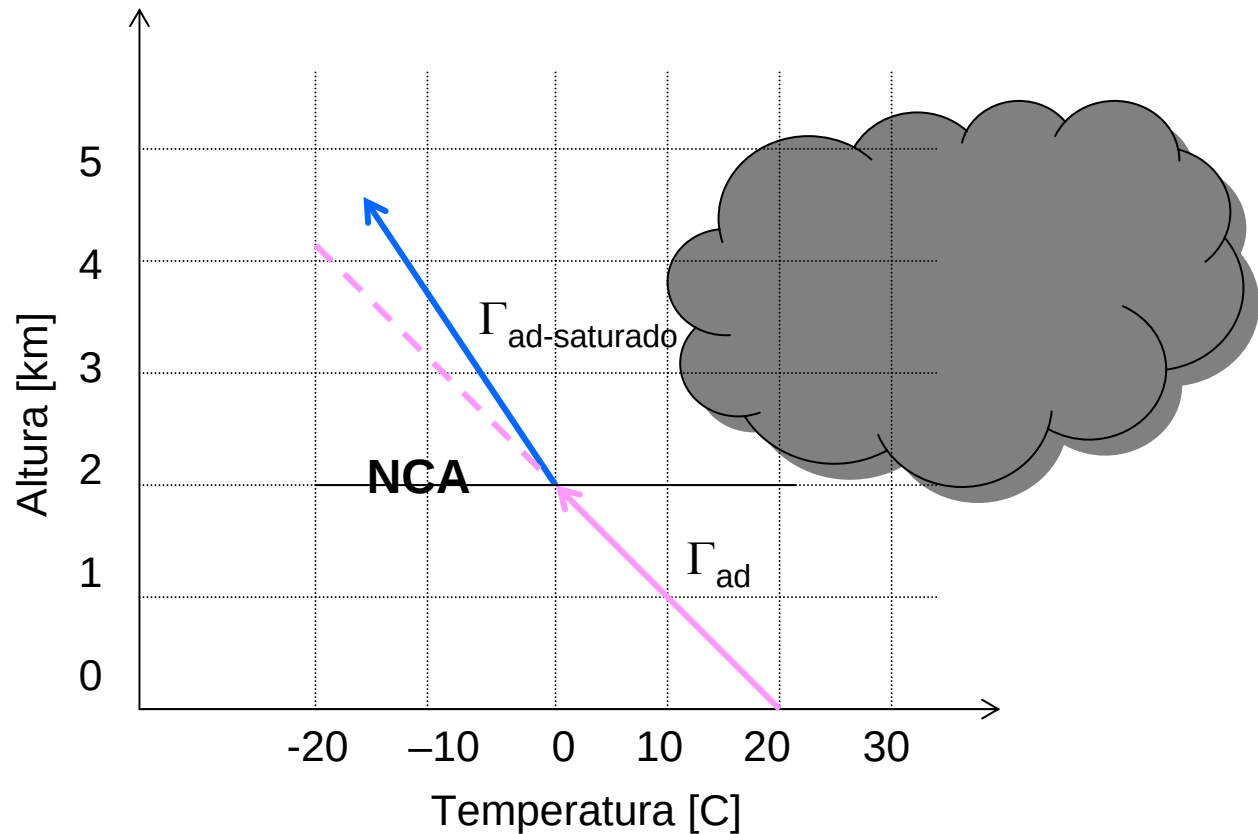
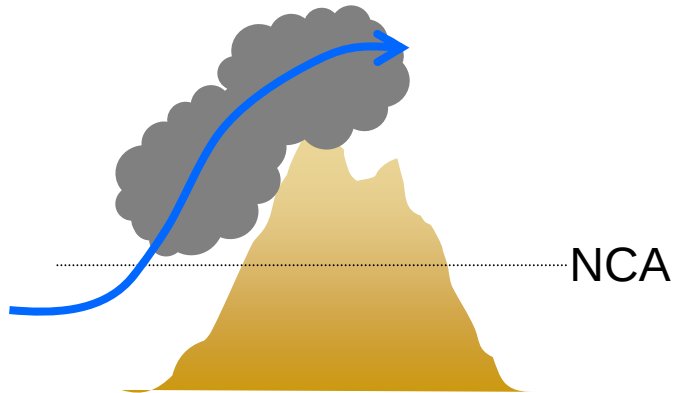


Formación de Nubes

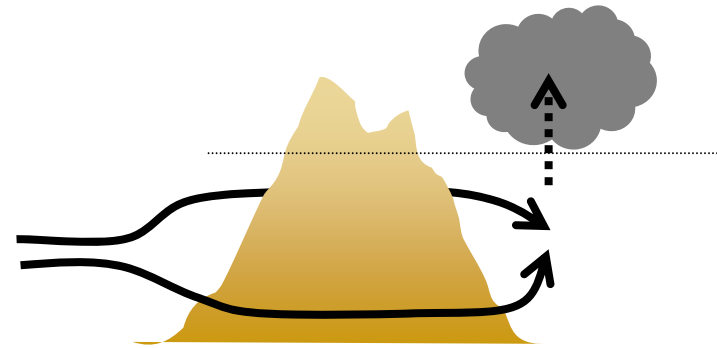
Saturación por enfriamiento
Enfriamiento por ascenso



