



GF 3022 Contaminación Atmosférica

Laura Gallardo

Profesora Asociada, Departamento de Geofísica

Investigadora Asociada del Centro de Modelamiento Matemático

Universidad de Chile

laura@dgf.uchile.cl

GF 3022 LGK 2011-SP

Contenidos de hoy



• Presentación del curso

- Contenidos
- Objetivos
- Actividades
- Evaluación

• Trazas y fluido

• Escalas y problemas de dispersión

Contenidos principales del curso

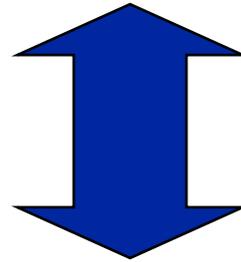
- Clasificación y caracterización de problemas de dispersión
- Ecuación de continuidad
- Emisiones
- Circulación, estabilidad y transporte
- Transformaciones físico-químicas
- Procesos de remoción
- Representación numérica y computacional de modelos
- Observaciones y mediciones



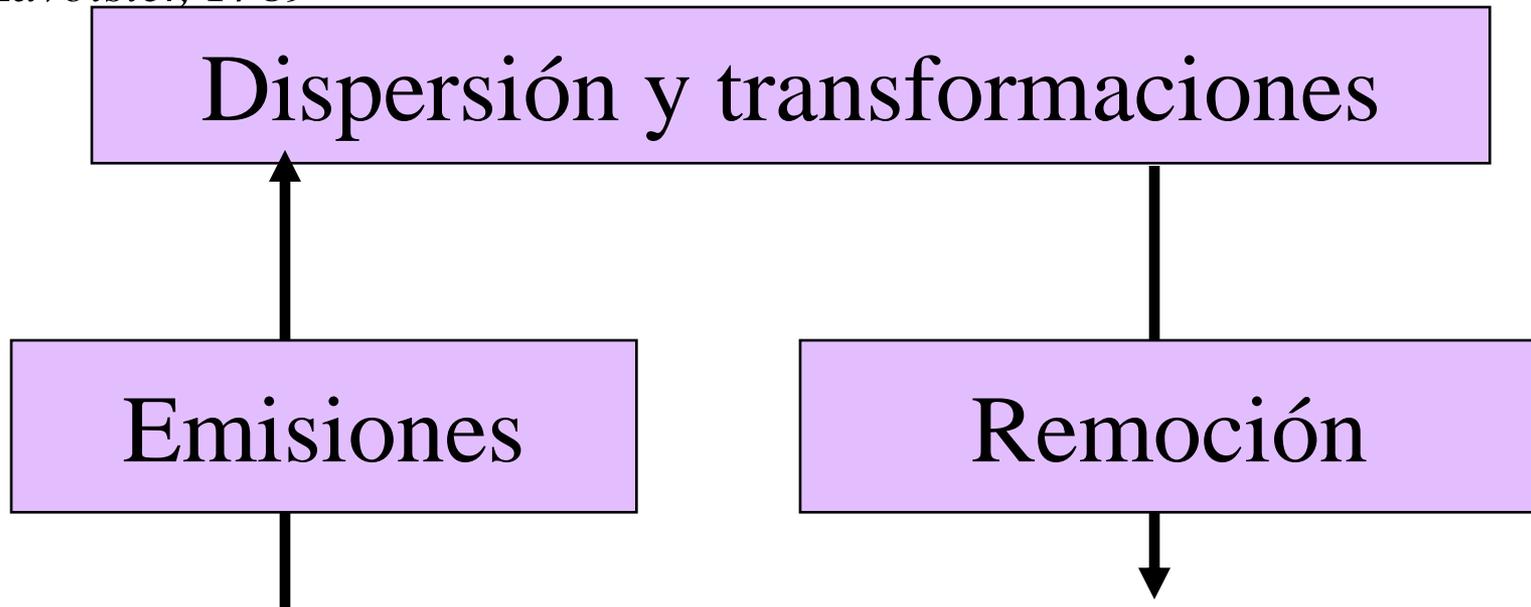
$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\vec{v} \cdot \nabla c - c \nabla \cdot \vec{v} - \nabla \cdot (\langle c' \vec{v}' \rangle) + Q - S$$



Lavoisier, 1789



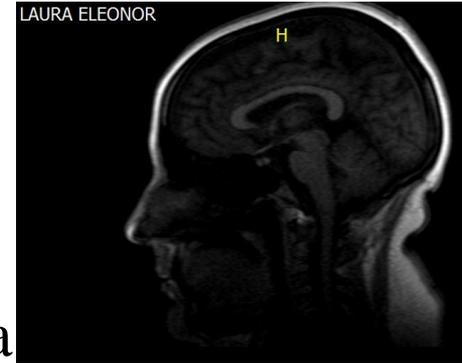
+CI & CB



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
 - Inv. Asociada, Centro de Modelamiento Matemático

- Jerónimo Escribano, Ingeniería Matemática, MSc Meteorología y Climatología



- Félix Carrasco, Ingeniería Matemática, MSc Meteorología y Climatología

Evaluación

- Tareas (4)(30%)
- Talleres (2) (30%)
- **Presentación de proyecto de investigación en grupos de a 3 y de 6 semanas de duración (40%)***

* Incluye “correr” modelo de dispersión



Temas de profundización

EN GRUPO

- Calidad del aire en América del Sur: análisis y simulaciones
- Volcanes y aerosoles y su impacto en la tropósfera
- ¿Aire marino en Santiago, aire de Santiago sobre el mar?
- Otro tema a acordar

Para l@s más interesad@s en modelación...MA5303.



Tema: resolución numérica de EDP (diferencias, elementos, volúmenes finitos 1d y 2d, mallado, aplicaciones)

Clases/revisión de avances: miércoles de 15h30 a 16h45 (semana por medio)

Laboratorios: viernes de 14h00 a 16h00 (semana por medio)

Requisitos: autorización (contactar a Axel Osses, axosses@dim.uchile.cl)

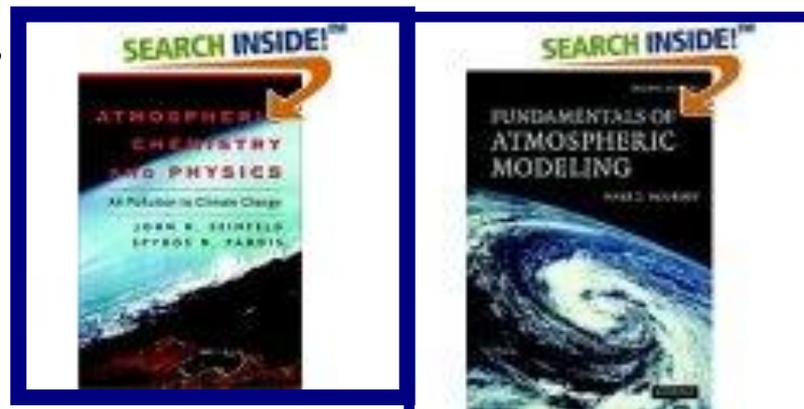
Inicio curso: 2da semana de clases (1ra semana repaso matlab)



Bibliografía

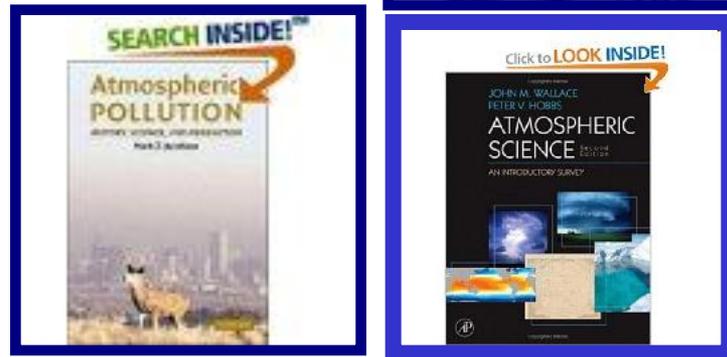
Principal

- 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*. Ed. by G. K. Platt, SP editores. Elsevier Ltd.



