

# ALGUNOS ERRORES METEOROLÓGICOS EXITOSOS

Alejandro MÉNDEZ FRADES y Alejandro ROA ALONSO  
(Servicios Centrales de AEMET); ilustraciones de Gabriela CUEVAS TASCÓN  
(Delegación Territorial de AEMET en Cataluña)

*RESUMEN: Un “error” originado por una traducción o una interpretación científica concreta puede generar un “éxito” involuntario en cuanto a su difusión y aceptación por parte de quienes consumen ciencia: investigadores, divulgadores, eruditos, etc. La imaginación es generosa y atrevida, pudiendo dar lugar a curiosas interpretaciones. Por ejemplo: ¿sería correcto modelizar el comportamiento radiativo de la atmósfera por el de un invernadero agrícola?, ¿cuál es el origen de la palabra precipitación?, ¿quién fue Lee y cuál fue su relación con las ondas de montaña?, ¿es apropiado hablar de “parcelas de aire”?*

Palabras clave: efecto invernadero, precipitación, parcela, ondas de Lee, ondas de montaña.

## 1. UNA INTERPRETACIÓN EQUÍVOCA PUEDE PERDURAR PARA SIEMPRE

Asimilar comportamientos atmosféricos es quizás la tarea más complicada. Hacer ciencia tiene sus riesgos y no deja de ser una actividad expuesta a cambios. El estado del arte de la meteorología está en consonancia con el desarrollo de la técnica. Observar más y mejor la atmósfera ha posibilitado rebatir algunos modelos conceptuales muy arraigados. Seguidamente, se van a mostrar dos conceptos muy conocidos cuya denominación, asociada a una primitiva interpretación científica, ha perdurado hasta la actualidad.

### 1.1. Efecto invernadero

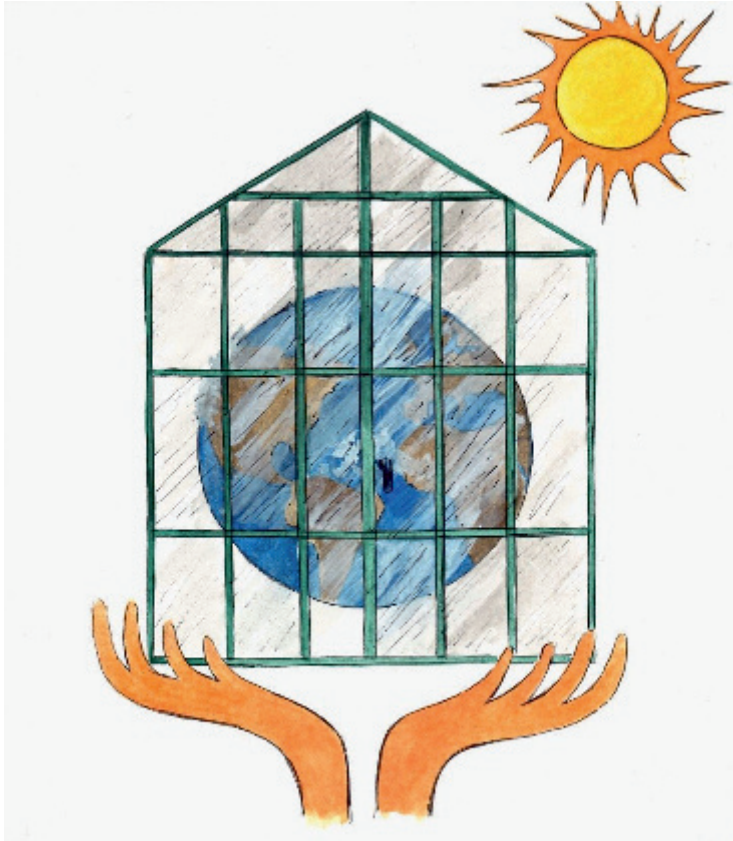
La comunidad científica comenzó a interesarse por esta evidencia atmosférica en los primeros años del siglo XIX, cuando el físico y matemático francés Joseph Fourier (1768-1830) se planteó la siguiente pregunta: “¿Qué determina la temperatura media de un planeta?”. Prosiguiendo, además: “si la luz incide en la superficie de la Tierra y la calienta, ¿por qué el planeta no sigue caldeándose hasta llegar a una temperatura cercana a la del Sol?”.

