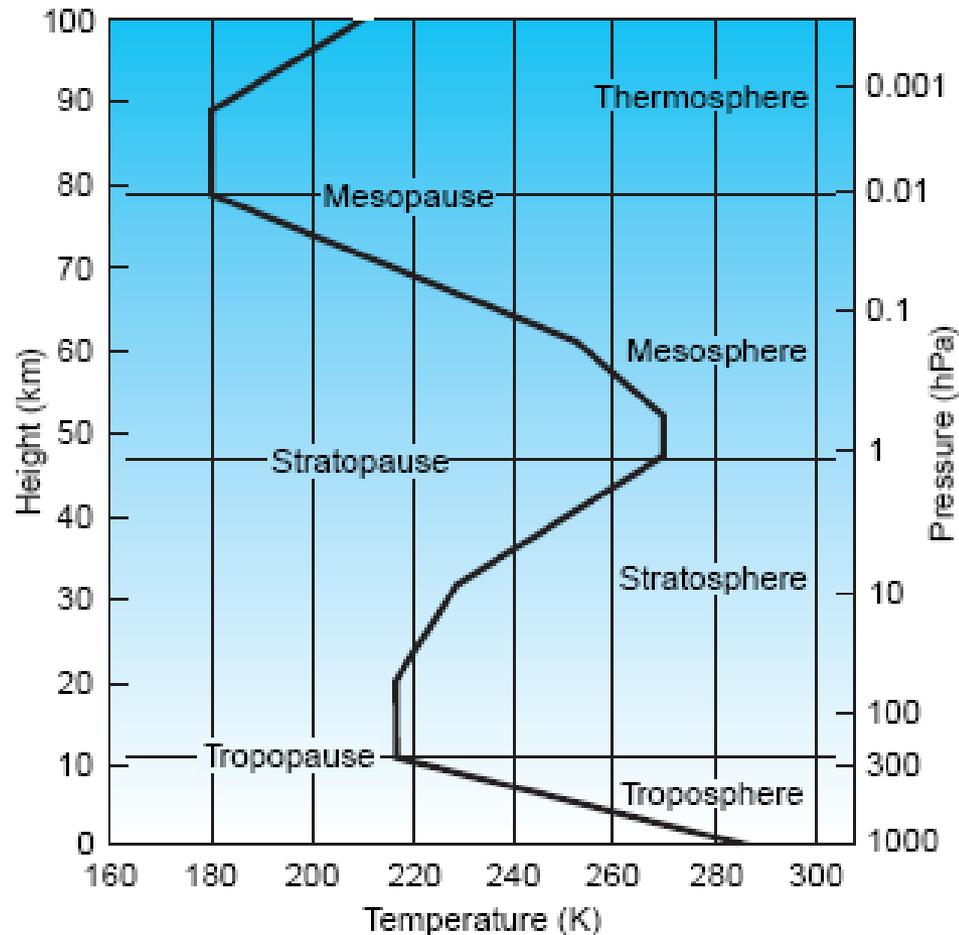


Sistema climático

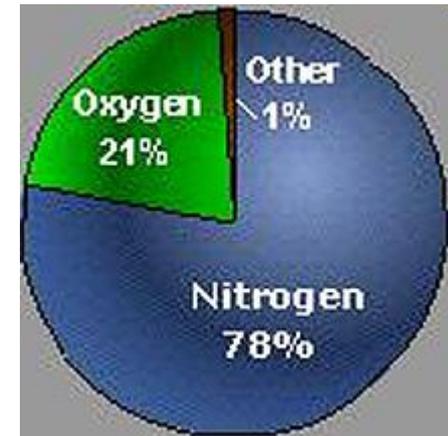


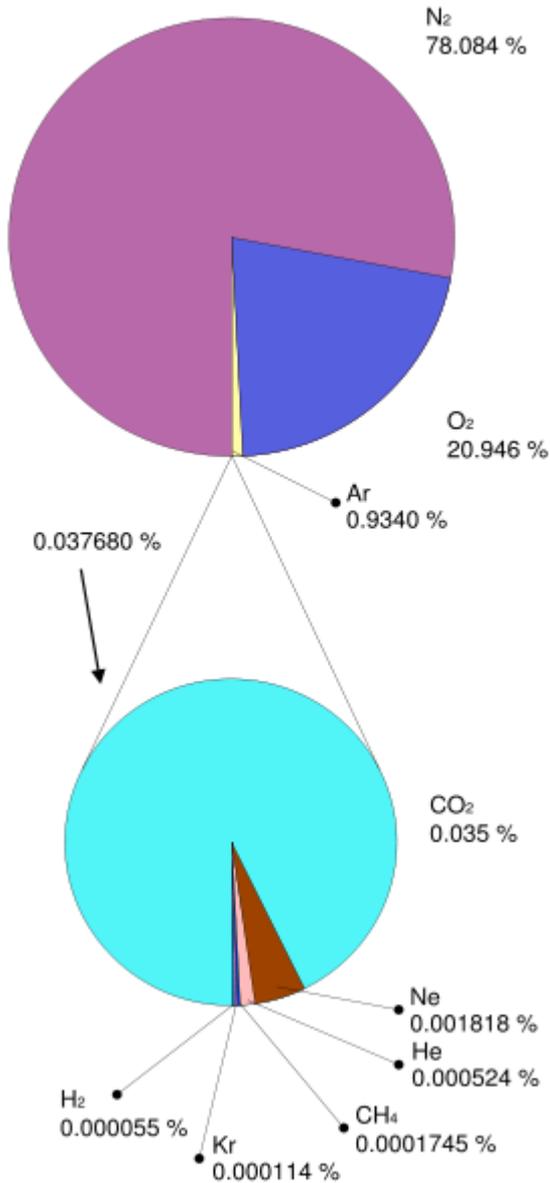
Composición y estratificación

Wallace & Hobbs