Literatura especializada

Además, sólo por este semestre:

TOWARDS AN INTEGRATED OBSERVING SYSTEM FOR SOUTH AMERICA: AIR QUALITY ASSESSMENT AND FORECASTING IN MEGA CITIES

WORKSHOP AND WHITE PAPER
SANTIAGO DE CHILE, JANUARY 9-12 2012



				
<u>Maria de Fátima Andrade (Brazil)</u>	<u>Marc Bocquet (France)</u>	<u>Gregory Carmichael (USA)</u>	<u>Darío Gómez (Argentina)</u>	<u>Maria Kanakidou (Greece)</u>
				
<u>Nikolaos Mihalopoulos (Greece)</u>	<u>David Parrish (USA)</u>	<u>Henning Rodhe (SWEDEN)</u>	<u>Odón Sánchez-Ccoyllo (PERU)</u>	<u>Anne Thompson (USA)</u>

Clase 1

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

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



Envolvente mayoritariamente gaseoso y muy tenue



Espesor del fluido atmosférico ~100 km

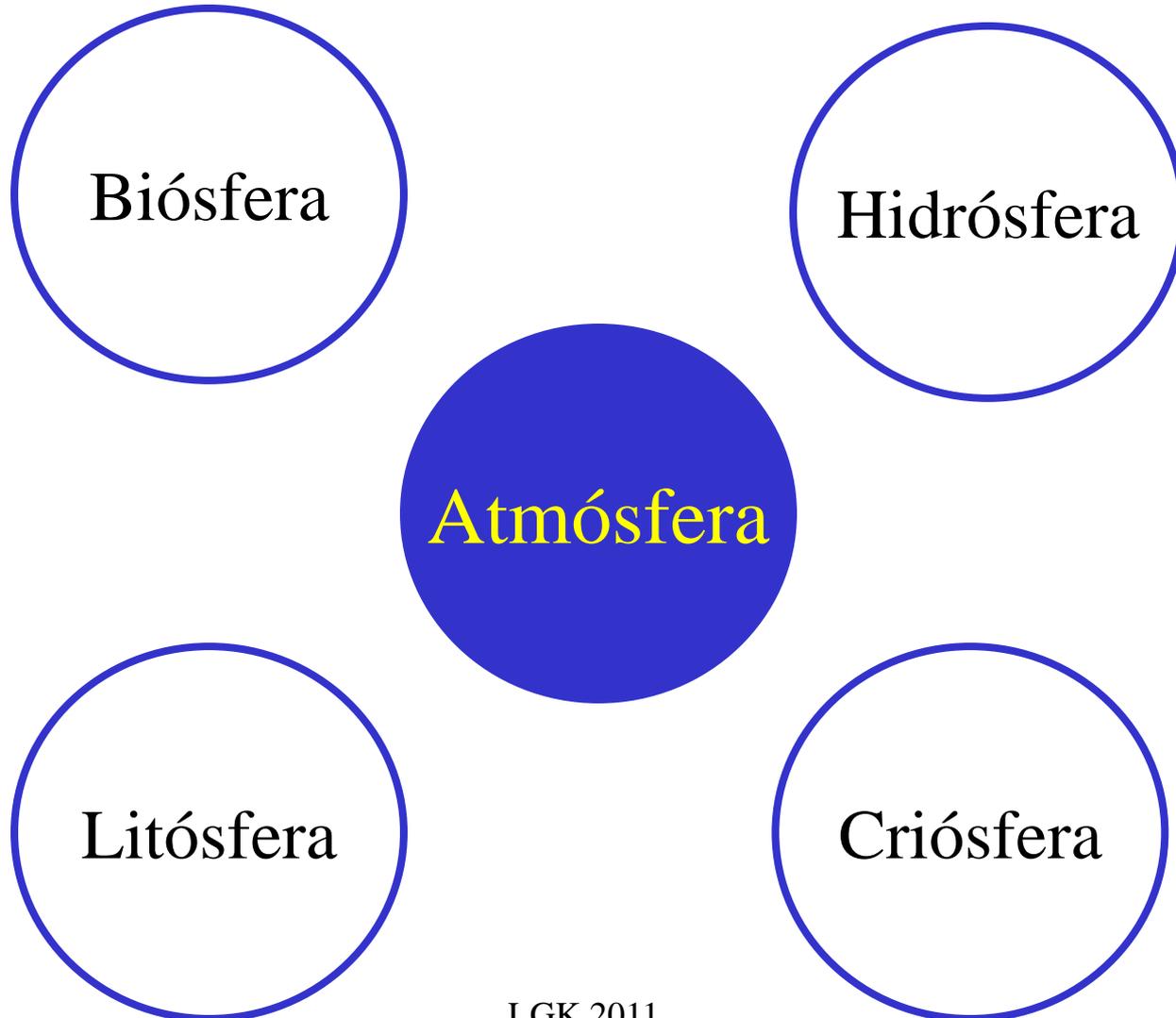
Contando la capa ionizada ~600 km

Se compara con ~6300 km de radio terrestre

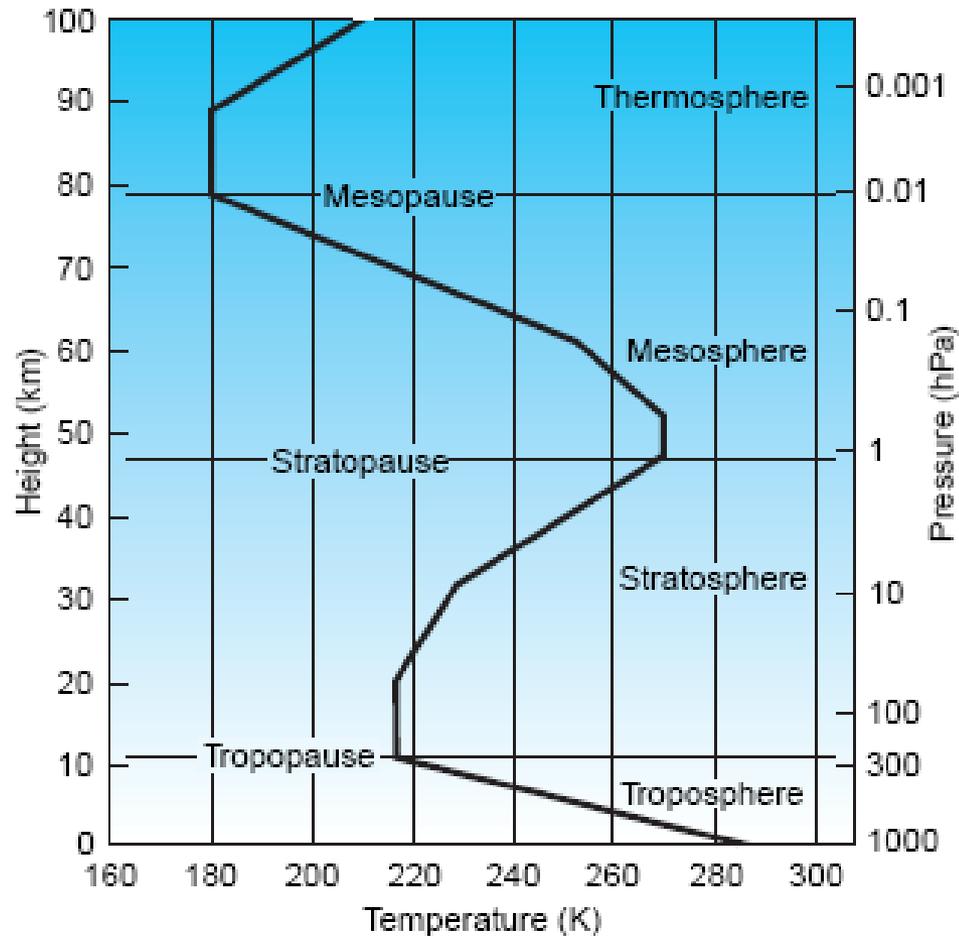
La atmósfera en el sistema climático



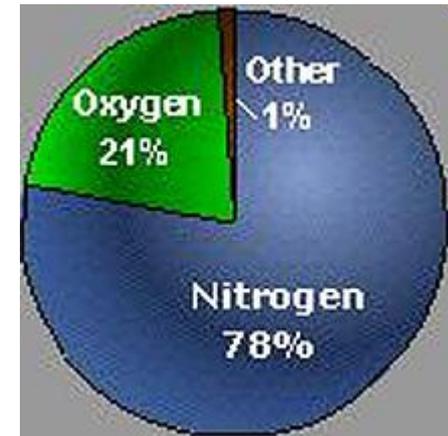
Sistema climático

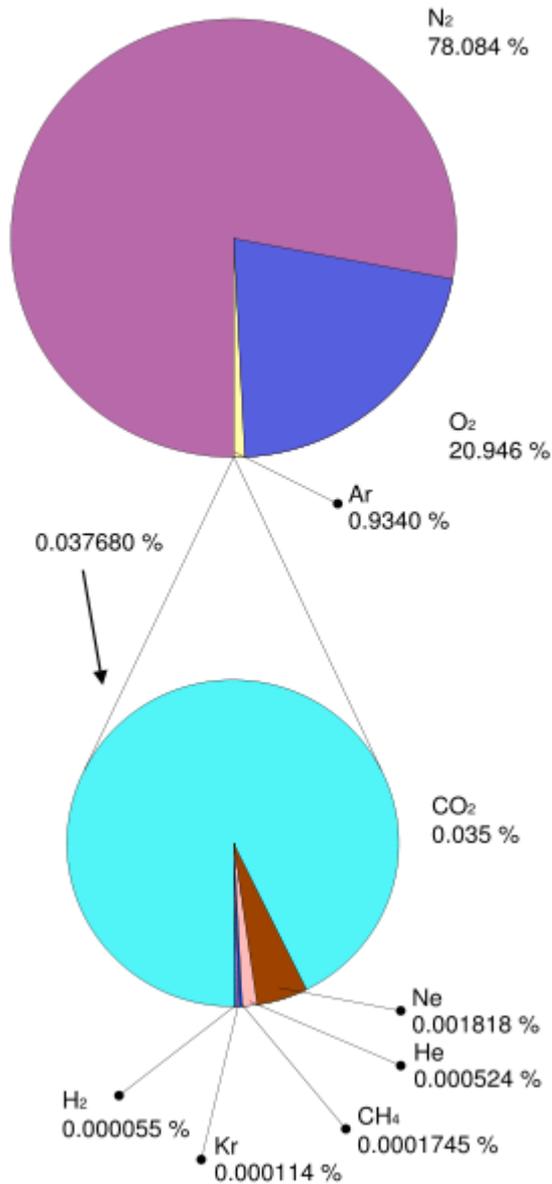


Composición y estratificación



Parte interesante

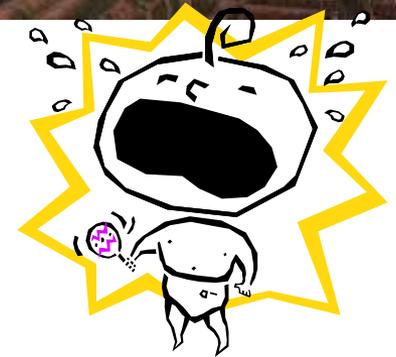
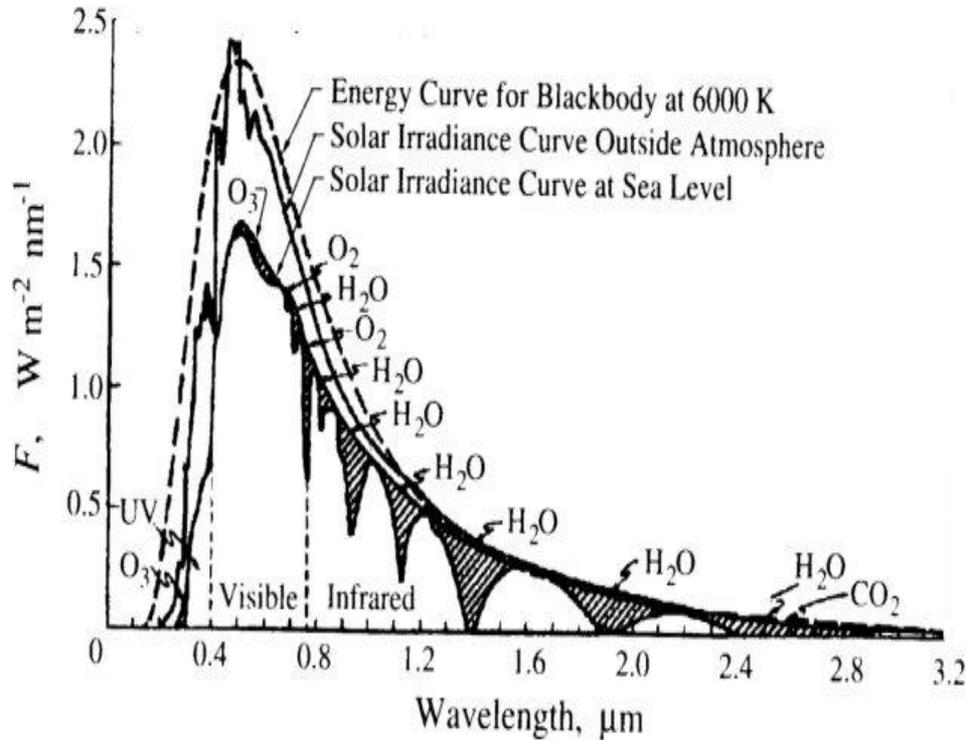




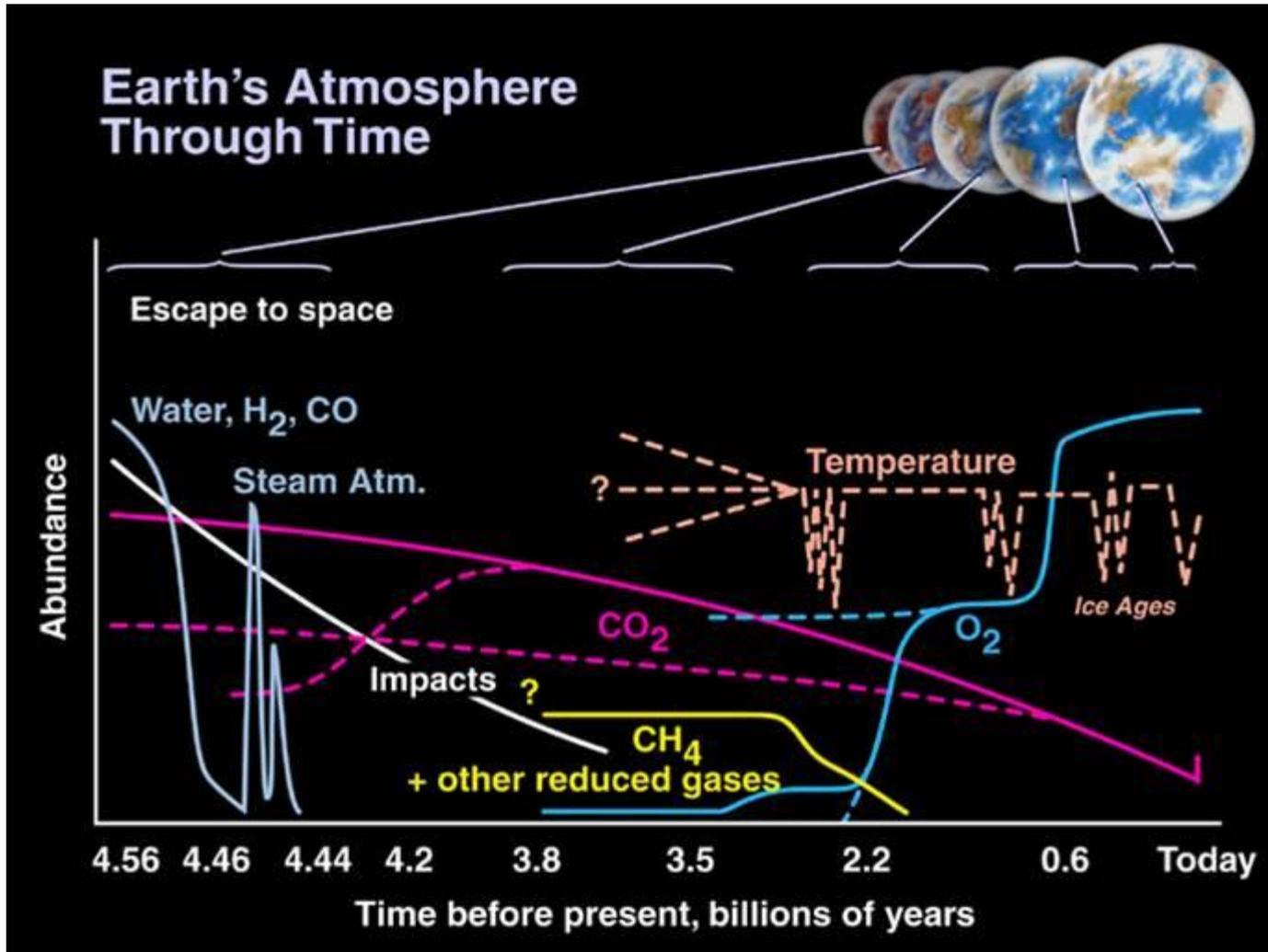
Definen las propiedades del fluido en términos de masa