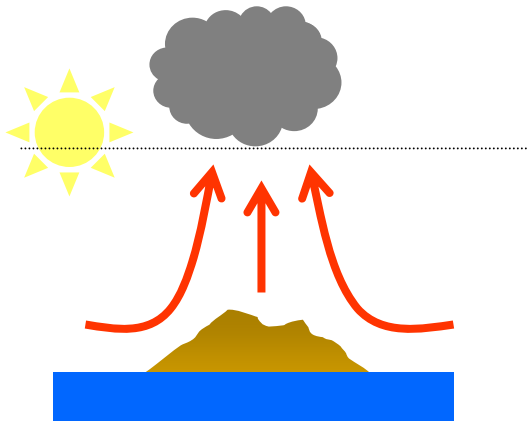
Mecanismos de ascenso en la atmósfera



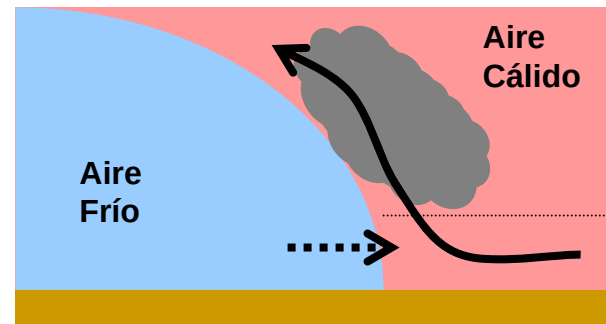
(a) Ascenso Orográfico



(b) Convergencia Orográfica



(c) Ascenso Convectivo

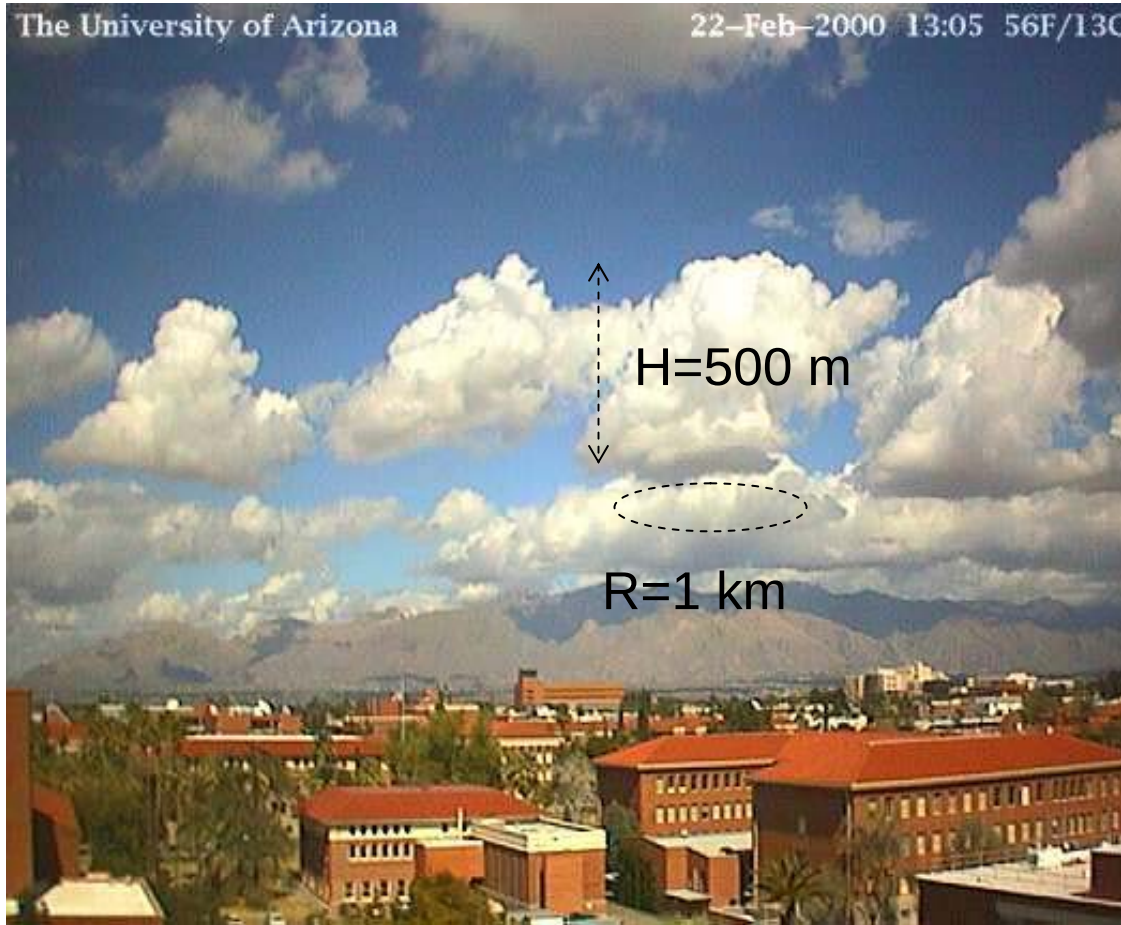


(d) Ascenso Frontal

Mecanismos de ascenso en la atmósfera



¿Cuanto pesa una nube? ¿Cuánta agua tiene?
Expresar en términos de un camión y piscina



Conc. de gotas: 100
gotas/cm³

Tamaño de una gota:
0.01 mm = 1e-5 m

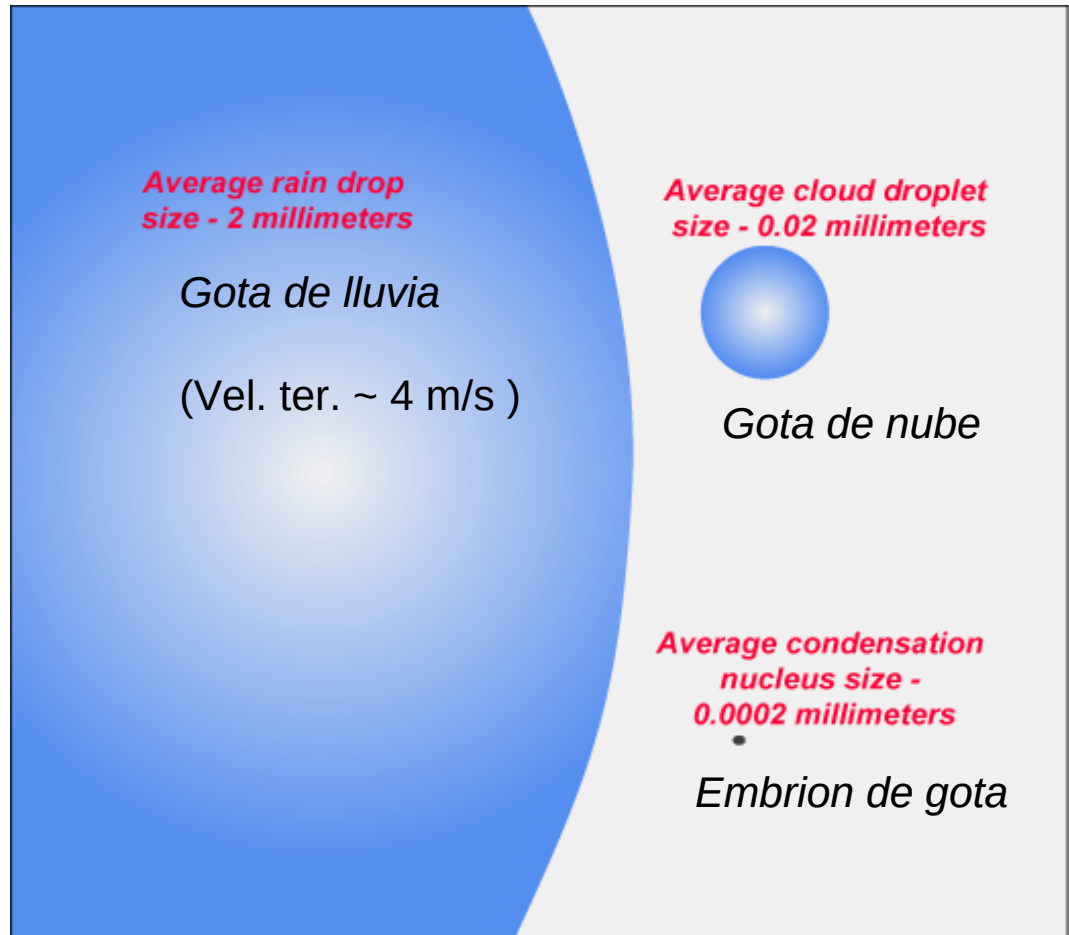
Densidad del aire:
1 kg/m³

Densidad del agua:
1000 kg/m³

GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Regresemos al mundo microscopico...como se forman las nubes?

Una vez alcanzada la saturación comienzan a formarse “embriones” de gotas sobre los **Núcleos de Condensación** (aerosoles higroscopicos)....