Utilizando las herramientas que tenía a su alcance, obtuvo un valor numérico de temperatura bastante inferior a la del punto de congelación del agua ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), muy lejos de lo que se correspondiente con la realidad:  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En este sentido, Fourier reconoció que podría deberse a que la atmósfera terrestre posee la capacidad de retener parte de la radiación térmica terrestre emitida por la superficie. Para ello, propuso, en el año 1827, un modelo conceptual en el que comparaba la Tierra y su cubierta atmosférica con una bóveda acristalada. Afirmaba que el interior de la caja se calentaba cuando la luz del Sol se introducía en ella a la vez que el calor no podría escapar. De esta forma se impedía que la Tierra llegase a alcanzar esa temperatura tan baja.

Tal explicación parecía plausible y fácil de entender. De hecho estuvo experimentalmente refrendada por la construcción de un dispositivo denominado helietermómetro, ideado por el físico francés Edme Mariotte (1620-1684), basado en el comportamiento de la luz cuando atraviesa fácilmente el vidrio, pero no así el calor radiante. Para Fourier, “la atmósfera

*atrapa el calor emitido por la superficie como si este estuviera debajo de una vidriera de cristal”.*

Javier Martín Chivelet (MARTÍN, 1999) resume la idea de Fourier de la siguiente forma: “la atmósfera hace que en la Tierra existan temperaturas aptas para la vida, al igual que un invernadero permite el crecimiento de plantas fuera de su ámbito climático” (figura 1).



*Figura 1. La idea primigenia que se tenía del efecto invernadero constituye el primer intento en modelizar la interacción entre la atmósfera y la radiación terrestre.*

Ahora bien, esta concepción es errónea. Hay que advertir que el calentamiento que se produce en el interior de un invernadero se debe al aislamiento de la masa de aire atrapada en su interior. Este se mantiene caliente por razones propias: el vidrio impide la salida del aire calentado por la superficie caldeada por el Sol, no habiendo intercambio energético entre el medio exterior y el interior del invernadero y, por consiguiente, sin posibilidad de convección.

Habría que esperar casi tres décadas para que se descubriera esa misteriosa capacidad que tenía la atmósfera terrestre, gracias a los estudios llevados a cabo por el científico británico John Tyndall (1820-1893) que, en 1859, le permitieron demostrar que los gases atmosféricos mayoritarios (nitrógeno y oxígeno) eran transparentes, mientras que el metano y dióxido de carbono mostraban una acusada opacidad a la radiación terrestre.

Tyndall señalaba que la escasa concentración del dióxido de carbono en la atmósfera era la suficiente como para crear unas condiciones térmicas adecuadas ya que una parte de la radiación de onda larga que escapa de la superficie terrestre es absorbida por el vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano, mientras que la otra se irradia hacia la superficie terrestre y capas superiores. Lo argumentaba de esta manera: “*de la misma manera que una presa construida en un río crea una profundización del curso del agua, nuestra atmósfera colocada como una barrera para los rayos infrarrojos produce una elevación local de la temperatura superficial*” (TYNDALL, 1938). A la vez que advertía que el vapor de agua era el más importante de entre los gases opacos: “*para la vida vegetal de Inglaterra, el vapor de agua es tan necesario como la ropa para los seres humanos*”.

Actualmente, la comprensión del efecto invernadero está muy lograda. Se podría resumir como sigue: “*este proceso se aproxima más bien al efecto de una manta sobre nuestro cuerpo caliente en una noche invernal que al de un invernadero sobre las plantas que se desarrollan en su interior*” (MARTÍN, 1999).

La historia ha demostrado que la denominación efecto invernadero en sí constituye una bella metáfora de cómo la atmósfera pone trabas a la radiación terrestre saliente con la intención de favorecer el desarrollo de la vida. Curiosamente el astrofísico británico Henry Poynting (1852-1914) fue quien, de forma involuntaria, acuñó por primera vez la expresión efecto invernadero.

## 1.2. Precipitación

Este concepto apareció por primera vez en 1751, cuando el médico francés Charles Le Roy (1726-1779) sugirió en su trabajo *Mémoire sur l'élevation et la suspension de l'eau dans l'air et sur la rosée* que el aire atmosférico disuelve agua de la misma forma que esta disuelve la mayor parte de las sales. Argumentó que, si el agua caliente puede disolver mayor cantidad de soluto que una fría, análogamente una masa de aire más cálida también podría disolver más agua que una fría hasta llegar al punto de saturación, circunstancia en la que el “disolvente” (agua, aire) no puede disolver más “soluto” (sal, agua) de modo que una cantidad adicional de esta aparecerá como “precipitado” (DWAYNE, 1966; MÖLLER, 2008).