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

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

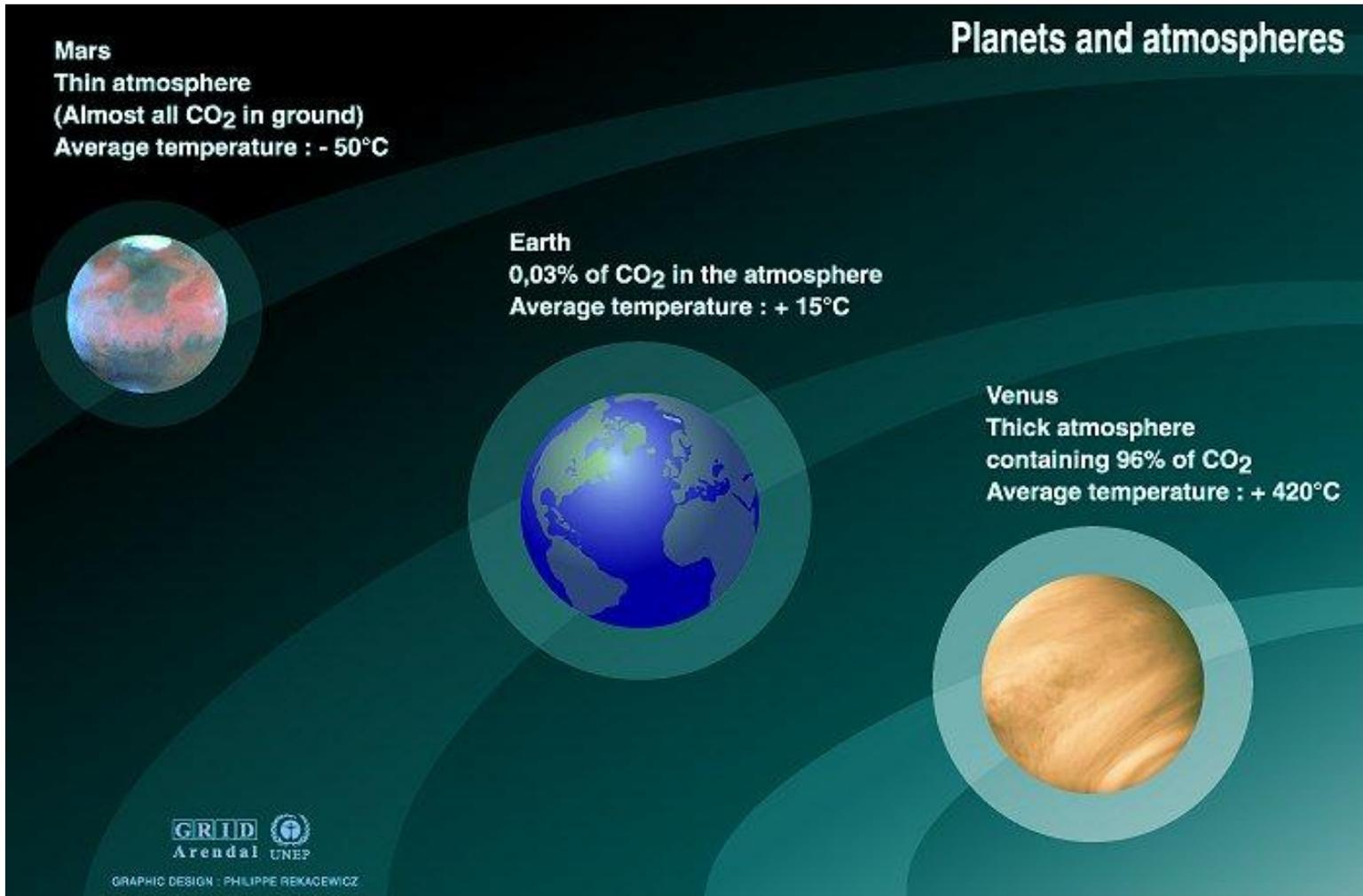


No siempre ha sido la misma composición



GF 3022 LGK 2011-SP

Las atmósferas difieren según **biogeoquímica**

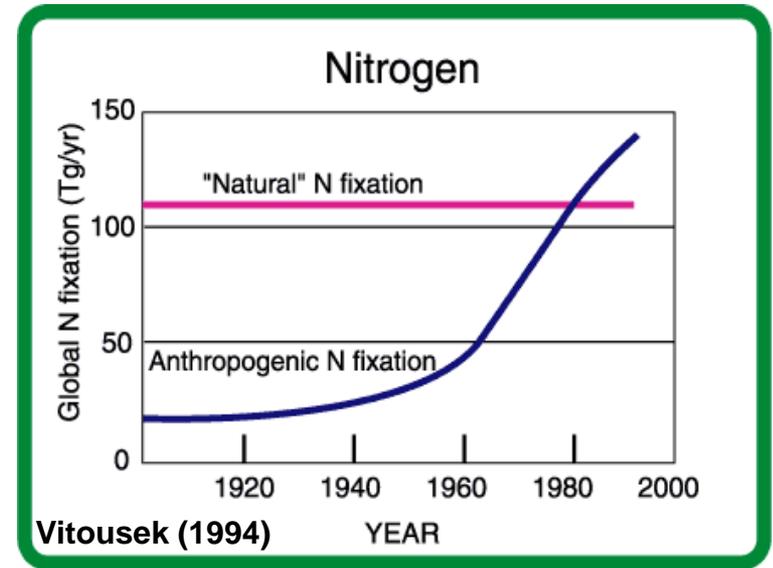
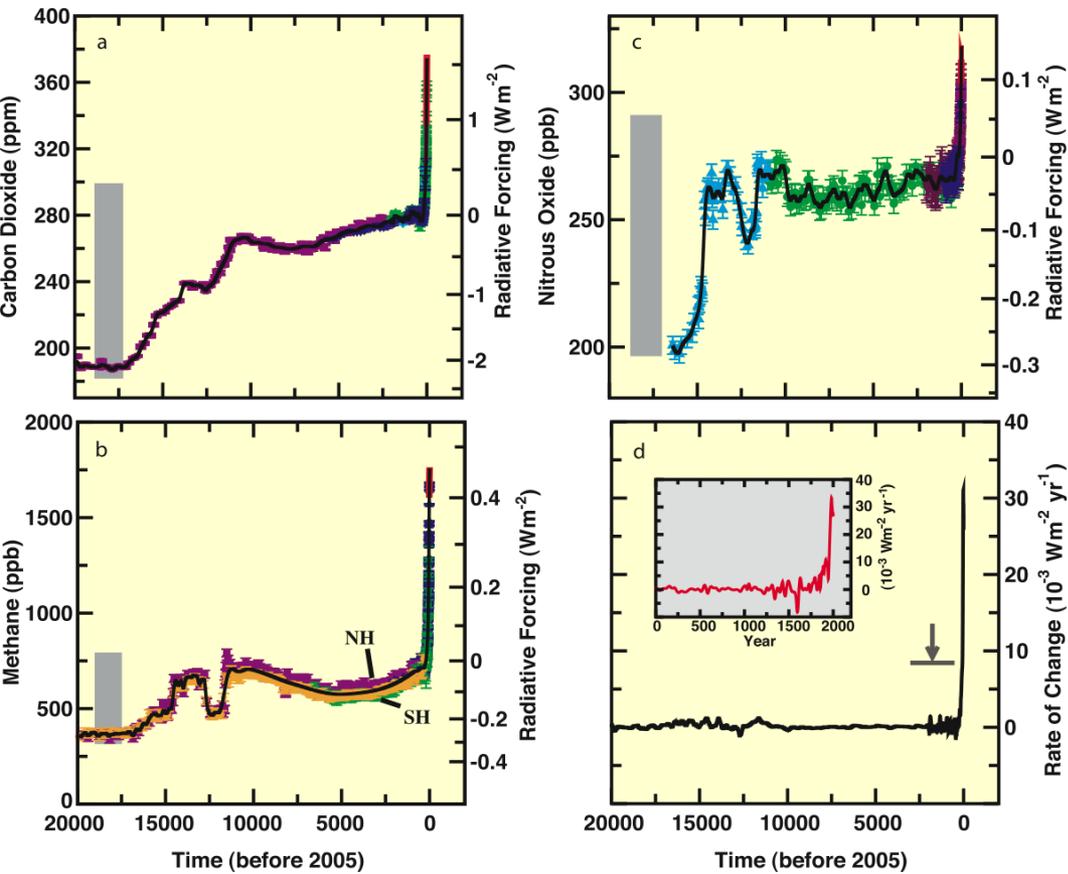


