

## TRATAMIENTO DE LA RADIACION EN LOS MODELOS NUMERICOS

*Isabel Martínez Marco*

*Los procesos radiativos precisan para su completa descripción en el marco de los modelos numéricos de la introducción de variables adicionales y de complejas ecuaciones. Esto eleva considerablemente el tiempo de ordenador, por lo cual el tratamiento que recibe la radiación es el procedimiento denominado parametrización. El objetivo de cualquier parametrización de la radiación es proporcionar un simple, preciso y rápido método de cálculo del perfil del flujo radiativo total en la atmósfera.*

Las ecuaciones diferenciales que se utilizan habitualmente para describir la atmósfera admiten entre sus soluciones todas las escalas de los movimientos atmosféricos, desde las escalas de microturbulencia hasta las grandes ondas responsables de la circulación general.

Cuando se pasa a discretizar las ecuaciones por cualesquiera de los métodos numéricos que normalmente se utilizan (diferencias finitas, técnicas espectrales o elementos finitos), nos encontramos que al utilizar rejillas espaciales y temporales (actualmente para los modelos operativos alrededor de los 100 Km y 10 minutos) se excluyen explícitamente las escalas menores que los tamaños de dichas rejillas.

Como las ecuaciones que describen la evolución de la atmósfera son no lineales, las diferentes escalas interaccionan entre sí, es decir, no evolucionan independientemente. Por lo tanto, nos encontramos con escalas espaciales menores de 100 Km que influyen en las escalas resueltas por las ecuaciones discretizadas.

Sin embargo, los efectos de pequeña escala necesitan un tiempo para interaccionar con las escalas explícitamente resueltas por las ecuaciones discretizadas. Por lo que en una primera aproximación y para integración de las ecuaciones a corto plazo pueden despreciarse los efectos de las escalas menores que la rejilla del modelo.

Se denomina parametrización de los procesos físicos al procedimiento mediante el cual se añaden términos adicionales en las ecuaciones de la atmósfera que tienen en cuenta las contribuciones promediadas de los diferentes procesos "subrejilla". Estos términos adicionales expresan estos procesos en función de las variables que aparecen en las ecuaciones. Esto es, la parametrización de

un proceso implica su descripción, si bien promediada, en función de las variables de las ecuaciones diferenciales discretizadas.

En la parametrización no sólo se incluyen los procesos físicos que tienen lugar a escala subrejilla sino también aquellos procesos, como por ejemplo los radiativos, que para su completa descripción precisarían de la introducción de variables adicionales y de complejas ecuaciones para describirlas. La parametrización en este caso incluye los efectos de estos procesos de forma simplificada también como términos adicionales en las ecuaciones adiabáticas sin necesidad de introducir variables adicionales suplementarias.

El objetivo de cualquier parametrización de la radiación de la atmósfera para su utilización en un modelo numérico es proporcionar un simple, preciso y rápido método de cálculo del perfil del flujo radiativo total en la atmósfera. Estos cálculos deben suministrar:

- a) el flujo radiativo total en la superficie para calcular el balance de energía superficial y
- b) la divergencia de los flujos radiativos horizontal y vertical para calcular el calentamiento o enfriamiento de un volumen atmosférico.

La principal dificultad en calcular la absorción de la radiación solar está en incorporar correctamente los efectos de los múltiples "scattering". Aunque existen muchos métodos "exactos" para resolver la ecuación monocromática de transferencia, no son apropiados porque:

- 1) el tiempo de ordenador es elevado superando los márgenes de un

modelo numérico y

- 2) sólo se conocen valores aproximados de las propiedades ópticas atmosféricas y de la composición de la misma.

Así, el nivel de aproximación y el criterio de exactitud asociado determina el tipo de interacciones entre radiación y dinámica. Estos aspectos son centrales en el diseño de cualquier esquema de parametrización. Algunos factores que complican la materia son:

- a) la dinámica responde a los campos de calentamiento total. Estas componentes del calentamiento no son siempre independientes unas de otras y como resultado la radiación puede influir en la dinámica de una manera no lineal que es a menudo difícil de conocer a priori.
- b) los calentamientos y enfriamientos por radiación pueden variar considerablemente según se producen variaciones en la temperatura causadas por variaciones en factores dinámicos.

Los principales absorbentes en la atmósfera son el vapor de agua en la troposfera y el ozono en la estratosfera. El vapor de agua absorbe principalmente en la región cercana del infrarrojo. En longitudes de onda más cortas el principal absorbente gaseoso es el ozono, que es efectivo en el ultravioleta y en el visible. La absorción por oxígeno y dióxido de carbono son substancialmente menores que las debidas al vapor de agua u ozono y su contribución suele ser a menudo despreciable.

La parametrización de la radiación es una función de la distribución del vapor de agua, de la cantidad y tipo de nubes, del ángulo cenital del sol, del albedo de la superficie de la Tierra y de la distribución del ozono.

Es muy importante identificar la importancia relativa de los procesos que se van a parametrizar. Esta importancia depende tanto del alcance de la integración como de la resolución. Lógicamente en las predicciones a corto plazo el papel de las parametrizaciones es bastante secundario, al contrario de lo que sucede en las integraciones de tipo climático, en las que los procesos físicos incluidos en las parametrizaciones condicionan la climatología de los modelos.

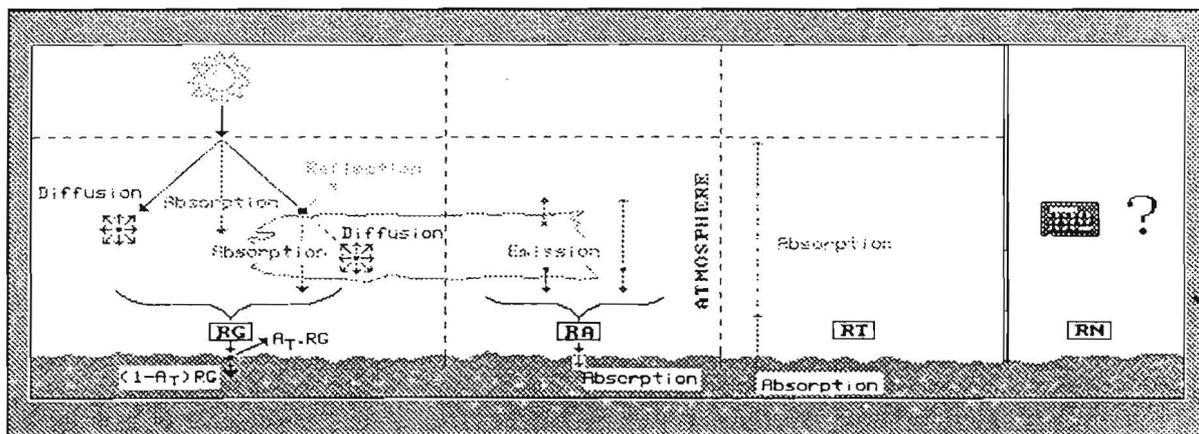


Fig.1.- Esquema de los flujos radiativos en un modelo numérico