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

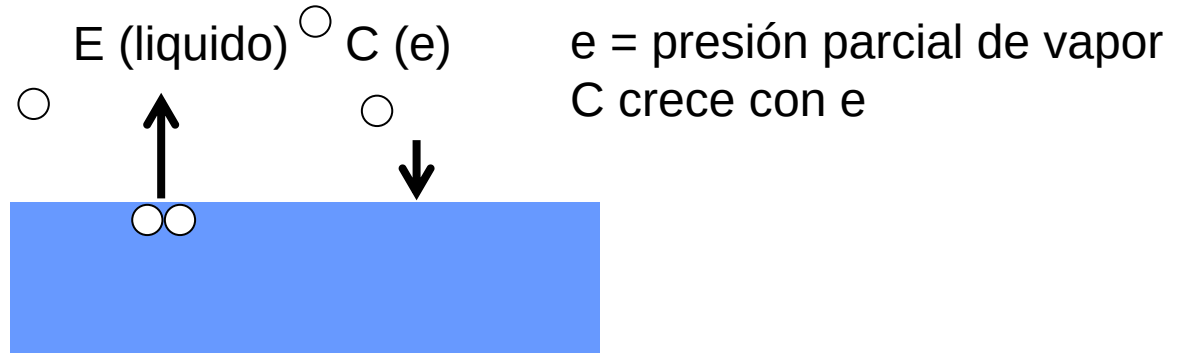
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

**Fuentes de
Aerosoles
(solo una
facción de
ellos actuan
como NC)**



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

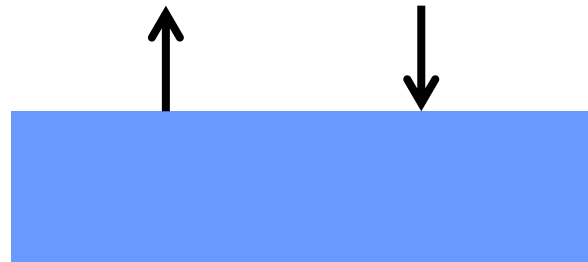
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud



Aire saturado c/r
 sfc. plana agua pura

$$E \text{ (liquido)} = C \text{ (} e_{\text{equil}}^1 \text{)}$$

$$e_{\text{equil}}^1 \equiv e_{\text{sat}}(T)$$

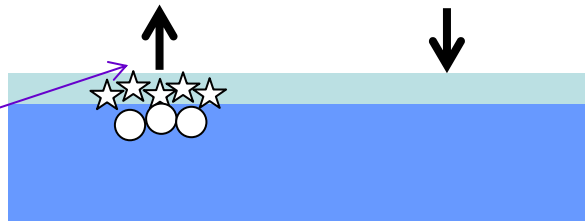


Aire saturado
 c/r sfc. plana hielo

$$E \text{ (liquido)} = C \text{ (} e_{\text{equil}}^2 \text{)}$$

$$e_{\text{equil}}^2 \equiv e_{\text{sat}}^{\text{ice}} < e_{\text{sat}}$$

Cubierta de hielo dificulta la
 evaporación (sublimación)
 debido a incremento en
 cohesión



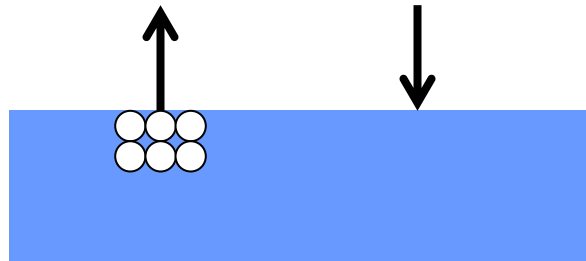
GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Aire saturado
c/r sfc. plana agua

$$E \text{ (liquido)} = C (e_{\text{equil}}^1)$$

$$e_{\text{equil}}^1 \equiv e_{\text{sat}}(T)$$

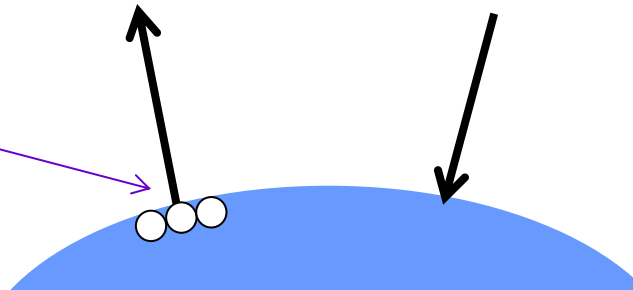


Aire saturado
c/r gota de agua

$$E \text{ (liquido)} = C (e_{\text{equil}}^3)$$

$$e_{\text{equil}}^3 \equiv e_{\text{sat}}^{\circ} > e_{\text{sat}}$$

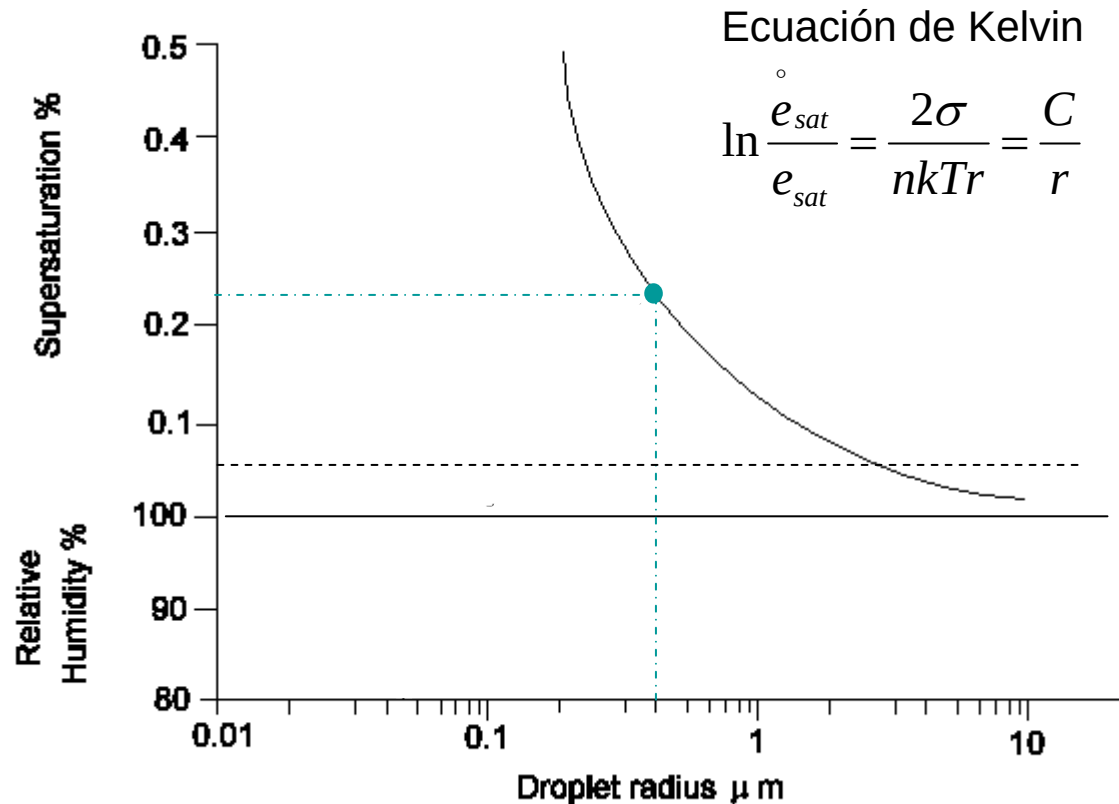
Curvatura superficial
facilita la evaporación
debido a la reducción de
cohesión superficial



$$\ln \frac{e_{\text{sat}}^{\circ}}{e_{\text{sat}}} = \frac{2\sigma}{nkTr} = \frac{C}{r}$$

GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud



Tenemos un problema...se requiere tener una súper saturación alta para mantener en equilibrio gotas pequeñas...