Sources: Calvin J. Hamilton, Views of the solar system, www.planetscapes.com; Bill Arnett, The nine planets, a multimedia tour of the solar system, www.seds.org/bills/tnp/nineplanets.html

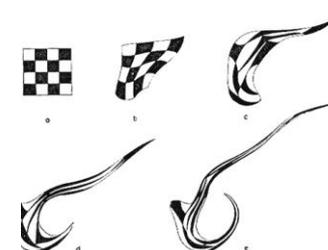
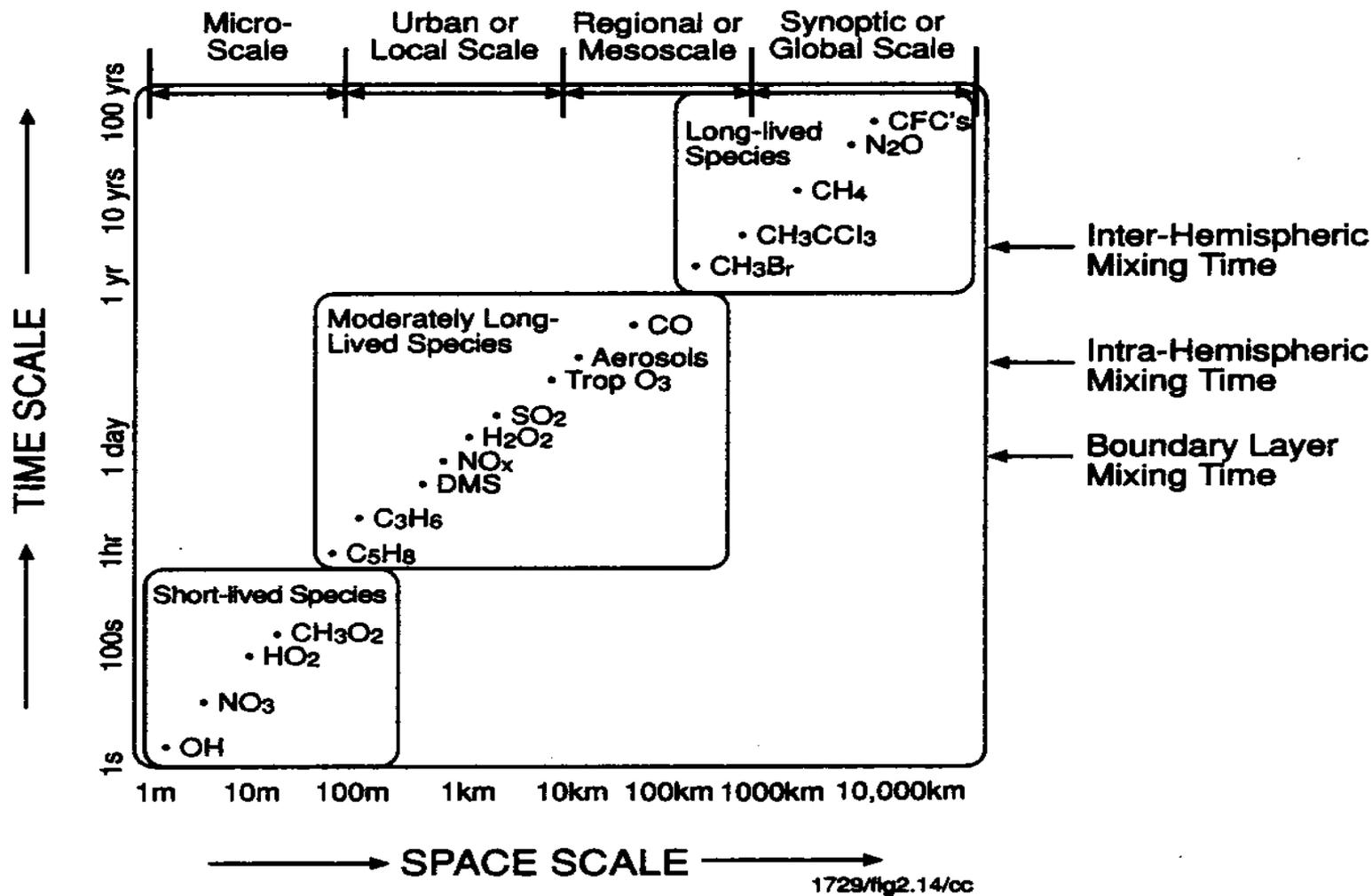
GF 3022 LGK 2011-SP

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

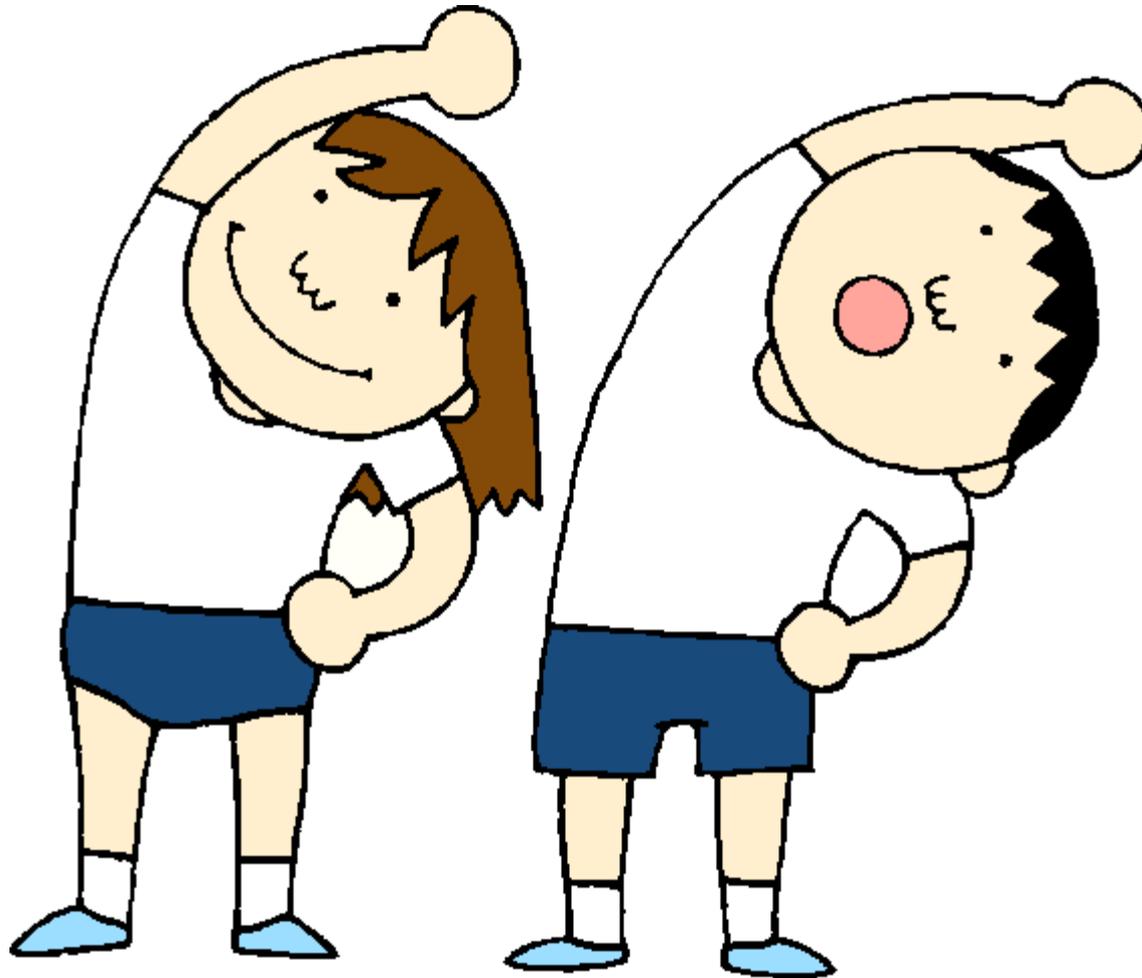
La composición de la atmósfera terrestre ha cambiado recientemente