Parte interesante



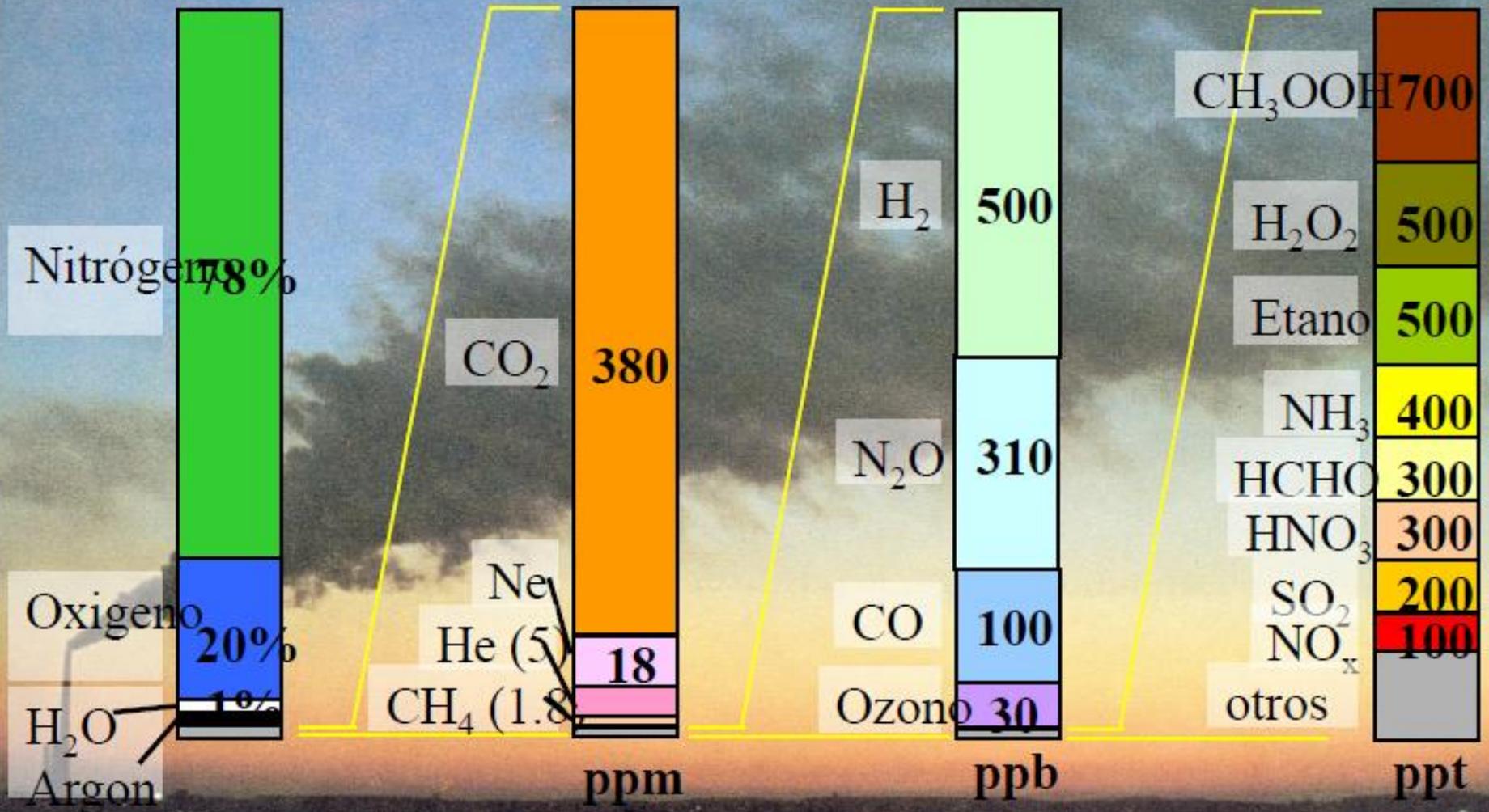


Definen las propiedades del fluido en términos de masa

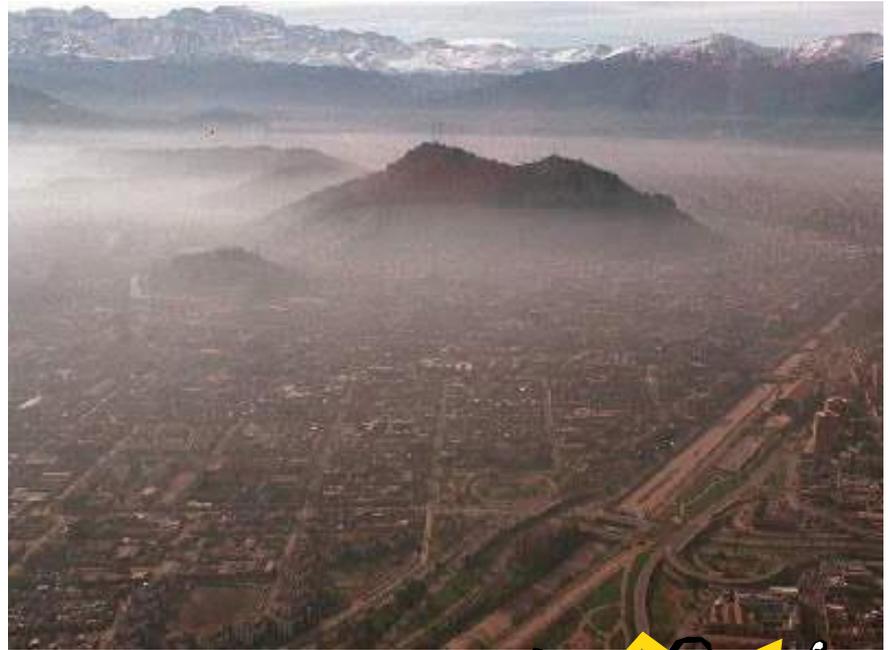
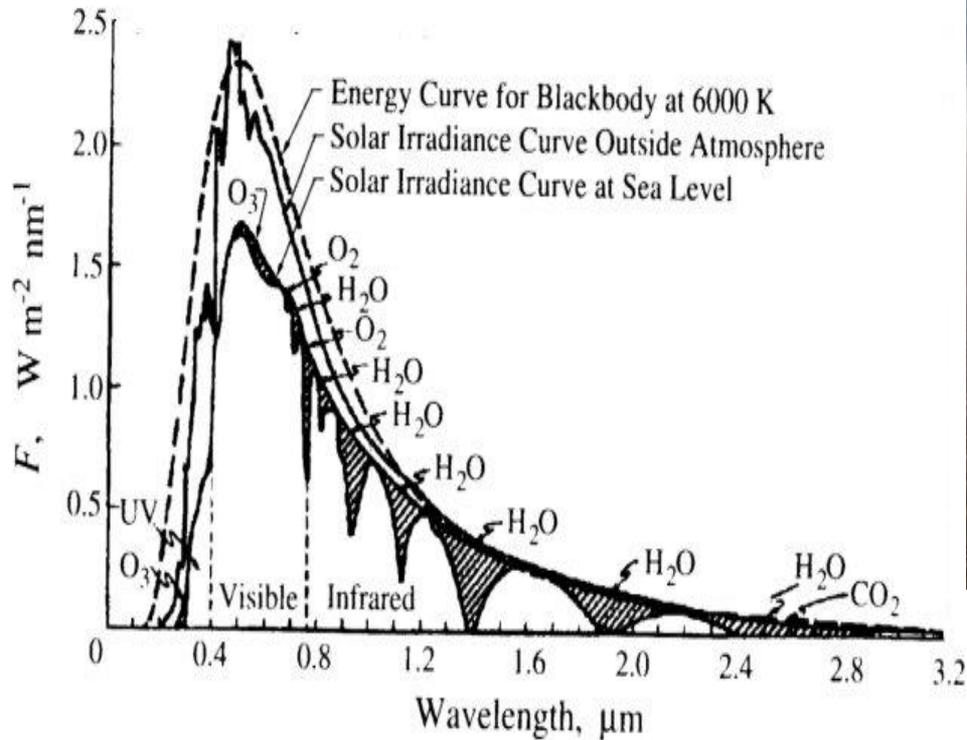
Definen las propiedades del fluido en términos química, biología, etc. . y de **energía**

<http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/atmospheric-composition>