Su hipótesis quedó refrendada con el siguiente experimento. En un recipiente cerrado introdujo aire húmedo saturado al cual enfrió posteriormente. Cuando tenía lugar el enfriamiento, se percató de la aparición de unas diminutas gotas de agua que asoció a una precipitación por enfriamiento, que es lo que actualmente se conoce como rocío y que Le Roy designó *grade de saturation d'air*. Esta evidencia parecía estar en consonancia con el mecanismo químico por el cual, si se disminuye la temperatura de una disolución saturada, entonces precipitará (STRANGWAYS, 2006).

La idea de “máxima capacidad de almacenamiento (disolución en el aire) para una determinada temperatura” que se ha insinuado en las líneas anteriores fue el embrión de lo que actualmente se denomina humedad relativa.

La teoría de la disolución química del agua en aire atmosférico permaneció vigente durante muchos años, hasta que fue refutada por el científico sueco Nils Wallerius (1706-1774) el cual sugería la posibilidad de evaporación de agua en el vacío. El agua no precisa de la existencia de aire atmosférico para evaporarse. De hecho, la temperatura a la cual se evapora es tanto menor cuanto menor sea la presión exterior. El agua tiene la peculiaridad de ser

una sustancia que puede manifestarse en la atmósfera (o más estrictamente, en el sistema climático) en los tres estados de agregación, verbigracia: nieve, lluvia o vapor de agua.

Por otra parte, es interesante presentar una pequeña reflexión en cuanto al uso de la precipitación como concepto. ¿Qué se quiere decir cuando se habla de precipitación? Su significado actual, según la base de datos multilingüe *Meteoterm* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sostiene que es un “hidrometeoro consistente en la caída de un conjunto de partículas. Las formas de precipitación son: lluvia, llovizna, nieve, cinarra, nieve granulada, polvo diamante, granizo y gránulos de hielo”. Así, solo se considera que hay precipitación cuando un hidrometeoro “cae de las nubes”. Ese es el uso que hoy en día tienen asumido tanto comunicadores como profesionales de la meteorología, hasta el punto de utilizar expresiones pleonásticas y rimbombantes tales como “habrá precipitaciones en forma de nieve” en vez de decir simplemente que “nevará”, “lloverá”, “granizará”, etc.

Ahora bien, en tiempos pasados tuvo otras acepciones. Por ejemplo, en la obra del climatólogo francés Alfred Angot (1848-1924) *Traité élémentaire de Météorologie* se definía precipitación “al depósito de agua que se recoge en un pluviómetro, sea debido a la lluvia, nieblas húmedas, nieve o el granizo”. Más aún, en un texto posterior del norteamericano William Morris Davis (1850-1934) titulado *Elementary Meteorology*, se utilizan *amount of rain* y *precipitation* casi como si fueran sinónimos.

La precipitación, que ahora se entiende esencialmente como “caída”, antiguamente era sinónimo de “depósito”. Realmente sigue siéndolo así, ya que es la cantidad de agua que miden los pluviómetros, independientemente de cómo llegue ahí, siempre que sea por causas naturales.

## 2. UNA MALA TRADUCCIÓN PUEDE ESTIMULAR LA IMAGINACIÓN

El valor de una traducción puede ser determinante en la denominación de un comportamiento observable en la atmósfera. Traducir no se reduce solamente a cambiar palabras sino que se trata de una acción que va más allá: hacer entendible a los demás conocimientos de otras lenguas y culturas. En este sentido, cabría preguntarse: ¿por qué las ondas de montaña, en castellano, van acompañadas del apelativo Lee?, ¿por qué a un volumen finito de aire troposférico se denomina parcela?

### 2.1. Ondas de Lee

Se trata de una noción muy arraigada en la amplia bibliografía de dinámica atmosférica o meteorología de montaña. Numerosos textos en castellano presentan a las ondas de Lee como una perturbación ondulatoria que se produce a sotavento de una cadena montañosa cuando una componente del flujo que incide previamente sobre esta es perpendicular y con una intensidad entre moderada y fuerte.

Da la sensación que ningún profesional o aficionado a la meteorología se ha preguntado alguna vez por ese misterioso señor Lee que, a semejanza del insigne Carl Gustaf Rossby (1898-1957), parece haber bautizado a este tipo particular de ondas atmosféricas. En realidad, Lee es una forma abreviada de la palabra inglesa *leeward* que, en castellano, se traduce por “sotavento”. De hecho, Lee procede del anglosajón *hleow* que significa “refugio” o “protección”. Por consiguiente, en un sentido etimológico *leeward* se refiere a “aquella región del espacio que queda cobijada de la influencia del viento”, lo que en castellano se conoce como “sotavento”.