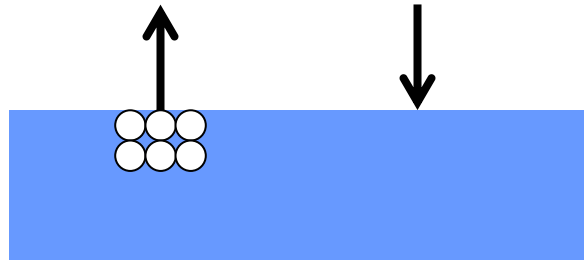
GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Aire saturado c/r sfc.
plana agua **pura**

$$E \text{ (liquido)} = C (e_{\text{equil}}^1)$$

$$e_{\text{equil}}^1 \equiv e_{\text{sat}}(T)$$

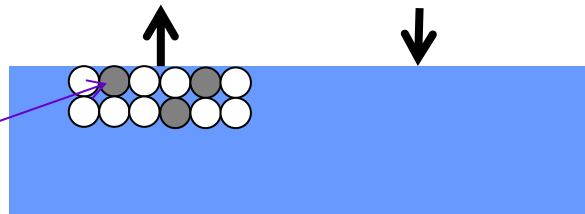


Aire saturado c/r sfc.
plana agua + **solute**

$$E \text{ (liquido)} = C (e_{\text{equil}}^4)$$

$$e_{\text{equil}}^4 \equiv e'_{\text{sat}} < e_{\text{sat}}$$

Presencia de soluto
(núcleos de condensación
soluble) aumentan
cohesión



$$\frac{e'_{\text{sat}}}{e_{\text{sat}}} = f \propto \frac{n'}{n' + N}$$

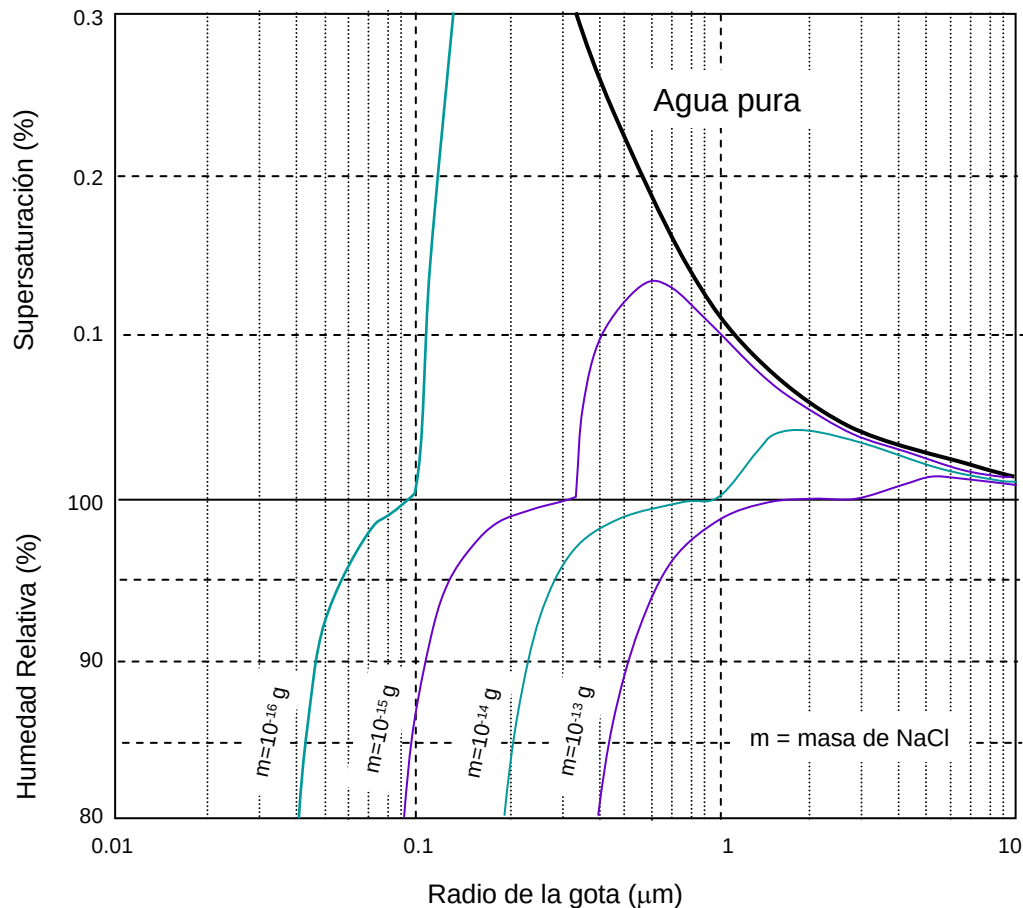
köhler

GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Curvas de Köhler: efecto combinado de curvatura y soluto

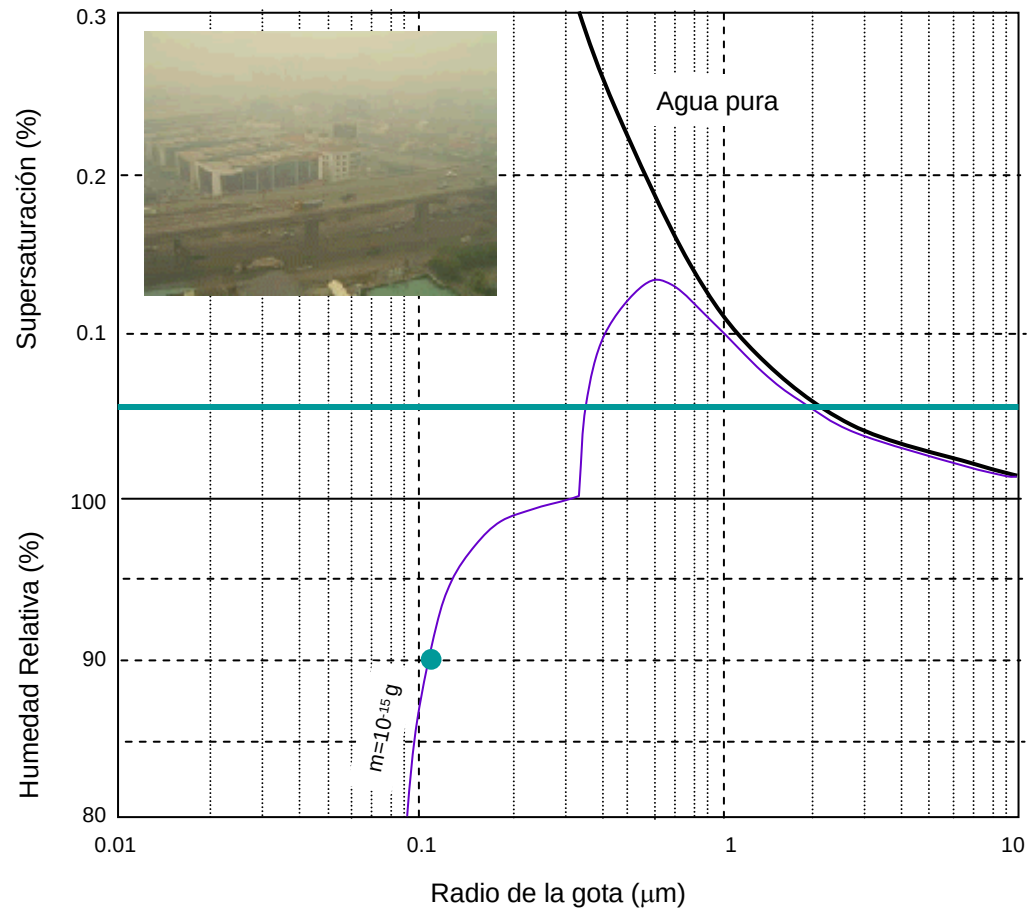
$$\frac{e'_{sat}}{e_{sat}} = 1 + \frac{\dot{C}}{r} - \frac{C'}{r^3}$$