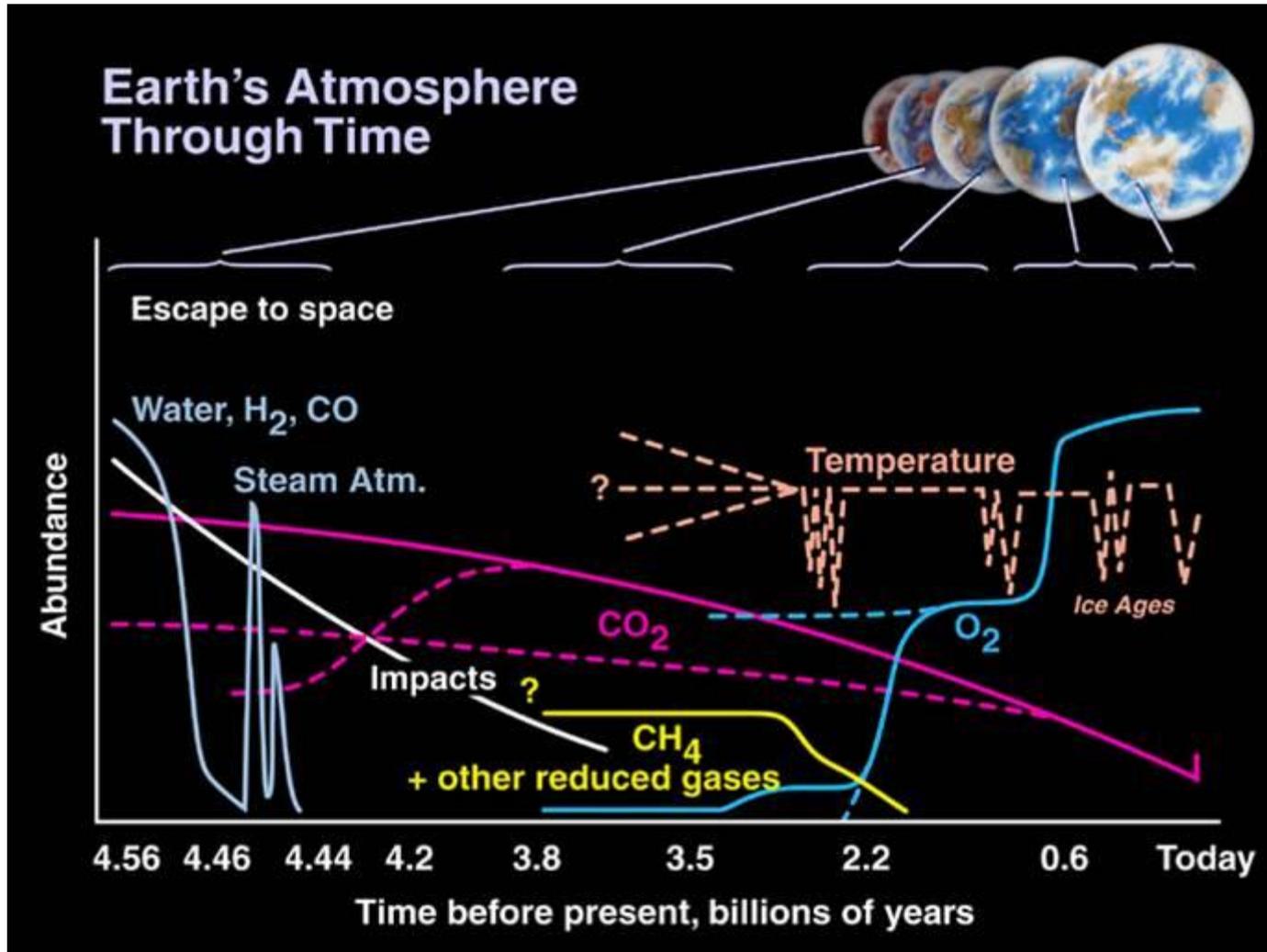
Composición de la Atmósfera



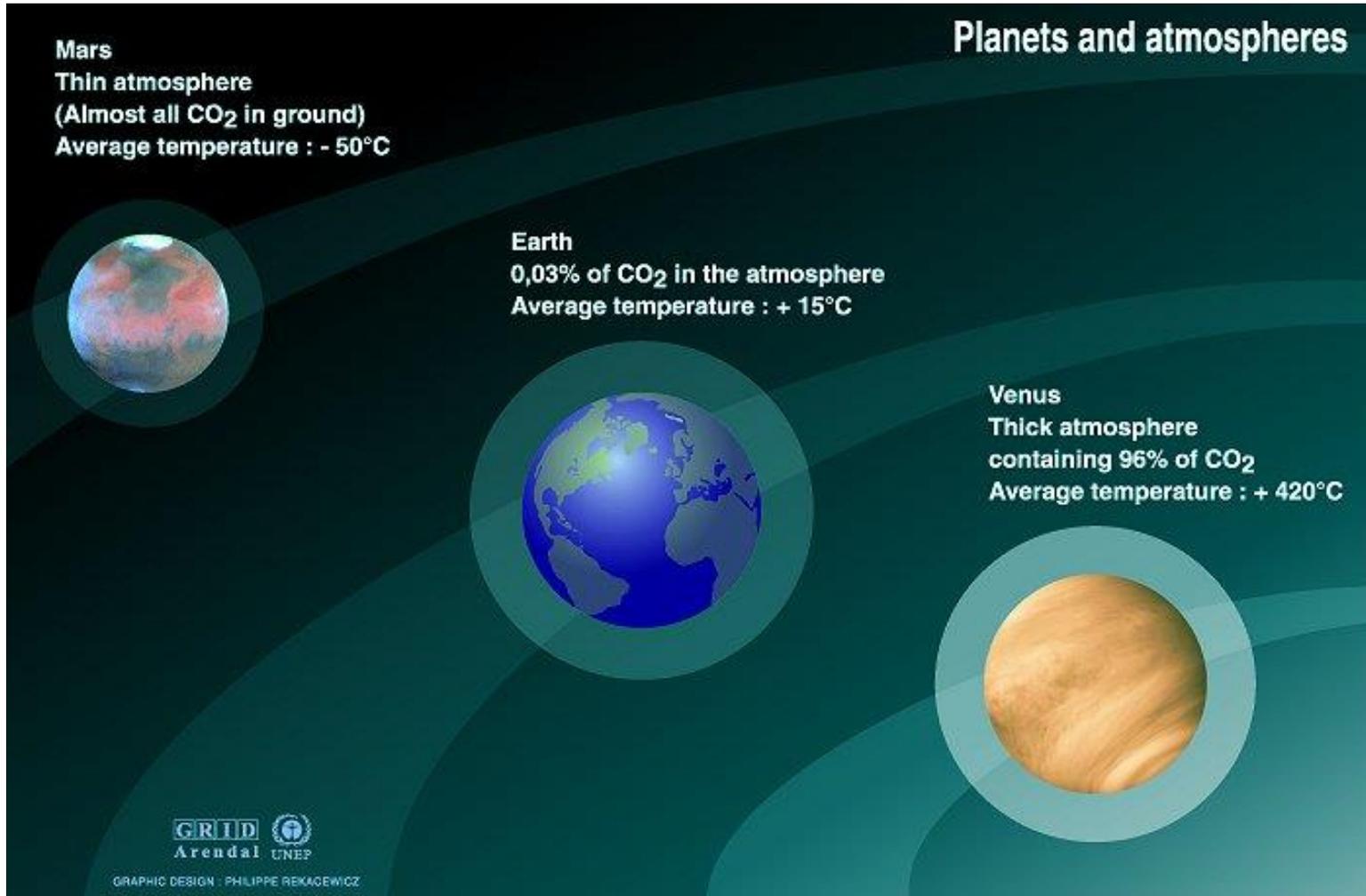
...el fluido atmosférico **NO** es inerte
químicamente ni transparente
radiativamente