Este tipo de ondas debería traducirse como ondas de montaña, un nombre quizás demasiado riguroso y exento de todo tipo de romanticismo e incluso un tanto deshumanizado pues destierra la sospecha de la existencia de un misterioso señor Lee como el autor de una innovadora teoría sobre las ondas a sotavento de las montañas. De igual forma, el famoso teorema de Mean que aparece en numerosos tratados de matemáticas y estadística, no hace referencia a la aportación de ningún misterioso señor Mean, sino a la palabra inglesa *mean* que en castellano se traduce por “media aritmética”.



Figura 2. La denominación ondas de Lee parece insinuar la existencia de Lee como el autor de una innovadora teoría sobre las ondas a sotavento de las montañas.

Las ondas de montaña fueron descubiertas un 3 de marzo de 1933 por dos pilotos alemanes Hans Deutschmann (1911-1940) y Wolf Hirth (1900-1959) al mando de un aerodino cuando sobrevolaban las montañas de los Gigantes (en alemán, *Riesengebirge*), muy cerca de la localidad de Grúnao (ROSELL, 2012; DONALD y otros, 2016) (figura 2).

## 2.2. Parcela de aire

Este concepto tiene sus orígenes en la adaptación al castellano de la teoría de la burbuja en la que se traduce “a capón” la expresión inglesa *parcel*, que esencialmente significa “porción” o “paquete”. Aunque *parcel* también puede traducirse como “parcela”, que según

la primera definición del Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) significa: “porción pequeña de terreno, de ordinario sobrante de otra mayor que se ha comprado, expropiado o adjudicado”. Un tercer significado contempla: “parte pequeña de algunas cosas”. Desde luego, esta última no es un uso extendido en castellano, salvo en expresiones como “parcela de conocimiento”.

En cualquier caso, dado que la primera acepción es la de uso más frecuente, es inevitable que un estudiante principiante de termodinámica de la atmósfera imagine, cada vez que lee o escucha algo del tipo “parcelas que ascienden”, un terrenito campestre, con su casita, su pasto, su verja, sus aperos de labranza y su vaquita ascendiendo hacia capas más altas de la atmósfera (figura 3).



*Figura 3. Reflexionar sobre el ascenso de una parcela de aire puede estimular la creatividad y hacer pensar en situaciones alejadas de la realidad atmosférica.*

En definitiva, *air parcel* es esencialmente “porción de aire”, es decir, una masa de aire atmosférico que es lo suficientemente pequeña como para considerarla puntual y lo suficientemente grande como para ser representativa de los procesos termodinámicos embebidos en la troposfera.

## REFERENCIAS

- DONALD, C. y HENSON, R. (2016). *Meteorology today*. Sexta edición. Editorial: Brooks/Cole. ISBN: 9781305113589. 656 pp.
- DWAYNE, R. M. (1966). Norman: Eighteenth Century Theories of Evaporation and Rain. 3 pp. <http://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/OAS/article/viewFile/4444/4116>
- MARTÍN, J. (1999). *Cambios Climáticos. Una aproximación al sistema Tierra*. Editorial: Libertarias-Prodhufi. ISBN: 9788479545420. 328 pp.
- MÖLLER, D. (2008). On the History of the Scientific Exploration of Fog, Dew, Rain and Other Atmospheric Water. Special Issue on Fog Research. *Die Erde*, 139 (1-2), pp. 11-44. <http://homepage.agrl.ethz.ch/eugsterw/publications/fog/02-Moeller-011-044.pdf>
- RUSSELL, E. L. (2012). Know the Sky: A History of Interaction between Meteorology and Soaring. *Technical soaring*. Vol. 36, n.º 4, octubre-diciembre.
- STRANGWAYS, I. (2006). *Precipitation, theory, measurement and distribution*. ISBN-13: 978-0-521-85117-6. Cambridge University Press. 301 pp.
- TYNDALL, J. (1938). Further Researchs on the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous Matter. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 64.

### Otras referencias consultadas:

- Blog de divulgación científica: <http://naukas.com/2016/01/05/descubrimiento-las-eras-glaciales-efecto-invernadero-ii/>
- Diccionario inglés etimológico de consulta: <https://www.etymonline.com>
- WEART, S. (2009). *El Calentamiento Global*. Editorial Laetoli. ISBN: 9788493369897. 272 pp.
- Who first coined the term Greenhouse Effect? <http://www.easterbrook.ca/steve/2015/08/who-first-coined-the-term-greenhouse-effect/>