

32. La transmisión del calor a través de la atmósfera

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

Tema:

Para la luz del sol la atmósfera es transparente, por lo tanto ésta incide y es absorbida casi totalmente por la superficie terrestre. Lo contrario ocurre para la radiación infrarroja (IR) emitida por la tierra, para la cual la atmósfera es opaca. La radiación infrarroja proveniente de la tierra es emitida por el aire a gran altitud, la llamada “altitud de emisión”. La energía correspondiente llega a esa altitud desde la superficie terrestre por medio de varios mecanismos, los cuales se suelen representar mediante diagramas de flujo energético, como en la figura 1. Llama la atención que entre la atmósfera y la tierra existen dos flujos de energía radiante que son mayores que el flujo que llega del sol.

Defectos:

Una representación como la de la figura 1, sugiere que la forma de transporte energético más importante entre la superficie de la tierra y la troposfera superior es la radiación; las flechas correspondientes son más gruesas y los valores de la densidad del flujo energético son mayores. Generalmente el texto que acompaña a esa clase de figuras apoya dicha impresión.

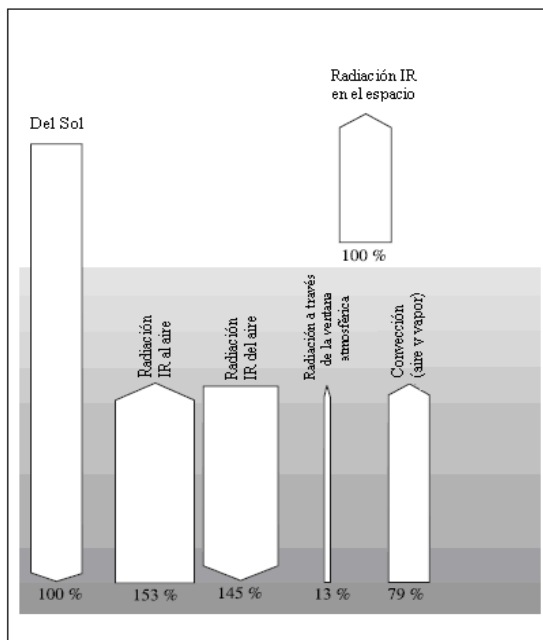


Figura 1. Diagrama de flujo energético.

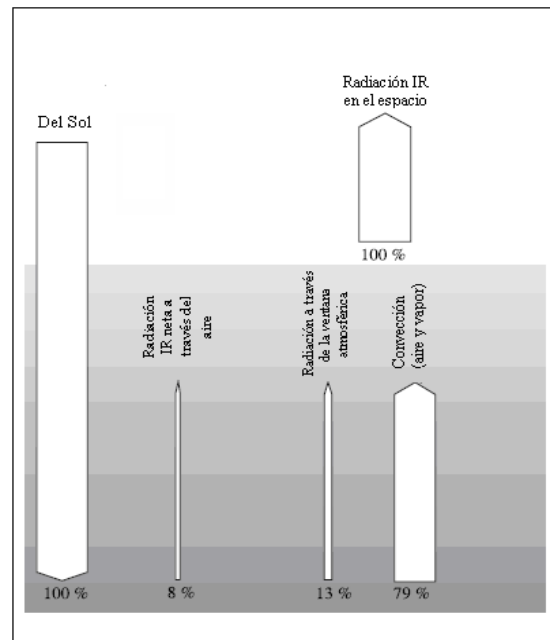


Figura 2. Diagrama de flujo energético.

Sin embargo, esta representación es engañosa, ya que el flujo neto de energía radiante desde la tierra hacia la troposfera superior es resultado de la suma de dos flujos en direcciones opuestas, siendo el flujo neto solamente el 8% del flujo total absorbido por la tierra. La figura 2 muestra el diagrama de flujo correspondiente. En esta figura se ve que no es la radiación el mecanismo de transmisión más importante, sino la convección. Incluso se puede prescindir

completamente de la contribución de la radiación, si se quiere dar una representación aproximada.

Se puede argumentar que la figura 1 contiene más información que la figura 2, sin embargo, esta información en general no reviste mayor interés y además si no es interpretada cuidadosamente puede generar ideas erróneas en los estudiantes. Obviamente se puede “descomponer” cualquier flujo en sus componentes, y de una infinidad de maneras. Se puede descomponer mentalmente el aire en “reposo” de una habitación en dos componentes: uno que represente las moléculas que se mueven hacia la derecha, y el otro las que se mueven hacia la izquierda, obteniendo dos corrientes de aire muy fuertes. De igual manera se podría proceder con los electrones en un conductor sin corriente, resultando dos “corrientes eléctricas” muy grandes en direcciones opuestas. También se podría descomponer la componente horizontal de la radiación infrarroja. Otro ejemplo que corresponde particularmente bien al caso de la radiación infrarroja a través de la atmósfera es lo que ocurre en un cuerpo sólido -una barra de cobre, por ejemplo- que se calienta en uno de sus extremos y se enfría en el otro. Lo que para la atmósfera serían los fotones, son los fonones en la barra de cobre, y la velocidad de la luz en la atmósfera correspondería a la velocidad del sonido en la barra. A nadie se le ocurriría descomponer la corriente de calor en la barra en dos corrientes de direcciones opuestas, cuando se trata solamente de establecer el balance calórico de la misma.

Es cierto que ninguna de las dos descripciones -la de la corriente neta y la de las corrientes parciales- es errónea, pero la descripción con las corrientes parciales es más complicada y puede generar confusiones.

El tema se presta para un breve comentario sobre el hoy popular efecto invernadero, el cual consiste en un aumento de temperatura debido a que los llamados gases de invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono, entre otros) absorben y reemiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre. En un invernadero real, el vidrio -similar a la atmósfera- es transparente a la luz solar y opaco a la radiación terrestre, pero confina el aire en su interior, impidiendo que escape el aire caliente. Así, el interior del invernadero se mantendrá siempre tibio, ya que el vidrio no permite la pérdida de calor por convección hacia el aire que lo rodea. El proceso es algo distinto al que ocurre en la atmósfera, por lo tanto el nombre no es el más apropiado, pero se ha hecho tan popular que es difícil deshacerse de él.

Origen:

Probablemente el hecho de que las corrientes parciales son más fáciles de medir que la corriente total.

Eliminación:

Representar el flujo de radiación por una sola magnitud: el flujo total neto, el cual tiene un valor determinado en cada punto. Así se ve claramente que el mecanismo dominante para el transporte de energía a través de la atmósfera es la convección.