No siempre ha sido la misma composición



Las atmósferas difieren según **biogeoquímica**

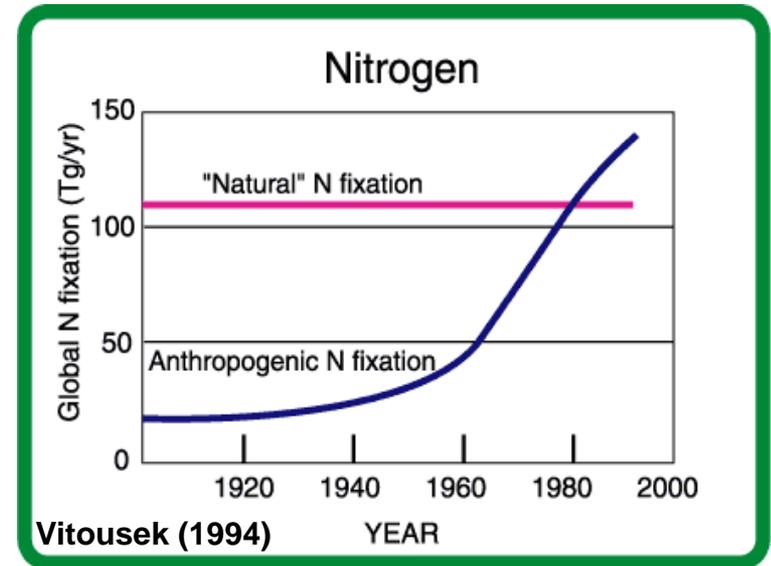
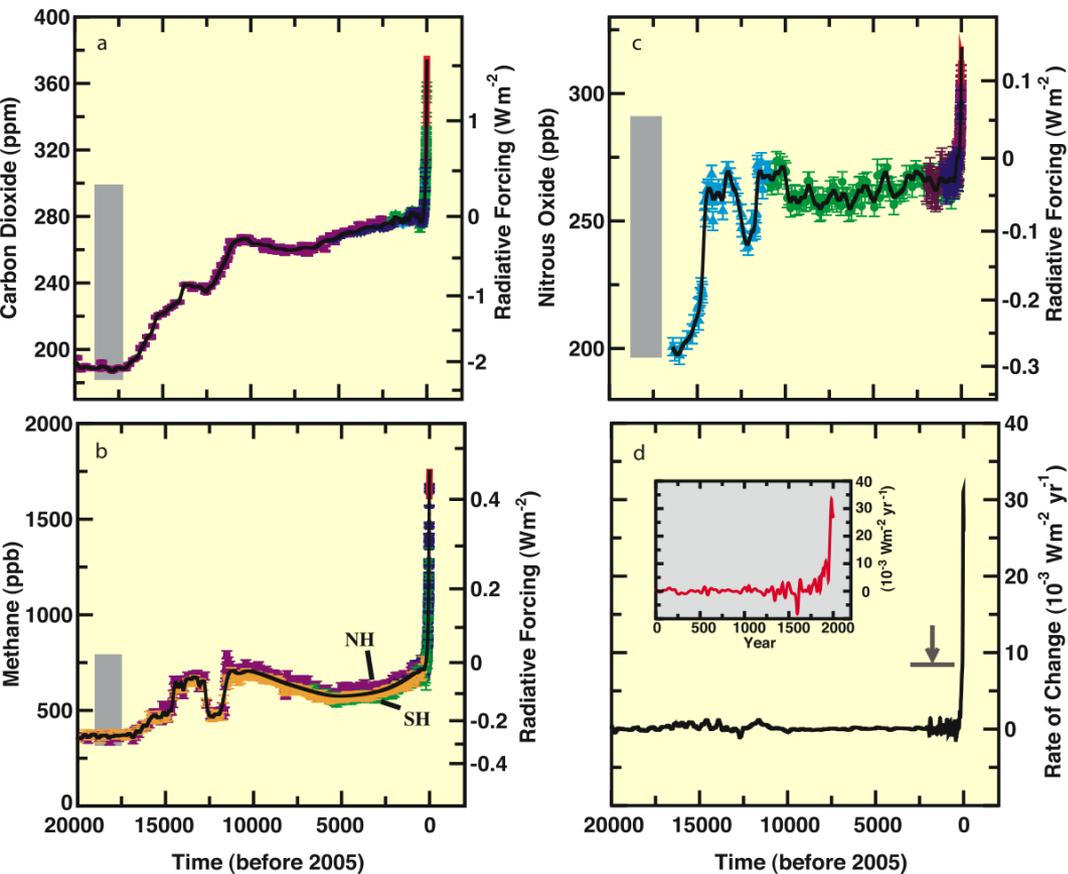


Sources: Calvin J. Hamilton, Views of the solar system, www.planetscapes.com; Bill Arnett, The nine planets, a multimedia tour of the solar system, www.seds.org/bills/tnp/nineplanets.html