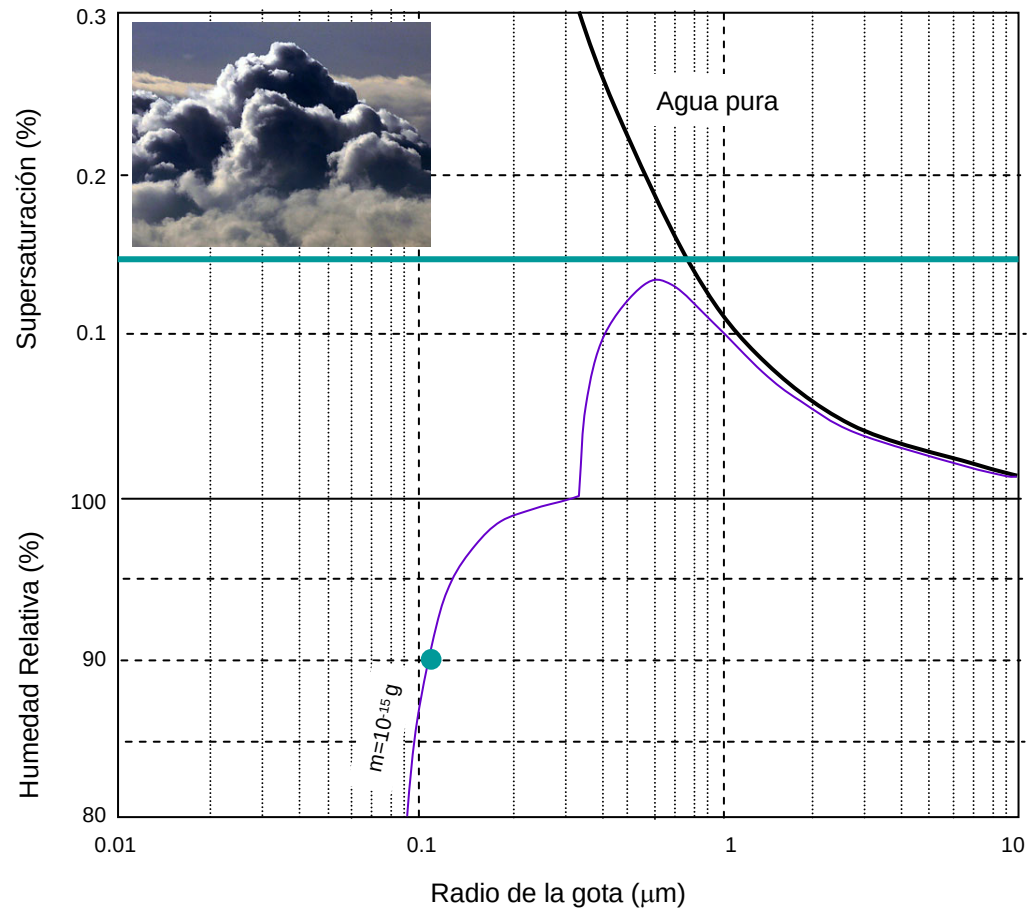
GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Formación de bruma y neblina



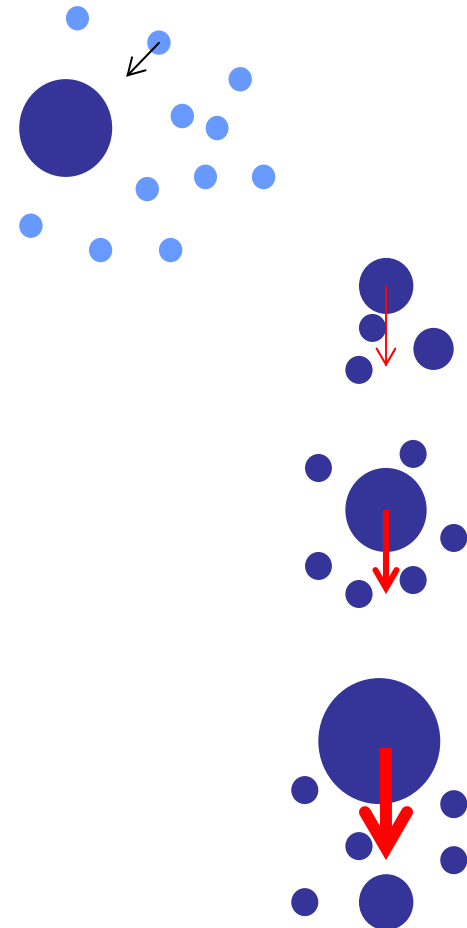
Formación de nubes



En una tormenta, los embriones crecen miles de veces hasta convertirse en gotas de nube/lluvia en menos de una hora...como es posible esto?

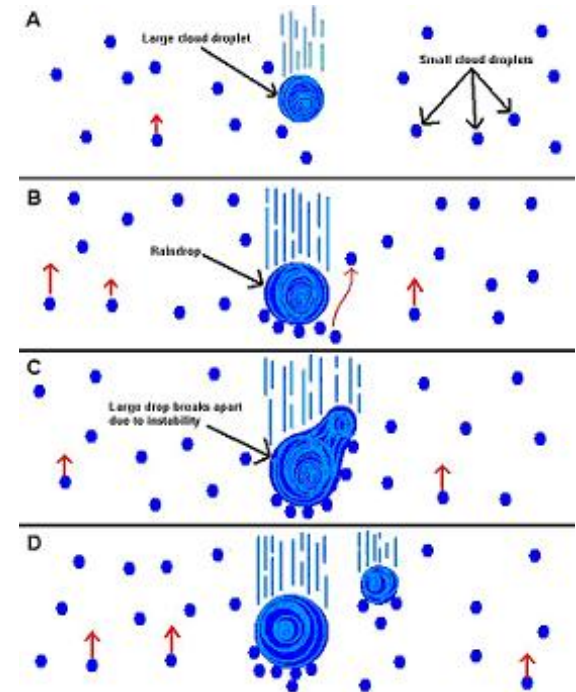
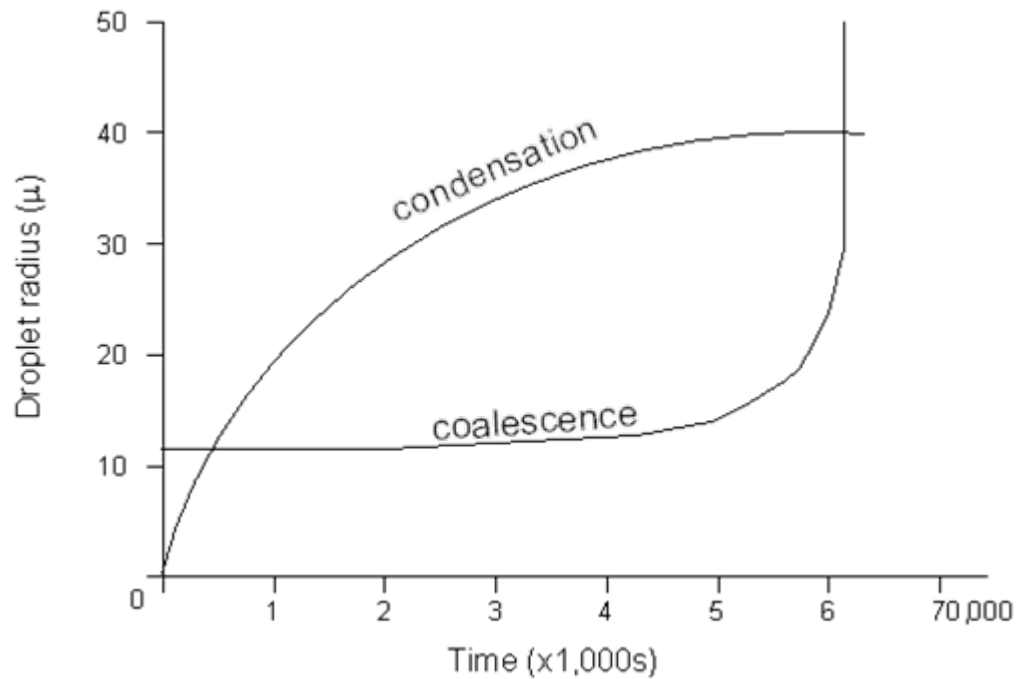
En una primera etapa las gotas crecen por difusión de vapor de agua. Este proceso esta controlado por la cantidad de vapor disponible, el tamaño de la gota y su contenido químico; su eficiencia decrece con el tamaño de la gota.