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



Pausa in situ...



¿Cuáles son las escalas espaciales y temporales relevantes?, ¿cuáles compuestos?



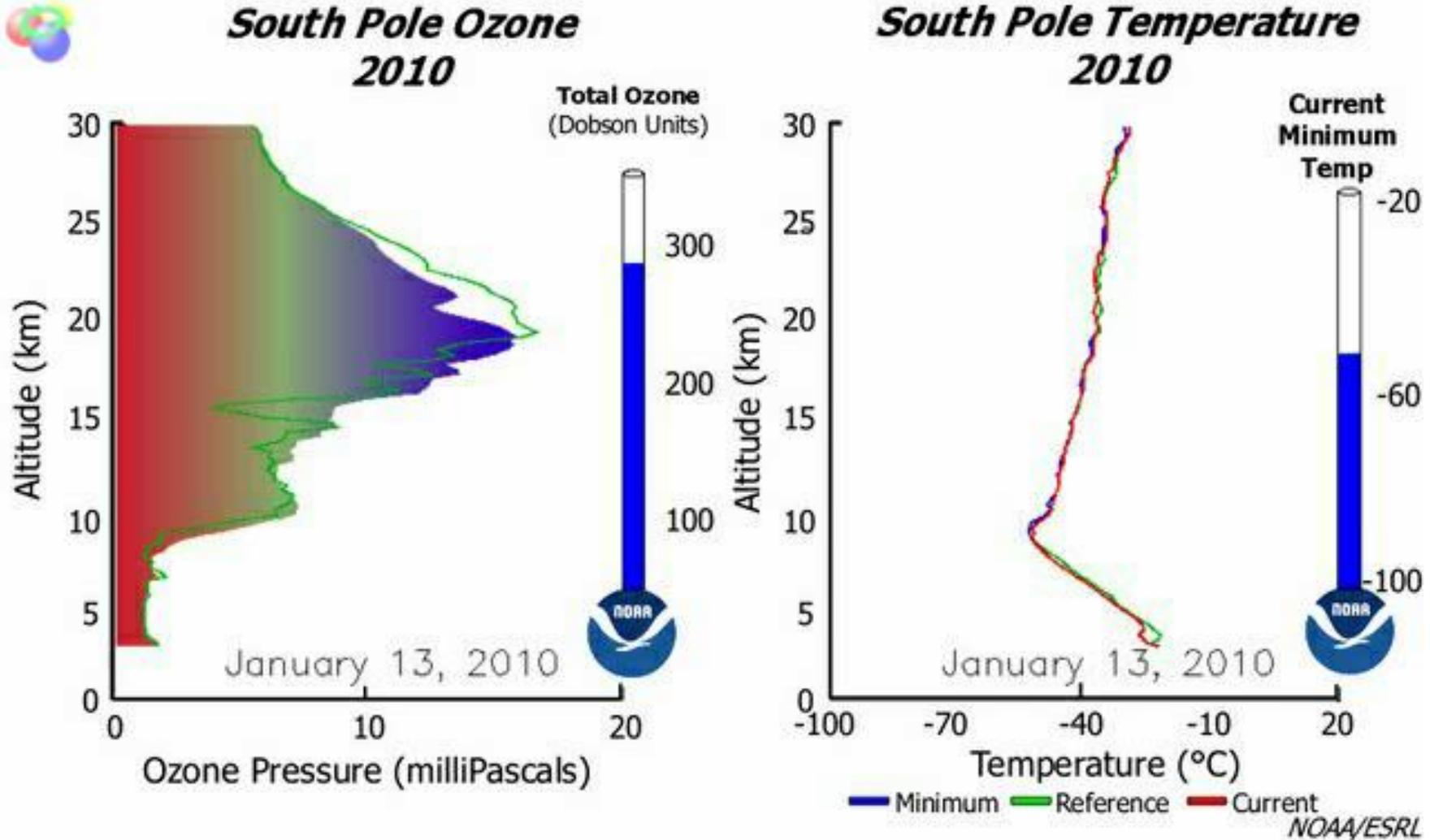


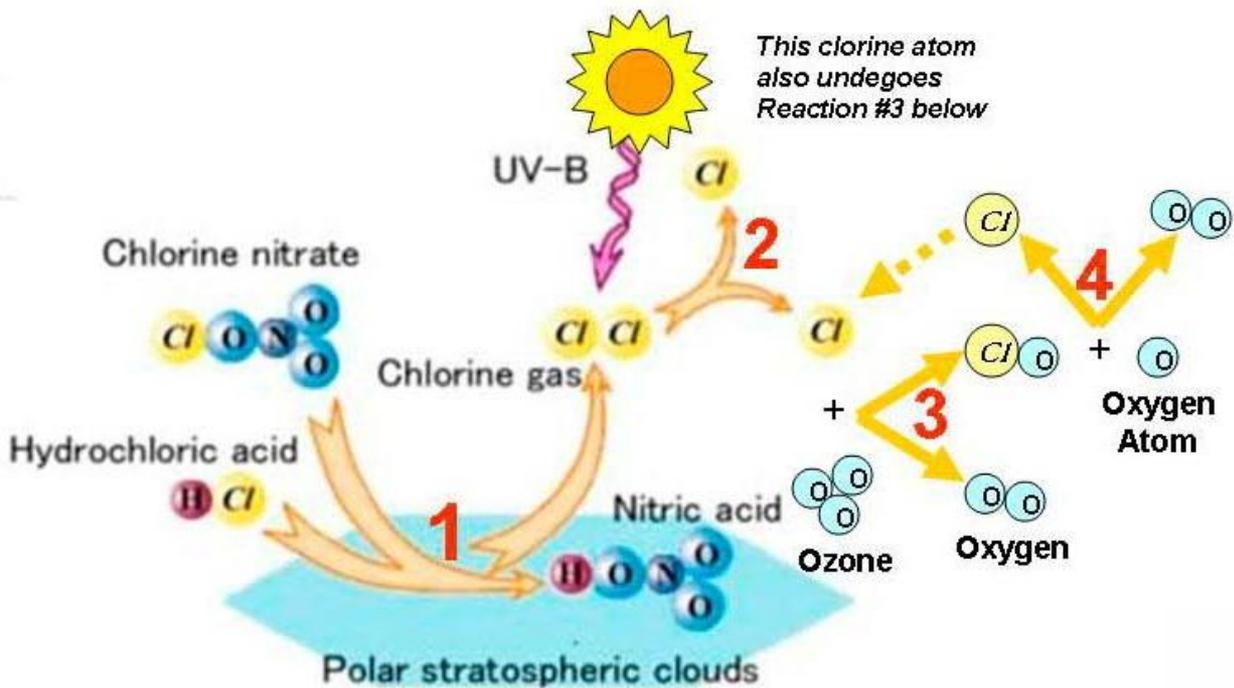