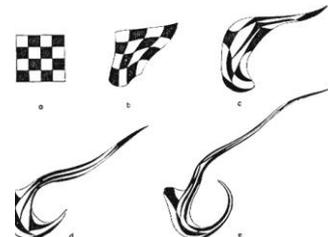
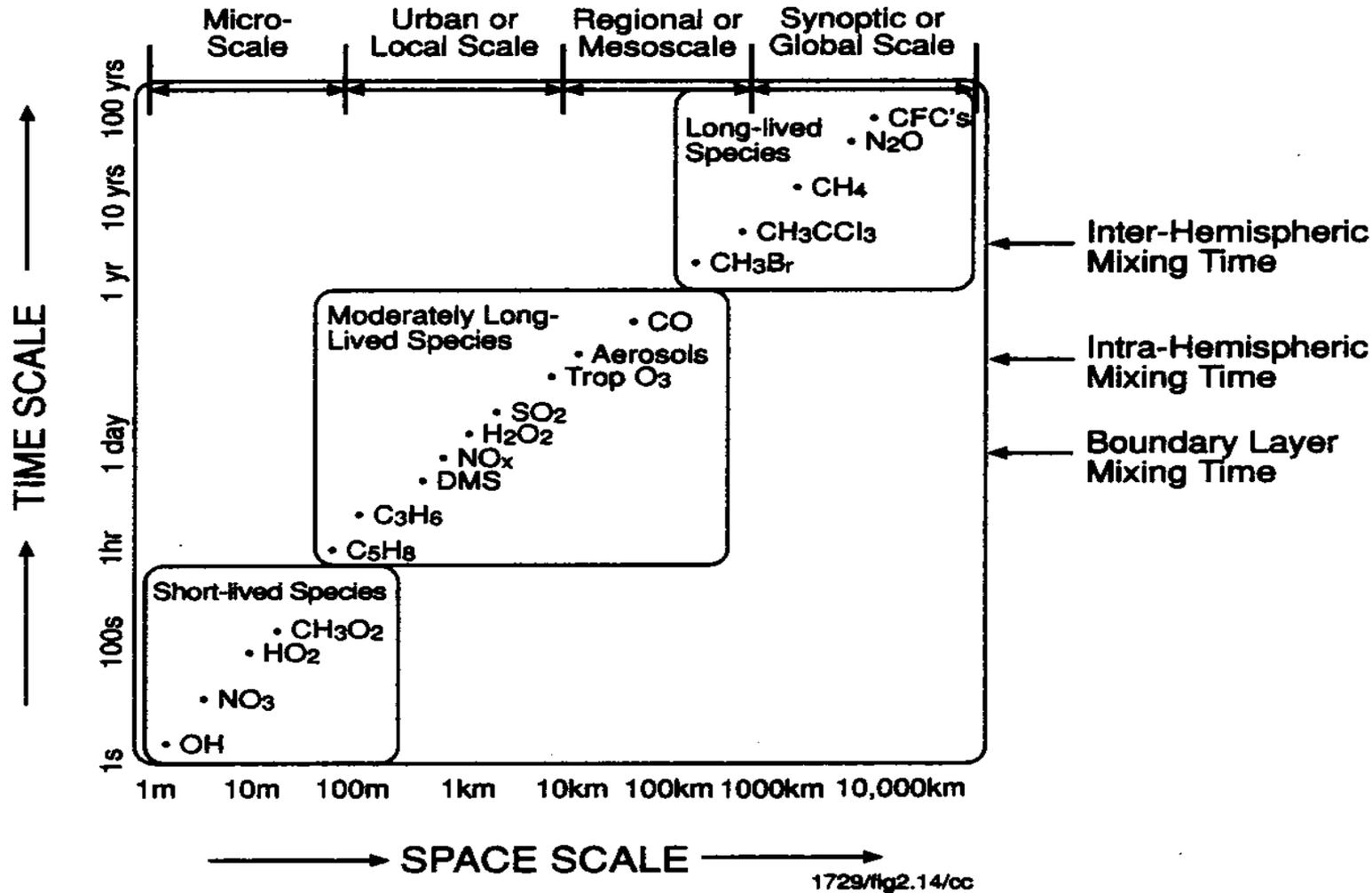
GF3022-1 LGK 2017

<http://www.jameslovelock.org/page19.html>

La composición de la atmósfera terrestre ha cambiado recientemente



Desde interacciones moleculares hasta sistemas de tiempo de miles de kilómetros... ¡todo a la vez!