En una segunda etapa, las gotas crecen por colisión-coalescencia (choque entre gotas). La eficiencia de este mecanismo aumenta con el tamaño de la gota (mayor área colectora, mayor vel. terminal)



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

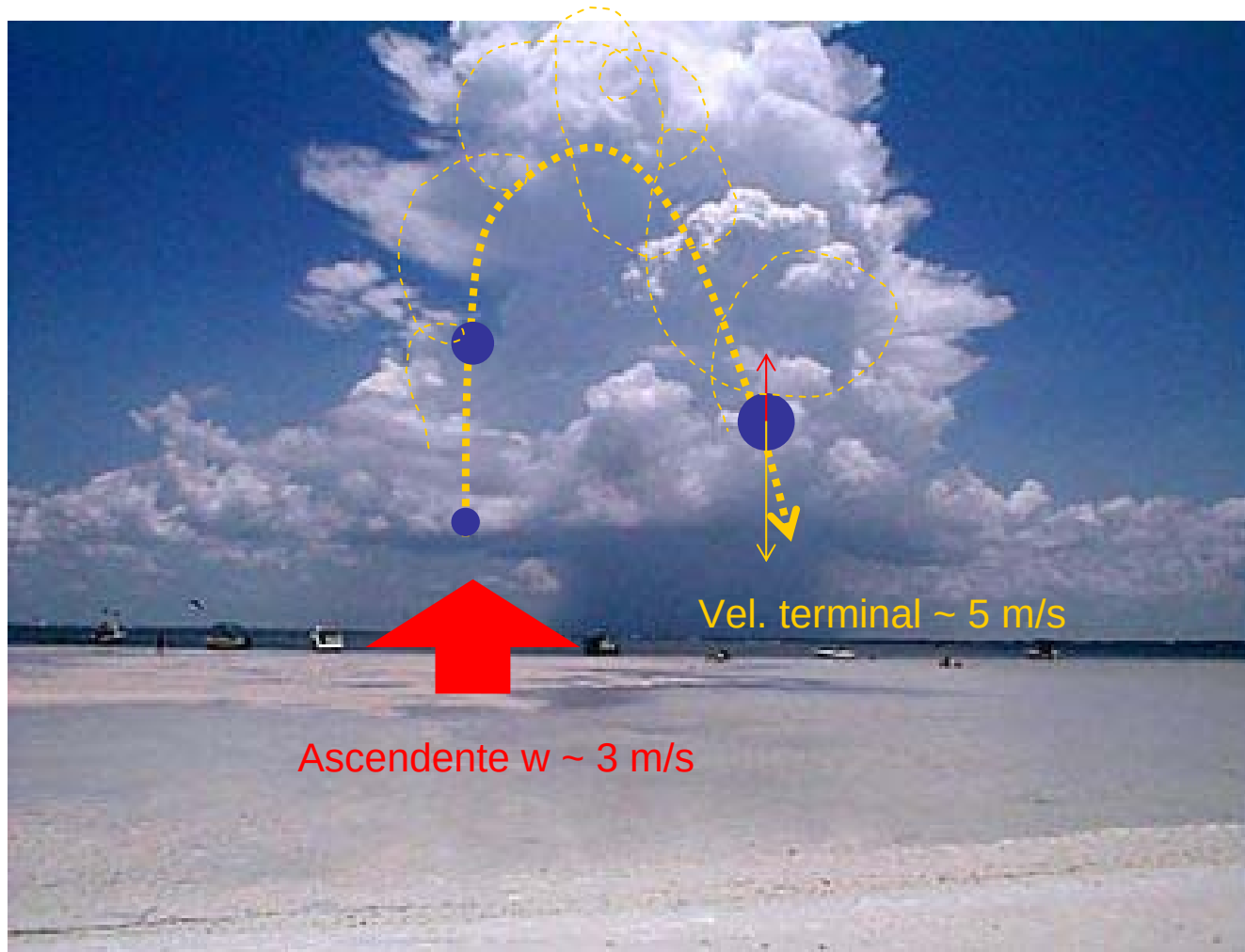
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

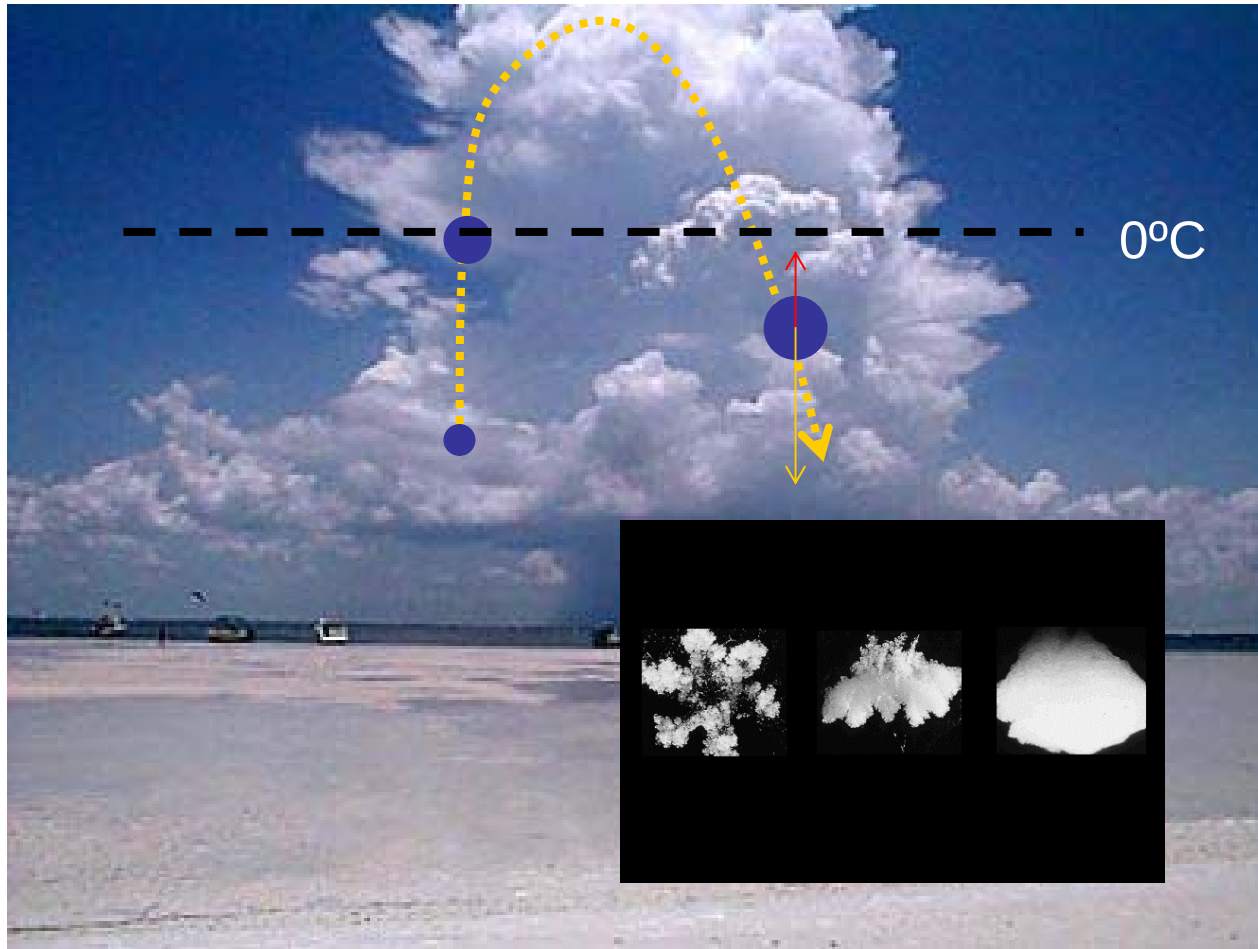
Por supuesto, la trayectoria de una gota puede complicada, en especial en una tormenta convectiva...