GF 3022 LGK 2011-SP



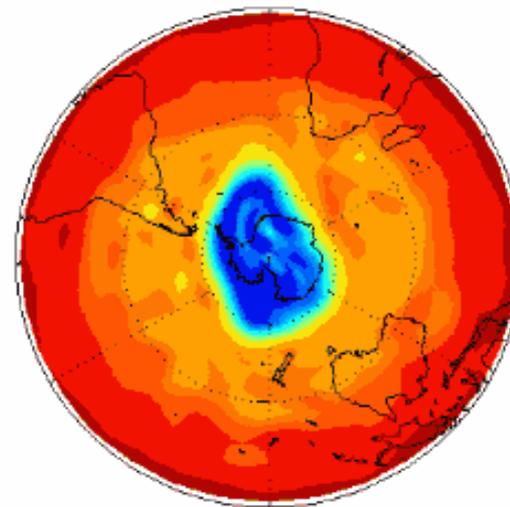
GF 3022 LGK 2011-SP



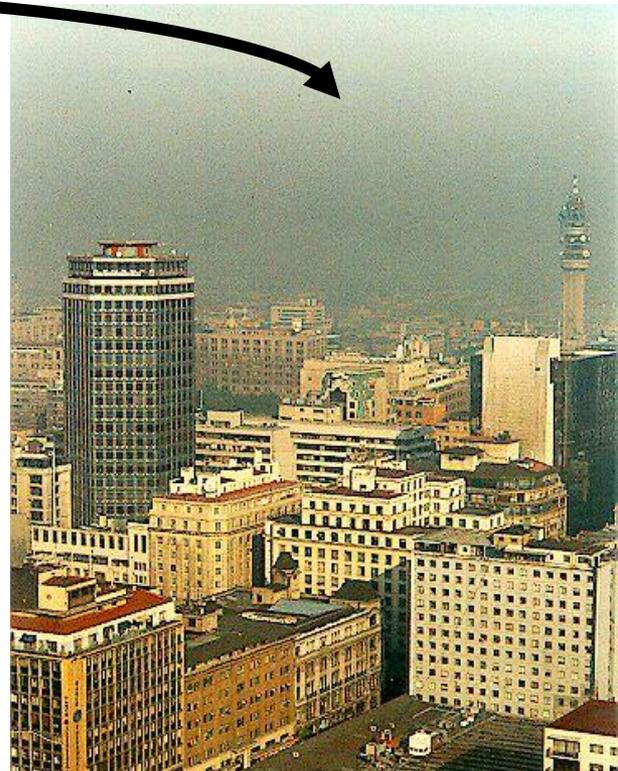
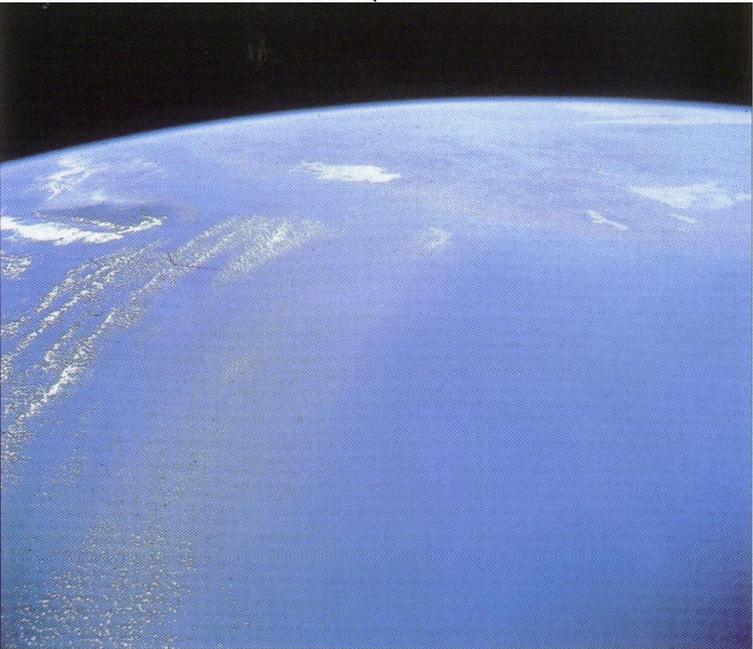
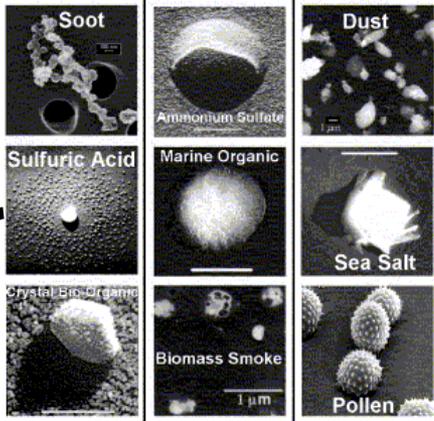




