

Clouds in the Perturbed Climate System Introducción



**EDITADO POR
JOST HEINTZENBERG
ROBERT J. CHARLSON**

Federico Flores M.

Antecedentes



- Motivación:
 - Escaso conocimiento de los procesos involucrados en la creación y desarrollo de las nubes
 - Importancia de las nubes en el sistema climático
 - Son la mayor fuente de incertidumbre al analizar el sistema climático
 - Necesidad de caracterizar el impacto de los cambios antropogénicos
- Objetivo:

Definir estrategias para reducir las incertidumbres críticas en cuanto a la comprensión y cuantificación de los efectos de las nubes en el sistema climático.

Énfasis en el estudio del efecto de los procesos antropogénicos y la comprensión de los aerosoles



Table 1.2 Observed and hypothesized anthropogenic perturbations of clouds. CCN = cloud condensation nuclei; IN = ice nuclei; LWC = liquid water content; PBL = planetary boundary layer.

Cloud type	Perturbation	Potential mechanism
Contrails	+ Albedo	Water vapor and anthropogenic CCN/IN ¹
Contrails	– Daily temperature range	Change in air traffic in connection with 9/11 ²
Ship trails	+ Albedo	Anthropogenic water vapor, and CCN ³
Continental stratocumulus	+ Albedo	Anthropogenic CCN ⁴
Continental stratocumulus	+ Cloud-top temperature	Anthropogenic CCN ⁵
Continental stratocumulus	– Precipitation	Anthropogenic CCN ⁶
Global PBL stratocumulus	+ Albedo	Anthropogenic CCN ⁷
Continental rain clouds	– Precipitation	Anthropogenic CCN ⁸
Continental deep convection	+ Freezing level	Anthropogenic CCN ⁹
Continental low clouds	+ Precipitation	Cloud seeding with CCN or IN ¹⁰
Continental low clouds	± Cloudiness	Surface flux change attributable to vegetation change ¹¹
Marine PBL clouds	– “Effective radius”	Anthropogenic CCN ¹²
PBL stratocumulus	– LWC	Anthropogenic soot ¹³
Cloud formation	+ Atmospheric heating	Anthropogenic greenhouse gases ¹⁴
Global cloud cover	+ Cloudiness	Cosmic radiation, ions, anthropogenic CCN ¹⁵
Regional weather	± Synoptic weather systems	Anthropogenic energy release or redirection ¹⁶

- Importancia de los aerosoles como precursores
- Nubes: partículas de agua condensada que crecieron a partir de un núcleo de hielo (IN) o un núcleo de condensación (CCN).
- Gran variedad de aerosoles (4 órdenes de magnitud en tamaño y 7 en concentración)

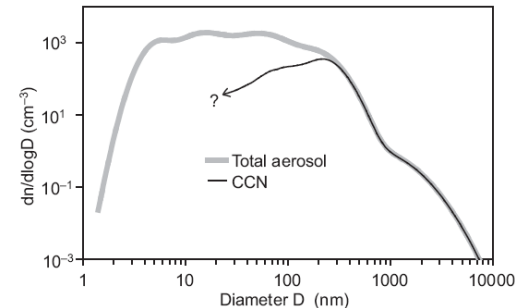


Figure 1.1 Typical near-surface nonurban continental number-size distribution of atmospheric particles (Birmili et al. 1999; Heintzenberg et al. 1998). The typical size distribution of cloud condensation nuclei (CCN) is illustrated by the drop-scavenged fraction according to counterflow virtual impactor (CVI) data from Mertes et al. (2005). The CVI-scavenging data are extrapolated from their upper limit at $D = 900$ nm to the value of one at 10,000 nm. The question mark indicates the lack of data for smaller particles.

Perturbación en las nubes y aerosoles relacionados



- Se comparan registros de radiación y de nubes (cap2)
- Naturaleza y composición de los aerosoles (cap3)
- Métodos experimentales in situ y remotos (cap4)
- Revisión de datos de precipitación (cap5)
- Necesidad de definir tests capaces de aislar los procesos antropogénicos de los meteorológicos (cap6)

Factores que controlan las nubes



- Procesos microfísicos en laboratorio (cap7)
- Factores meteorológicos y de aerosoles que determinan la estadística y climatología de las capas de nubes bajas (cap8)
- Convección profunda (cap9)
- Limitaciones en la modelación actual de la interacción entre las nubes y la dinámica (cap10)
- Factores que controlan el desarrollo de nubes tipo cirros (cap11)
- Limitaciones de los modelos al interactuar procesos nubosos resueltos y parametrizados (cap12)

Extensión y naturaleza de las perturbaciones antropogénicas de las nubes



- Parámetros característicos de los precursores de nube (cap13)
- Interacción de aerosoles y nubes en los procesos internos de la nube (cap14)
- Revisión crítica de la siembra de nubes (cap15)
- Efecto de las pequeñas partículas de contaminación en el desarrollo de precipitación (cap16)
- Efecto de las perturbaciones antropogénicas a escala global (cap17)
- Resumen de la gran cantidad de efectos que deben ser considerados (cap18)

Efecto de las nubes en el sistema climático y estrategias para reducir incertidumbres



- Forzamiento radiativo de los aerosoles al actuar como precursores (cap19)
- Comparación entre modelos que usan cálculo directo y parametrizaciones de las nubes para estimar el efecto del aumento de los gases invernadero (cap20)
- Estrategias a micro, meso y gran escala para reducir la incertidumbre en el efecto que los cambios antropogénicos tienen en las nubes (cap21 y 22)
- Revisión crítica de la forma de presentar las nubes en los modelos a gran escala (cap23)
- Importancia de la retroalimentación nube-albedo-clima (cap24)

Múltiples índices para el cambio climático



- Dada la importancia de las nubes en el sistema se hace necesario incluir más índices, además de la temperatura, para caracterizar el cambio climático.

Table 1.3 Indices of climate change.

Index of change	Symbol, unit
Global mean surface temperature	ΔT
Ocean heat content	Joules
Change in regional-scale surface temperature	ΔT
Change in global- or regional-scale atmospheric water content	B_{H_2O} , $g\ m^{-2}$ B_{H_2O} region
Total greenhouse absorption	LW_{abs} , $W\ m^{-2}$
Global or regional mean radiative forcing	ΔF , $W\ m^{-2}$
Global or regional mean precipitation	mm
Atmospheric GHG concentration or concentration change	e.g., ΔCO_2
Ocean pH	—
Global or regional mean albedo	ΔA
Sea level change	meters
Global or regional change in solar irradiance at the surface	$W\ m^{-2}$
Change in cloud cover, type of cloud, height of cloud, etc.	—

Conclusión



- Es necesario que la comunidad científica sea capaz de responder con seriedad las preguntas que plantea el cambio climático y los efectos antropogénicos
- En particular es necesario evaluar la sensibilidad del sistema climático a los cambios recientes
- Para ello es fundamental reducir la incertidumbre que las nubes introducen aún hoy en los modelos climáticos.
- Lo que se traduce en mejoras sustanciales en la forma en que las nubes y los aerosoles son comprendidos y modelados.