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Las cosas también se complican en una nube fría (parte de su volumen esta sobre isoterma de 0°C). En este caso el agua se congela rápidamente y sigue creciendo como granizo..



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

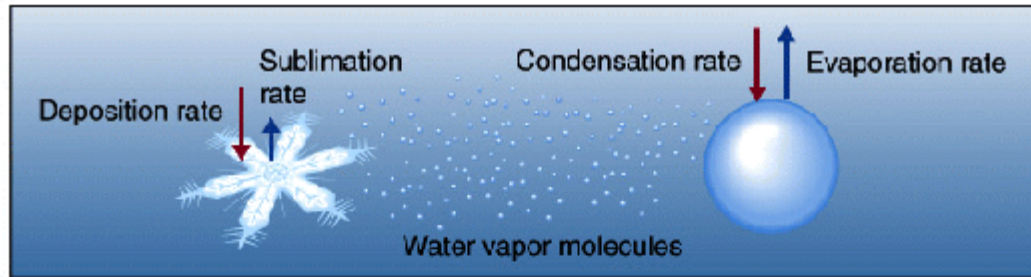
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Una situación distinta ocurre en una tormenta de nieve. En este caso toda (o casi toda) la nube esta bajo 0°C , y la difusión de vapor ocurre en torno a núcleos de condensación de hielo (típicamente en forma prismática), dando origen a la nieve.



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 7

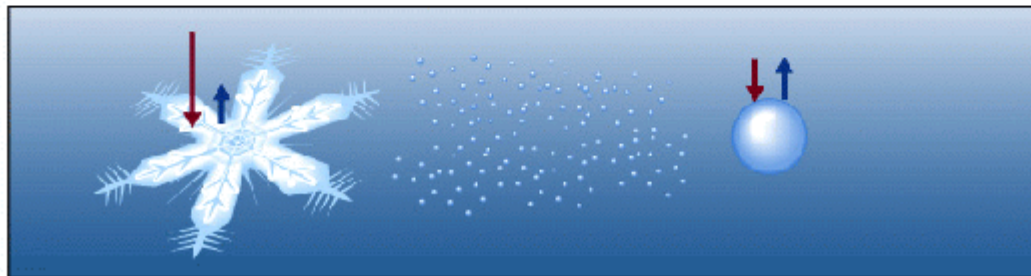
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud



(a)



(b)



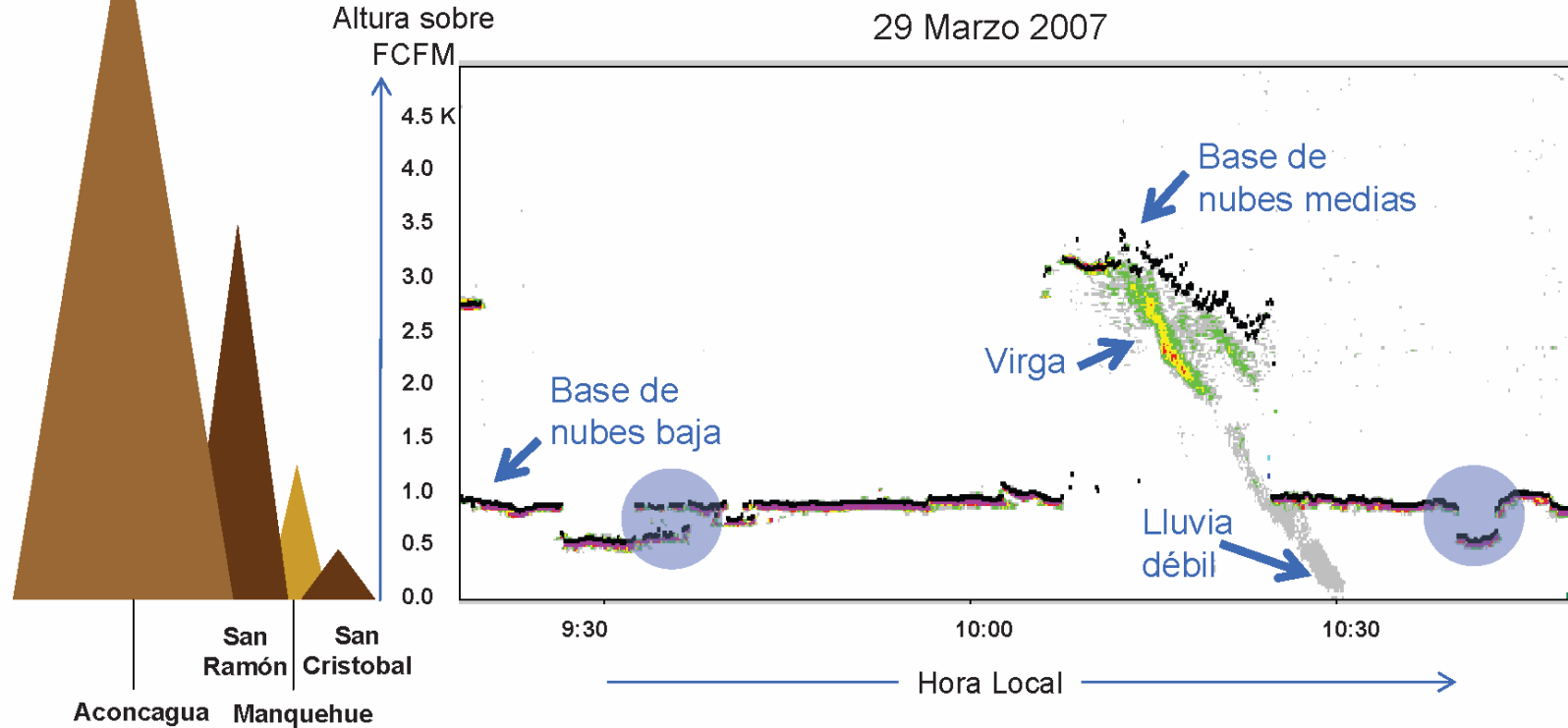
(c)