01-Sep-1996



Química y meteorología son relevantes

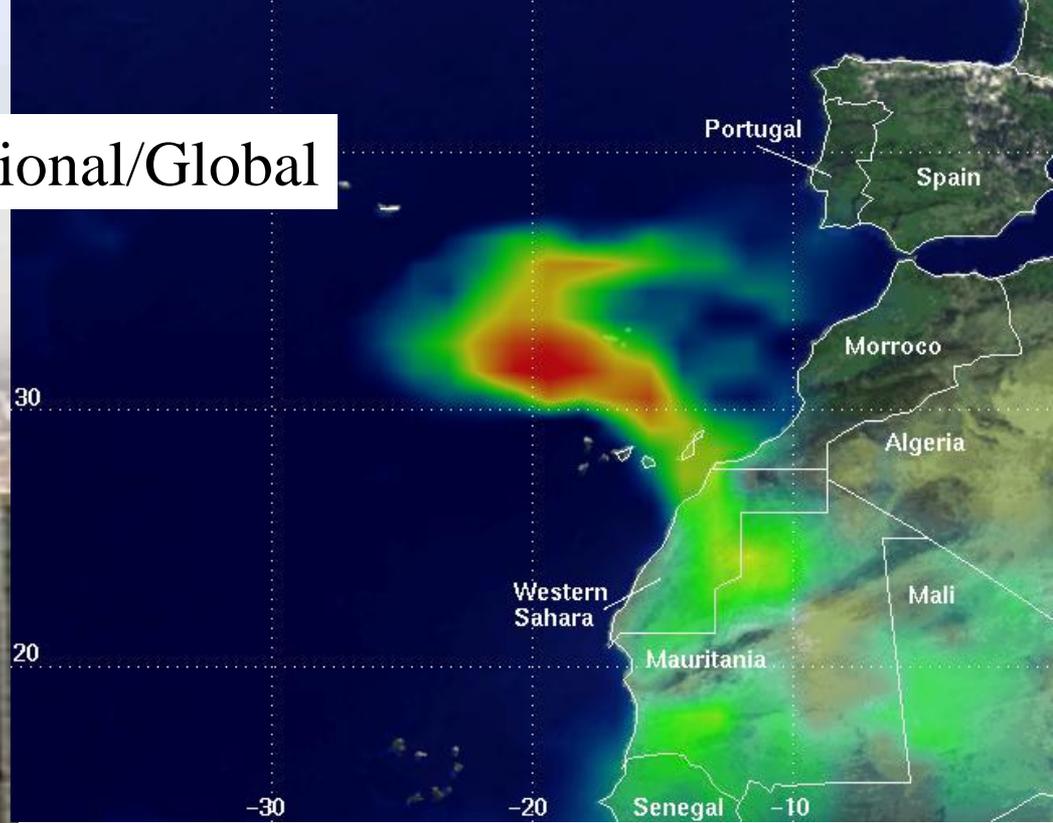


GF 3022 LGK 2011-SP

Local/regional



Regional/Global



Local/micro

GF 3022 LGK 2011-SP

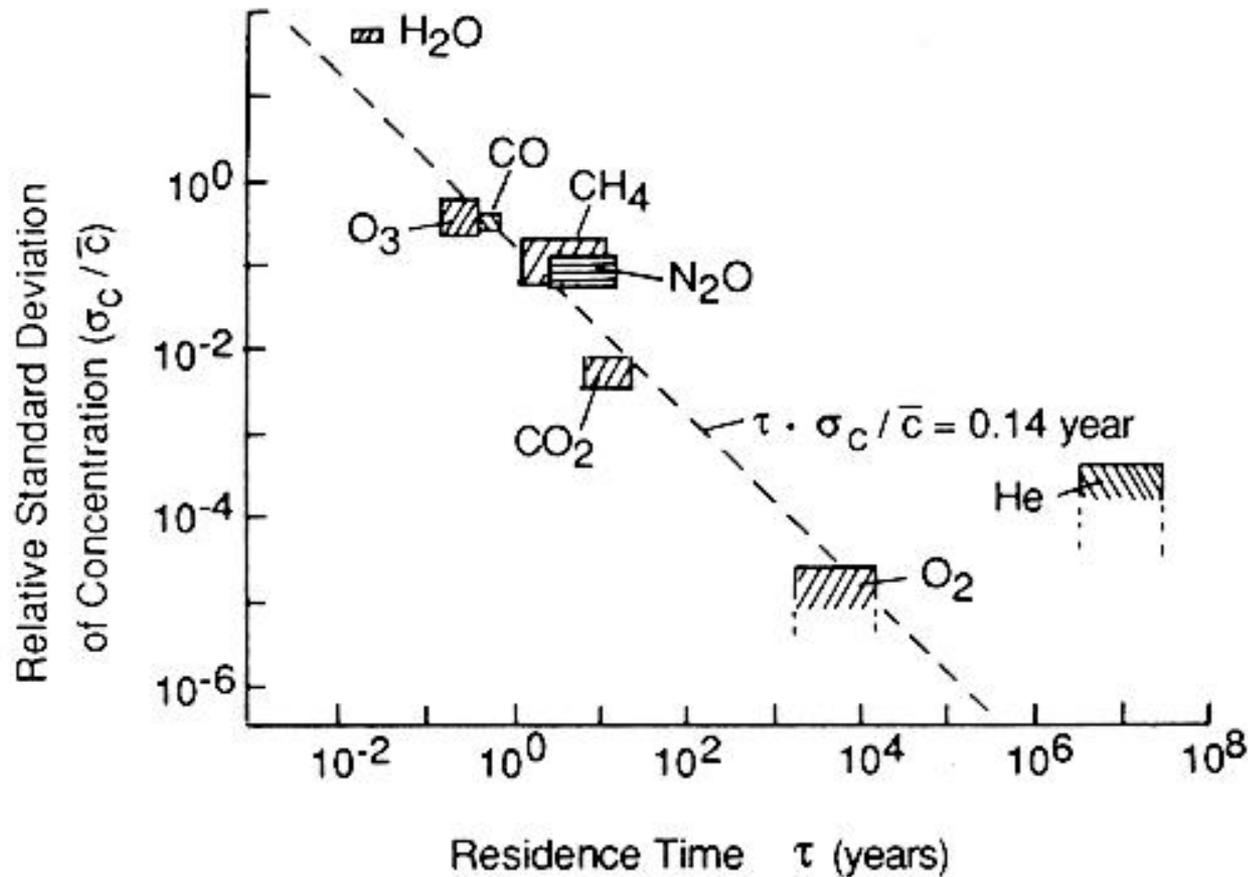


Tiempo de Recambio τ *Turn-over time*

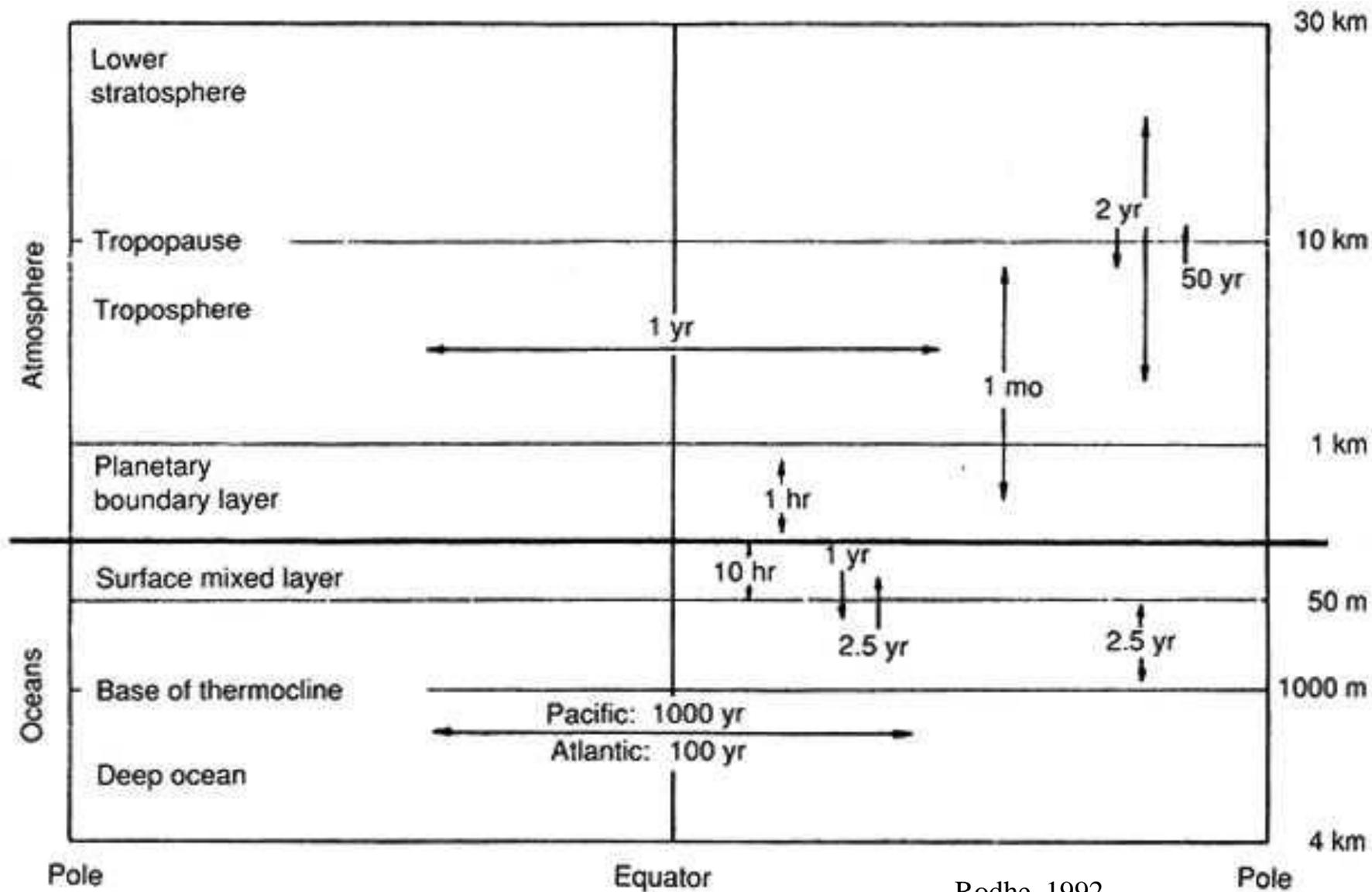


$$\tau = \frac{M}{S} [s] \quad \frac{dM}{dt} = Q - S$$

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



- Grupo 1: Quema de biomasa en el Amazonas



- Grupo 2: Beijing



- Grupo 3: Erupción del cordón Caulle



- Grupo 4: Lacrimógena en Beauchef

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?

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

Y hoy



50
aniversario
1961-2011



Francisco Brieva Rodríguez, Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, y **Emilio Vera Sommer**, Director del Departamento de Geofísica de la FCFM, le saludan cordialmente y tienen el agrado de invitar a usted a celebrar los 50 años del Grupo de Meteorología con el simposio académico "**Medio Siglo de Investigación en Ciencias Atmosféricas**".

Este evento se realizará el viernes **14 de octubre a las 15:30 horas en el Auditorio Gorbea**, ubicado en Beauchef 850, tercer piso.

Más información sobre el evento en <http://www.dgf.uchile.cl/MedioSigloMet/>

S.R.C. 9784564

Santiago, Septiembre 2011