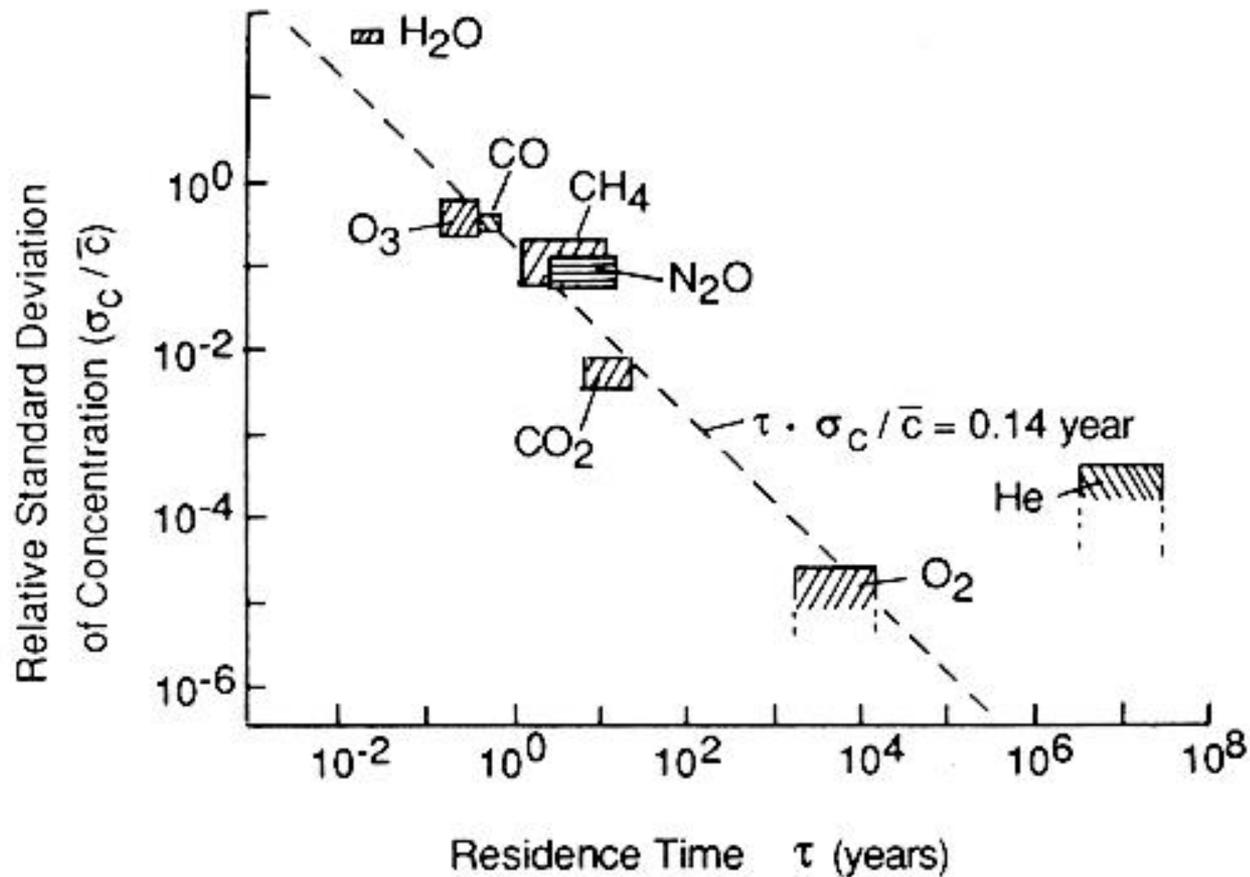


Tiempo de Recambio τ *Turn-over time*

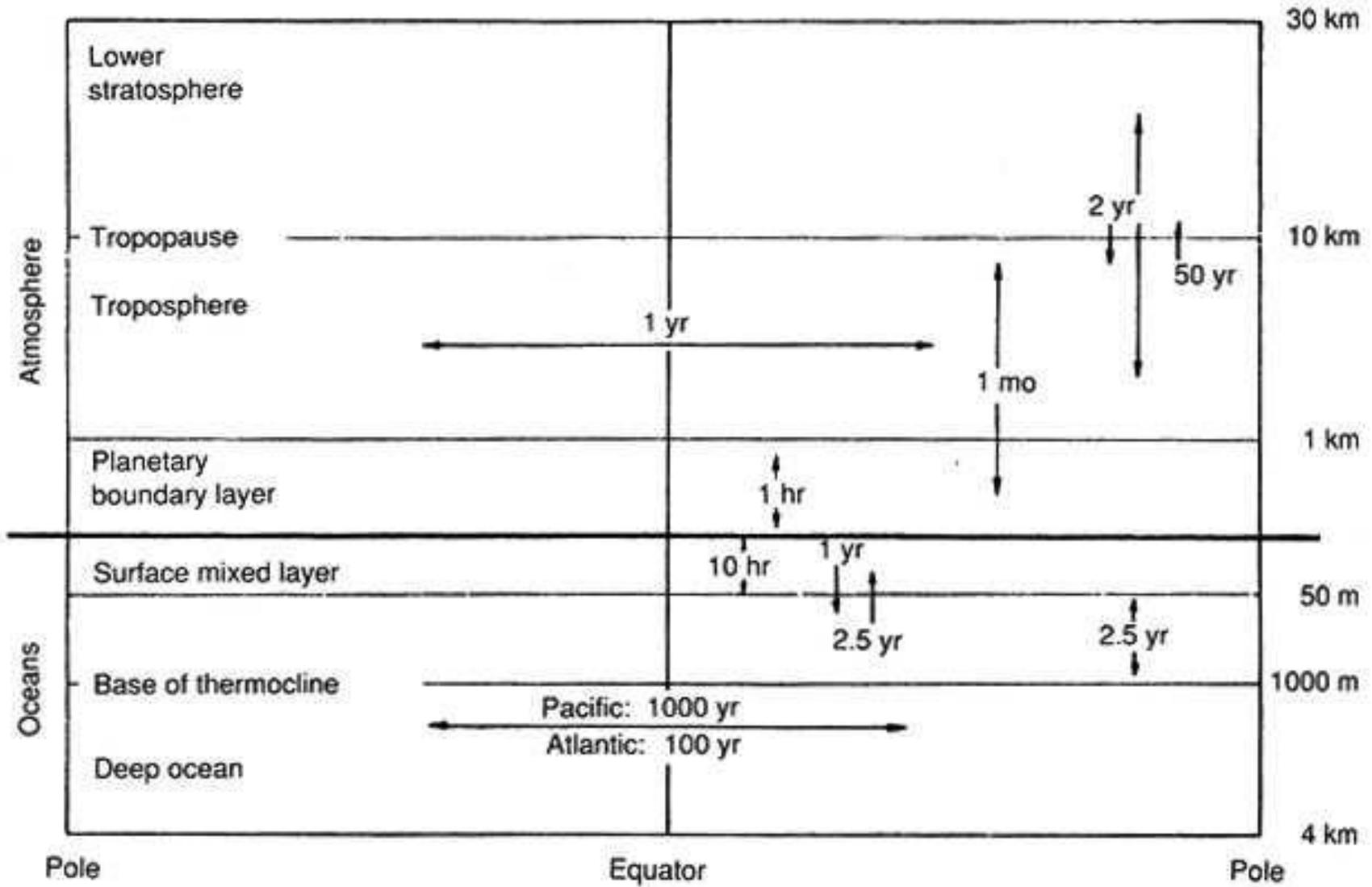


$$\tau = \frac{M}{S} [s] \quad \frac{dM}{dt} = Q - S$$

Tiempo de recambio y variabilidad



Tiempos característicos de mezcla



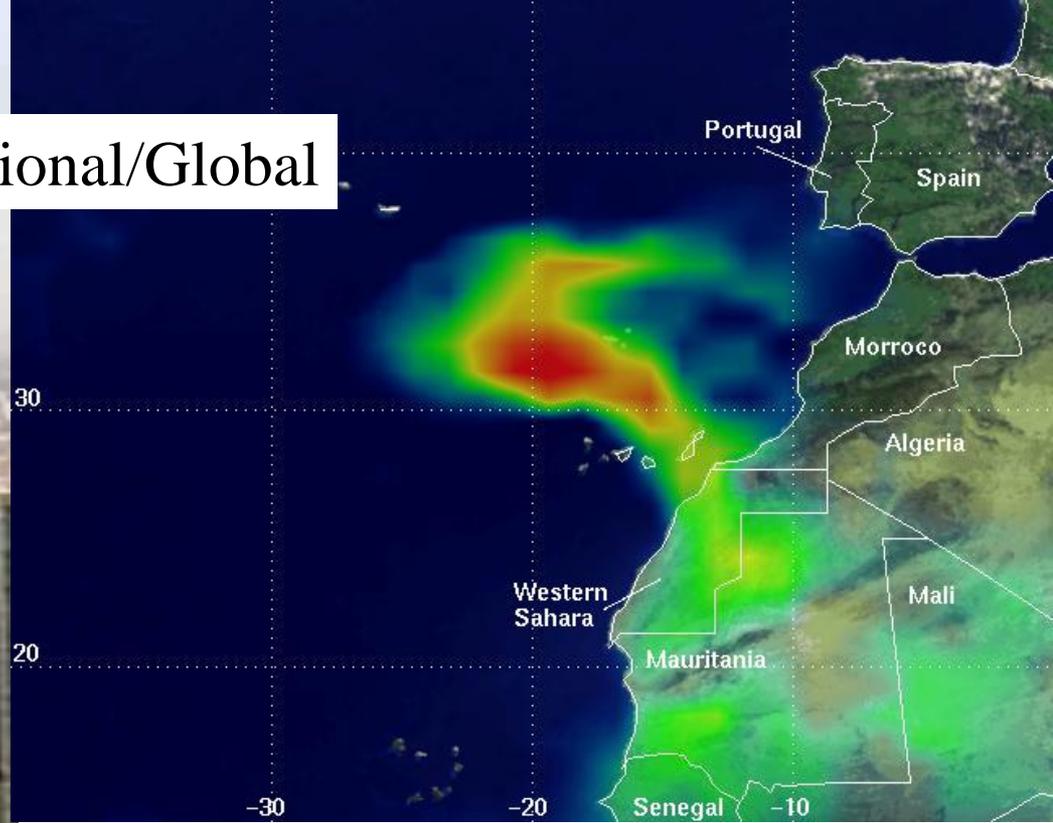
Escalas de tiempo y espacio características

Problema	Escala horizontal	Escala vertical	Escala de tiempo
Locales	<decenas de km	<cientos de m	< 1 hr
Mesoescálicos	decenas a cientos de km	< 1 km	<10 hr
Regionales	cientos a miles de km	<5 km	1-5 días
Globales	>miles de km	toda la atmósfera	> 1 año

Local/regional



Regional/Global



GF3022-1 LGK 2017

Local/micro





- Arena sahariana



- Beijing



Erupción del cordón Caulle

GF3022-1 LGK 2017



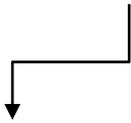
Asado dieciochero

Por hacer (y presentar en 3 transparencias)

- Estimar las escalas espacial y temporal
- Identificar una traza atmosférica relevante y discutir su tiempo de recambio. ¿Qué se puede decir de la variabilidad espacial de las concentraciones de esta traza?
- ¿Hay un origen antrópico en estos problemas?
- ¿Qué efectos tienen los problemas presentados?

Subir a U-cursos!!!

Mi profe guía



Lecturas de hoy



- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en International Geophysics Series. Jacobson et al., editores. Elsevier Ltd.
- Gallardo, L., 2006. Trazas atmosféricas y su modelación. Capítulo 4, en *Contaminación atmosférica urbana : episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago*, Morales et al (Eds). Editorial Universitaria. ISBN: 956-11-1835-1