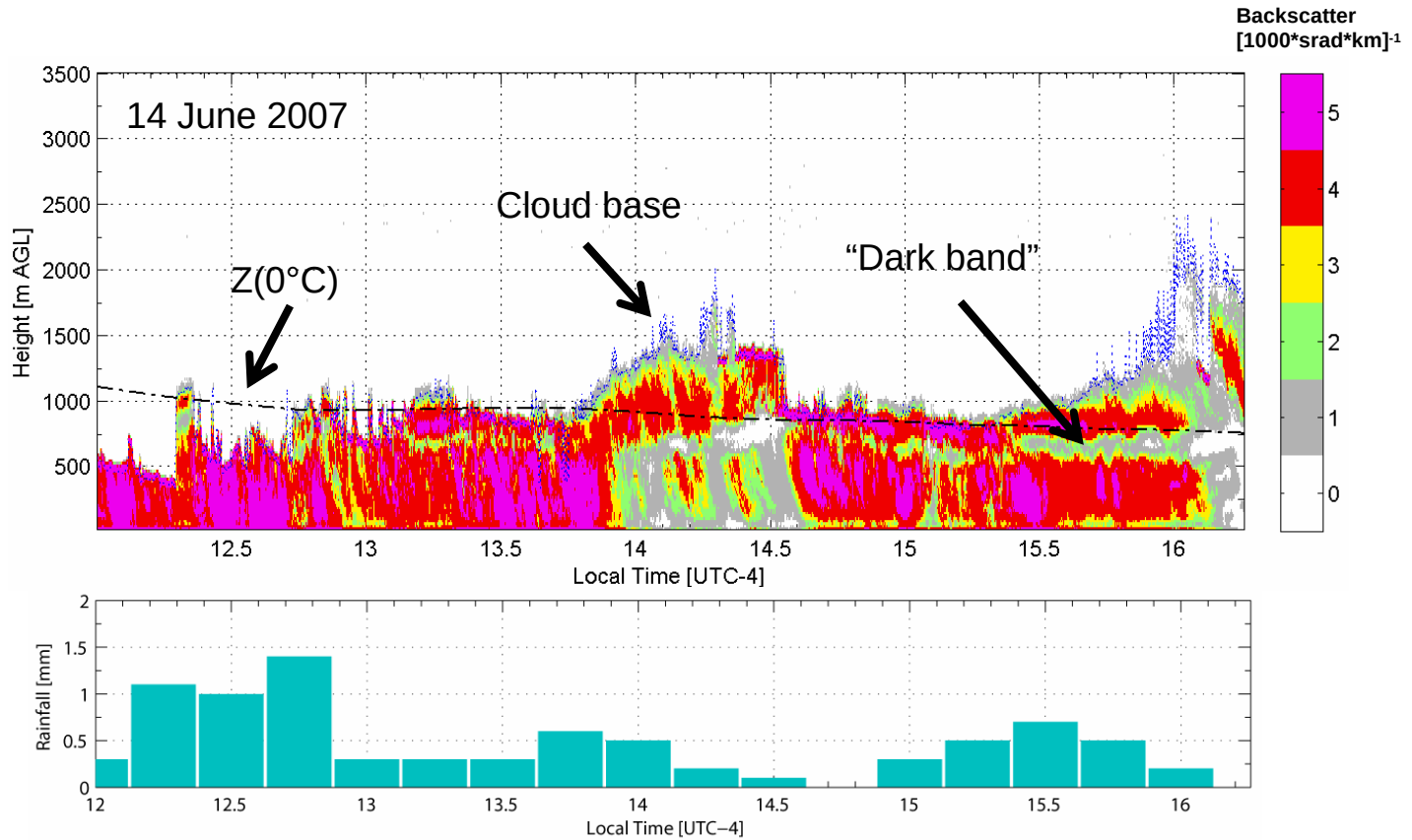
Ejemplo NEFOBASIMETRO @ DGF-UCH (en operación desde Enero 2007)

Nefobasimetro @ DGF/FCFM/UCH

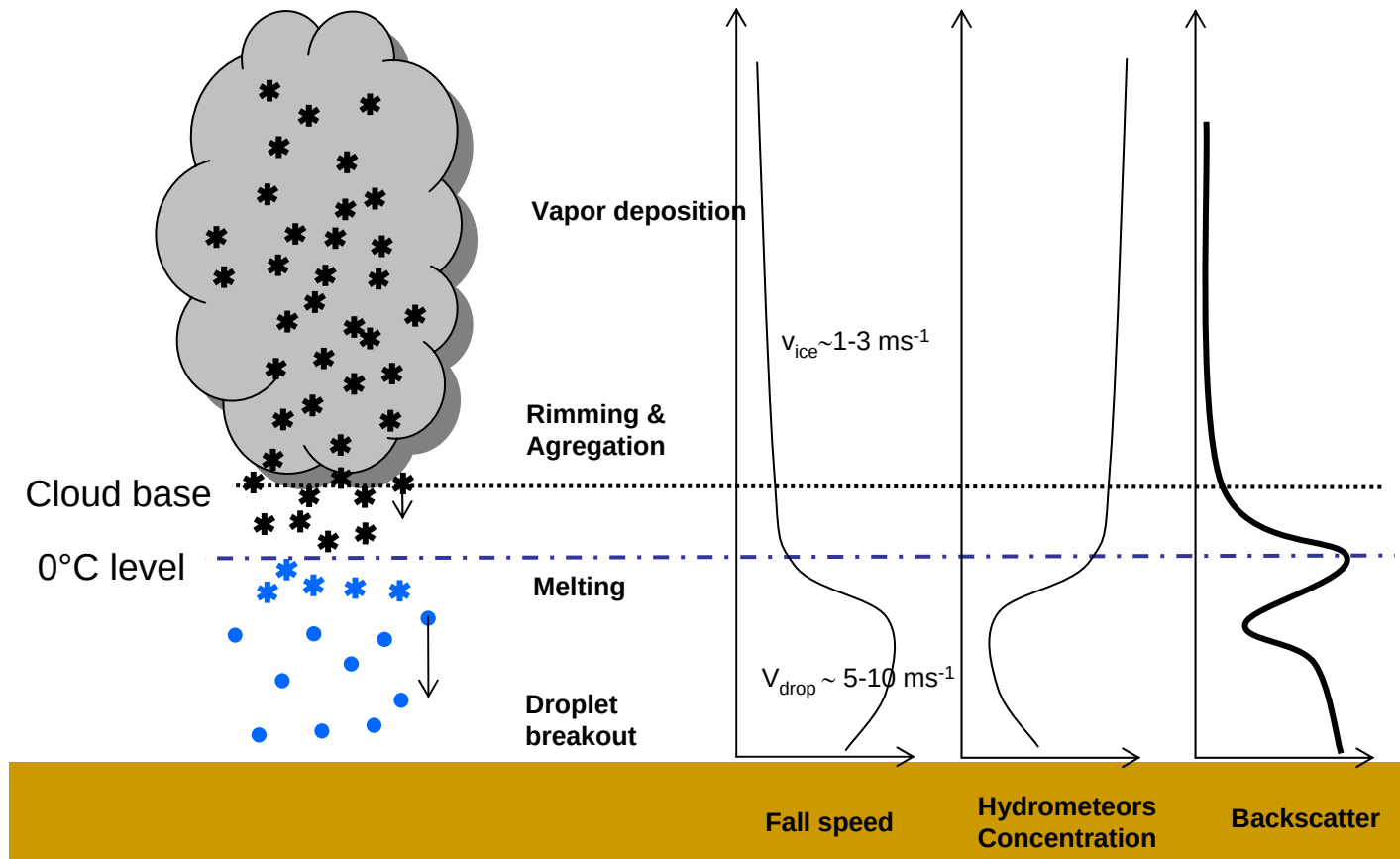
29 Marzo 2007



DGF-UCH Ceilometer data



$$C_{\text{drop}}/C_{\text{ice}} = v_{\text{ice}}/v_{\text{drop}} \sim 0.1 - 0.5$$



CL-VIEW - Port 1 [C:\Documents and Settings\rgarreau\Escritorio\proyectos\TIERRA\EJECUCION\METEO\CEILO\DATA\test.DAT], 06/07/2007 13:07:48

